МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
– МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Материалы Международной научно-практической конференции

Москва

Издательство
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
2012

УДК 631.452 + 631.559
ББК 40.326 + 41.47
$Т_{33}$

Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научно-практической конференции. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012, с

Составители и ответственные за выпуск – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н.С. Матюк, ведущий инженер И.Н. Алпатова

В сборнике представлены доклады участников Международной научно-практической конференции «Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур», посвященной 100-летию Длительного полевого опыта РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, являющегося достоянием Российской аграрной науки (свидетельство №52).

В сборнике отражены результаты исследований в длительных полевых стационарных опытах Российской Федерации и стран СНГ по проблемам воспроизводства плодородия различных типов почв и создание высокопродуктивных экологически устойчивых агробиоценозов за счет совершенствования звеньев адаптивно-ландшафтных систем земледелия: удобрений, обработки почвы, севооборотов, средств защиты растений, биологически активных веществ и др.

Раскрыты аспекты биологизации и экологизации земледелия за счет увеличения доли азота бобовых при расширении посевов многолетних бобовых, бобово-лаковых многолетних трав, а также смешанных посевов однолетних культур.

Адресуется студентам и аспиранта, профессорско-преподавательскому составу аграрных вузов и ученым научно-исследовательских учреждений, занимающихся проблемами теоретического и практического обоснования приемов и способов воспроизводства плодородия различных типов почв и повышения продуктивности агробиоценозов.

© Коллектив авторов, 2012

© ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012

© Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Приоритет научного наследия А.Г. Дояренко в разработке и освоении адаптивно-ландшафтных систем земледелия. *Баздырев Г.И., Матюк Н.С.*	8-23
Краткий обзор результатов научных исследований в мировых длительных полевых опытах. *Мазиров М.А., Арефьева В.А.*	23-31
РАЗДЕЛ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ	32
Влияние удобрений и мелиорантов на свойства почв юга Западной Сибири в длительных полевых опытах. *Семендяева Н.В.*	32-39
Гумус почв в длительных бессменных парах (история и география изучения, экспериментальные результаты, теоретические аспекты, практическая значимость*). Когут Б.М.*	39-47
Уровни содержания и способы оптимизации обеспеченности почв активным органическим веществом. *Семенов В.М., Когут Б.М., Лукин С.М., Русакова И.В., Шарков И.Н. , Тулина А.С., Лазарев В.И.*	47-53
Новые методический подход к анализу средних многолетних значений в длительных полевых опытах. *Фрид А.С.*	53-60
Роль известкования в улучшении плодородия дерново-подзолистых почв Предуралья и повышении продуктивности пашни. *Митрофанова Е.М.*	61-70
Нормативная основа для разработки программ воспроизводства плодородия дерново-подзолистой почвы. *Драгунов О.А., Ильвес А.Л., Смолина Л.П., Богданова Л.С., Евдокимов В.М., Трусов Н.В.*	70-75
Роль и значение долгосрочной химизации в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. *Нурлыгаянов Р.Б.*	75-83
Пространственная изменчивость содержания гумуса в профиле черноземов. *Щеглов Д.И., Брехова Л.И., Хатунцева О.А.*	83-90
Моделирование параметров влагопереноса в зависимости от влажности почвы. *Ахмедов А.Д.*	90-97
РАЗДЕЛ II. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР	98
2.1. Комплексное применение удобрений	98
Многолетнее бессменное выращивание озимой ржи. *Белявский Ю.В*.	98-103
Севооборот и воспроизводство плодородия почвы. Результаты 30-летнего стационарного опыта. *Никончик П.И.*	103-121
Итоги исследования в 45-летнем стационарном опыте с удобрениями в Институте полевых культур Болгарии. *Панайотова Г.Д.*	122-130
Гумусовое состояние светло-серой лесной легкосуглинистой почвы при длительном внесении удобрений. *Архангельская А.М., Титова В.И.*	130-140
Изменение плодородия дерново-подзолистой суглинистой почвы и продуктивности полевых культур при длительном применении удобрений. *Башков А.С., Бортник Т.Ю., Загребина М.Н., Карпова А.Ю.*	140-149
Приемы сохранения и повышения плодородия черноземов обыкновенных в Курганской области. *Гарбарчук Е.В., Иванюшин Е.А.*	149-157
Легко разлагаемое органическое вещество дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном использовании соломы. *Русакова И.В.*	157-166
Приемы воспроизводства плодородия чернозема обыкновенного в краткосрочном севообороте. *Сиухина М.С., Вязунов С.Н.*	166-171
Исследование фракционно-группового состава гумуса дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы длительного полевого опыта. *Завьялова Н.Е.*	172-180
Плодородие и продуктивность минерализованных агроторфяных почв Белорус-	181-189

ского Полесья. *Лученок Л.Н.*	
Продуктивность севооборотов и динамика агрохимических показателей дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении удобрений. *Лапа В.В., Ивахненко Н.Н.*	189-197
2.2. Роль отдельных элементов питания в формировании урожай возделываемых культур	198
Оценка действия азотных удобрений при выращивании яровой пшеницы после клевера лугового 1 г.п. *Мудрых Н.М., Олехов В.Р.*	198-205
Влияние длительного применения удобрений на азотный режим чернозема выщелоченного и баланс азота в зернопаропропашном севообороте лесостепи ЦЧР. *Тамбовцева Л.В., Минакова О.А.*	205-210
Фосфатный режим черноземов выщелоченных северной лесостепи Приобья в агроценозах. *Галеева Л.П.*	211-219
Применение фосфорных удобрений в Северной Кулунде как фактор повышения адаптивности земледелия. *Самофалова И.А.*	219-229
Калийный режим почвы и урожайность сахарной свеклы при длительном применении удобрений в лесостепи ЦЧР. *Кустова О. В., Минакова О. А.*	230-235
Урожайность картофеля и баланс азота в зависимости от окультуренности дерново-подзолистой почвы и срока внесения азотных удобрений *Кидин В.В.,* *Замараев А.Г.*	235-250
РАЗДЕЛ III. ДЕЙСТВИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ С.-Х. КУЛЬТУР НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ	251
3.1. Роль севооборотов в воспроизводстве плодородия почв	251
Полевые севообороты в Нижнем Поволжье *Беленков А.И.*	251-260
Агрономические основы специализации севооборотов в земледелии Беларуси. Результаты 30-летнего стационарного опыта. *Никончик П.И.*	260-278
Влияние длительного применения систем удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве. *Лукин С.М.*	278-284
О негативных последствиях многолетнего сельскохозяйственного использования мезотрофных торфяных почв в зернопропашном севообороте. *Лыткин И.И., Ярилова Л.С., Савицкая Н.В.*	284-293
О нетрадиционных зернобобовых предшественниках в севооборотах Чувашии. *Кузнецов А.И., Ласкин П.В.*	294-302
Сохранение и восстановление почвенного плодородия в биологическом земледелии при экологизации севооборотов на Южном Урале. *Кислов А.В., Долматов А.П.*	302-310
Сравнительная эффективность различных систем удобрения в полевом севообороте. *Ермакова Л.И., Новиков М.Н.*	310-314
Влияние хлопковых севооборотов на изменение агрофизических свойств и структурное состояние почвы староорошаемых земель Казахской части Голодной степи. *Аширбеков М.Ж.*	315-321
3.2. Травосеяние и сидерация как фактор экологизации и биологизации земледелия	322
Роль многолетних трав и их смесей в воспроизводстве плодородия дерново-подзолистых почв и повышении продуктивности полевого севооборота. *Фролова Л.Д., Новиков М.Н.*	322-325
Эффективность возделывания люцерны посевной при орошении в условиях се-	326-334

верного региона Беларуси. *Шелютто А.А., Гулый М.В.*	
Влияние смешанных посевов с люпином на плодородие и продуктивность дерново-подзолистых супесчаных почв. *Новиков М.Н., Баринов В.Н.*	334-343
Влияние длительного применения бесподстилочного навоза на изменение свойств дерново-подзолистой почвы в агроценозе с бессменным возделыванием многолетних трав. *Тарасов С.И., Тамонова Н.А.*	343-352
Биологическая эффективность смешанного посева (овес + яровая пшеница+ люпин узколистный) в зависимости от уровня азотного питания и применения бактериальных препаратов. *Почтовая Н.Л., Персикова Т.Ф.*	352-361
Эффективность использования ярового рапса на зеленое удобрение в условиях Кемеровской области. *Нурлыгаянов Р.Б., Ахметгареев Р.Ф., Малаев В.А.*	361-365
Современные технологии повышения плодородия почвы и урожайности подсолнечника в Нижнем Поволжье. *Плескачёв Ю.Н., Борисенко И.Б., Сидоров А.Н.*	365-372
Использование биоресурсов агроценозов для повышения плодородия склоновых пахотных почв Центрального Нечерноземья. *Анисимова Т.Ю.*	372-377
Влияние норм высева на урожайность зеленой массы левзеии сафлоровидной в Предуралье. *Печёнкина Ю.Ю., Волошин В.А.*	378-382
Кормовые качества и урожайность сортов клевера красного в Латвийских климатических условиях. *Ранцане С., Ермуша Г., Янсоне Б., Янсонс А.*	383-390
Параметры увлажнения как основа для прогноза продуктивности многолетних трав и их влияния на агрохимические показатели почвы. *Авдеев С.М., Лазарев Н.Н., Россинская Т.М.*	390-402
3.3. Энергосберегающие технологии обработки	403
История возникновения и развития почвозащитной механической обработки при различных системах земледелия в Украине. *Ряба Е.И., Примак И.Д., Колесник Т.В.*	403-411
Агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность зернопропашного севооборота полевого опыта. *Беленков А.И., Березовский Е.В., Николаев В.А.*	411-418
Эффективность длительной минимализации обработки почвы в экологическом земледелии Южного Урала. *Кислов А.В., Федюнин С.А.*	418-427
Оценка эффективности ресурсосберегающих способов обработки почвы в условиях Северо-Запада. *Ильвес А.Л., Ильвес Н.В., Смолина Л.П.*	428-431
Влияние ландшафтных условий и обработки почвы на агрофизические и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы. *Косолапова А.И. Ямалтдинова В.Р.*	431-436
Из опыта по минимализации обработки почвы в лесостепи Алтайского Приобья. *Мальцев М.И., Путивская Л.Д.*	436-440
Запасы общей и продуктивной влаги в посевах культур зернопропашного севооборота на черноземе выщелоченном при различных способах его обработки. *Косякин П.А., Боронтов О.К., Елфимов М.Н.*	440-448
Некоторые особенности прироста массы растений и потребления питательных веществ в зависимости от обработки почвы в севообороте. *Боронтов О.К., Косякин П.А., Попов С.С., Енин Е.В.*	449-457
Оптимизация агрофизических свойств дерново-подзолистой почвы в зависимости от способов её обработки. *Николаев В.А.*	457-465
Экономические проблемы проведения полевого опыта. *Цыгуткин А.С., Кустова А.А., Стоянова Т.А.*	465-477
3.4. Биологические аспекты поддержания устойчивости и высокой продуктивности агроценозов	478

Диагностика обеспеченности серой лесной почвы агроценозов и залежей активным органическим веществом. *Зинякова Н.Б., Семенов В.М.*	478-481
Микробоценоз почвы смешанных посевов яровое тритикале + люпин в зависимости от условий питания и соотношения компонентов смеси. *Персикова Т.Ф., Клочкова Н. В.*	481-490
Изучение состояния почвенно-биотического комплекса чернозема выщелоченного типичной лесостепи. *Кольцова О.М., Мараева О.Б.*	491-498
Особенности формирования комплекса микромицетов в зернотравянопропашном севообороте. *Горьковенко В.С., Шадрина Л.А., Москалёва Н.А., Смоляная Н.М., Бондаренко И.И., Тосунов Д.К., Богословская Н.Б.*	498-507
Динамика численности целлюлозолитиков и диазотрофов в почве при запашке соломы ячменя с различными компонентами. *Безлер Н. В., Черепухина И. В.*	507-511
Влияние бинарных посевов на состав и продуктивность агроценоза озимой пшеницы. *Житин Ю.И., Стекольникова Н.В.*	512-521
Влияние регуляторов роста на урожайность гибридов подсолнечника в условиях Волгоградской области. *Медведев Г.А., Михальков Д.Е., Екатериничева Н.Г.*	521-527
Влияние обработки листьев ФАВ на фотосинтетическую активность и продуктивность сахарной свеклы. *Сумская М.А. , Безлер Н.В., Гафуров Р.Г.*	528-532
Влияние физиологически активных веществ на продуктивность озимой пшеницы в Узбекистане. *Абдуалимов Ш.Х.*	533-537
Влияние биопрепаратов ЭКСТРАСОЛ и БИСОЛБИФИТ на биологическую активность серой лесной тяжелосуглинистой почвы и урожайность ячменя в условиях южной части Нечерноземной зоны РФ. *Старцева А.А., Фадькин Г.Н., Костин Я.В.*	537-542
Изучение влияния физиологически активных веществ на структуру урожая сои. *Сажина С.В., Коркин В.С.*	543-548
Эффективность применения биокомпостов и гуминовых препаратов на продуктивность сахарной свеклы при различных уровнях эффективного плодородия в условиях неустойчивого увлажнения Лесостепи ЦЧР. *Кустов А. Н., Минакова О. А.*	549-554
Эффективность применения гербицидов в посевах сои сорта Дина. *Гладков Д.В.*	554-560
Применение некорневой подкормки азотными и комплексными удобрениями на картофеле на дерново-подзолистых легкосуглинистых почв. *Терешонкова А.В, Персикова Т.Ф.*	560-566
Влияние длительного применения бесподстилочного навоза на урожай и качество старовозрастного костреца безостого. *Тарасов С.И., Тамонова Н.А.*	567-576
Создание единого информационного ресурса для целей оценки земельного контроля и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. *Сапожников П.М.*	576-584
Сравнительная оценка сортов кормового люпина и сои по зерновой продуктивности в условиях северо-востока Беларуси. *Тарахуно В.Г.*	584-592
Продуктивность сортов пажитника греческого (Trigonella Foenum graecum L.) в условиях Беларуси. *Шелюто Б.В., Нестерова И.М.*	592-601
Влияние норм высева на рост и развитие сортов чечевицы. *Минина М., Гладков Д.В.*	601-604
Влияние норм высева на рост и развитие сортов чины. *Гладков Д.В., Соловьева Л. П.*	604-607
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	608
Изменение агроклиматических ресурсов Западной Сибири на примере Новосибирской области *Пономаренко Н.В., Вышегуров С.Х.*	608-616
Изучение технологии возделывания сои *Зыкова О. Б., Сажина С.В.*	616-620

Продуктивность лука при капельном орошении на светло-каштановых почвах Волгоградской области *Перекрестов Н.В.*	620-624
Дифференцированный режим орошения и водопотребления баклажана в условиях Волго-Донского междуречья *Ахмедов А.Д.*	624-627
Перспективы использования кормовых сортов тыквы в условиях Московской области *Гончаров А.В.*	627-630
Изменение некоторых агрофизических свойств почвы на отдельных полях хлопковых севооборотов в староорошаемой зоне Казахской части Голодной степи *Аширбеков М. Ж.*	631-634

ПРИОРИТЕТ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ А.Г. ДОЯРЕНКО В РАЗРАБОТКЕ И ОСВОЕНИИ АДАПТИВНО-ЛАДНШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Баздырев Г.И., Матюк Н.С.

В нас вера есть,
Та вера наша сила,
Что будущее
Нам принадлежит.
А.Ф. Фортунатов

В статье показан приоритет научного наследия А.Г. Дояренко по разработке и совершенствованию приемов земледелия с целью сохранения и повышения плодородия почвы – расширенного его воспроизводства.

Научные труды А.Г. Дояренко в области земледелия, растениеводства, методики опытного дела, агропочвоведения, агрофизики, агрометеорологии и других широко известны в нашей стране и за рубежом. Библиография его работ насчитывает более 400 названий. Исключительно плодотворную, новаторскую работу А.Г. Дояренко можно назвать научным подвигом ученого, т.к. она оказала решающее влияние на становление и развитие современного земледелия. А.Г. Дояренко говорил: «Высшую награду за свою работу опытник видит в использовании ее результатов на практике. Мы должны сделать колоссальные шаги по пути приобщения крестьянства к результатам научного знания». Сегодня, когда многие из «колоссальных шагов», о которых говорит А.Г. Дояренко, остались позади благодаря многолетним самоотвержением усилием науки, эта его мысль может показаться достаточно привычной, хотя, разумеется, и в наше время далеко не утратила своего приоритетного звучания. Это всесторонняя интенсификация и специализация сельскохозяйственного производства, программирование урожаев сельскохозяйственных культур, повышение плодородия почвы, охрана и защита почвы от деградации, улучшение экологии агроландшафтов, биологизация земледелия.

А.Г. Дояренко в статье «Очередные задачи опытного дела впервые поставил вопрос о том, чтобы сделать опытное дело самостоятельным методом агрономических исследований. Алексей Григорьевич говорил: «Опытное дело должно подниматься мыслью в будущее и добывать материалы для будущих построений, которые в настоящее время как практические мероприятия могут быть не всегда ясно представлены». Разработанная программа на кафедре земледелия А.Г. Дояренко отвечала рабочей гипотезе: «Так как всякий агроприем воздействует непосредственно на тот или иной фактор жизни растений или на сумму их, а урожай является лишь суммарным результатом всех их взаимодействий, то для сознательного построения рациональной системы агротехники необходимо знать степень воздействия каждого приема на эти факторы жизни. Только зная это, мы можем скомбинировать отдельные приемы в стройную систему, обуславливающую оптимальное взаимоотношение этих факторов, а следовательно, и наивысший урожай. Только при такой постановке дела мы сможем избавиться от преобладающего в опытном поле грубого эмпиризма». Проверкой поставленной гипотезы стала закладка длительного опыта А.Г. Дояренко в 1912 г, 100-летие которого мы отмечаем в настоящее время. В связи с этим было бы хорошо проследить за этот период подтверждение или отрицание идей А.Г. Дояренко по прошествии векового периода. Это касается всех сторон развития общего земледелия – совершенствование методики опытного дела, интенсификации земледелия, специализация севооборотов, изучения почвозащитных ресурсосберегающих технологий обработки почвы, защиты от вредных организмов, систем удобрений и развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Ответы на поставленные вопросы можно найти в результатах научно-исследовательских работ кафедры земледелия и методики опытного дела в период с 1965г. по настоящее время. Были сформированы задачи и проблемы по земледелию. В Учхозе «Михайловское» было завершено формирование уникального опытного поля на площади 80 га, на котором было заложено 35 длительных многофакторных стационарных опытов.

1. Методика опыта – инструмент научного исследования

Передовые позиции, связанные с именем А.Г. Дояренко были поддержаны и получили дальнейшее развитие такими учеными как А.А. Сапегин, П.Н. Константинов, А.А. Кудрявцева, С.Ф. Щерба, В.Е. Егоров, Б.А. Доспехов.

В МСХА им К.А. Тимирязева была создана кафедра методики опытного дела, которую возглавляли академик ВАСХНИЛ П.Н. Константинов и профессор В.Е. Егоров. В 1962 году произошло объединение двух кафедр – земледелия и методики опытного дела. В то время господствовали далекие от истин научных направлений: травопольная система земледелия, фетишизация и непоколебимое господство приемов в обработке почвы, закостенелые догмы о ее плодородии, пренебрежительное отношение к методике опытного дела. Особое место в развитии творческого наследия А.Г. Дояренко принадлежит работам В.Е. Егорова и Б.А. Доспехова. Под руководством Б.А. Доспехова проводится серия опытов дробного учета перед закладкой стационаров для оценки варьирования плодородия в пространстве. Первым это сделал А.Г. Дояренко. Сейчас часто пишут, что « данные обработаны дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову», в этом есть доля истины и заслуга А.Г. Дояренко. Б.А. Доспехов усовершенствовал методику опытного дела, открыл для работников сельскохозяйственной науки метод, предложенный Р.Фишером.

Огромную роль в совершенствовании методики опытного дела сыграл учебник «Методика полевого опыта», который выдержал 5 изданий и удостоен золотой медали имени В.Р. Вильямса. Как А.Г. Дояренко, так и Б.А. Доспехов определили цели, задачи и направления научного поиска.

Выделены следующие этапы:

- выявление и необходимость в исследованиях, зарождение идей;
- выдвижение рабочей (научной) гипотезы;
- получение фактического материала на основе наблюдений, экспериментов;

- обобщение результатов экспериментов и постепенное превращение гипотезы в обоснованную научную теорию.

Оба выдающихся ученых огромную роль придавали рабочей гипотезе. Они говорили: «Рабочая гипотеза, создается на основе учета всего, что сделано раньше по данной проблеме и на основе личного опыта, она составляет душу научного исследования. Наука только тогда совершенствуется, когда поднимается на новую ступень своего развития, когда улучшается методика исследований».

2. Теоретическое, методологическое и методическое обоснование обработки почвы

Одним из приоритетов научного наследия является разработка теоретических основ обработки почвы. Используя разработанные методы и методики, А.Г. Дояренко приходит к выводу о том, что одной из причин низких урожаев на дерново-подзолистых почвах является неудовлетворительное строение или сложение пахотного слоя. Экспериментально он находит, что оптимальное строение пахотного слоя почвы достигается при 50% твердой фазы и 50% общей пористости, а капиллярная и некапиллярная скважность соотносятся как 1:1, т.е. по 25%. Под руководством А.Г. Дояренко получили научное обоснование и решение вопросы по оценке роли чистых и занятых паров, приемов обработки под озимые и яровые зерновые, разделки пласта многолетних трав. В истории развития научно-обоснованных систем обработки почвы наряду с А.Г. Дояренко существенный вклад принадлежит В.Р. Вильямсу, Н.М. Тулайкову, П.А. Костычеву, Т.С. Мальцеву, А.И. Бараеву и многим другим. Длительное время в земледелии господствовала теория глубокой обработки почвы В.Р. Вильямса, он считал – «без глубокой обработки невозможен прогресс в земледелии». В реальной жизни не все постулаты теории находят подтверждение. Еще при жизни А.Г. Дояренко рекомендовал обратить внимание на работы Т.С. Мальцева. А.Г. Дояренко одним из первых в нашей стране испытал, как орудие обработки почвы, фрезу – орудие роторного типа, позволившее в дальнейшем создать ряд комбинированных почво-

обрабатывающих посевных агрегатов и уменьшить техногенную нагрузку на почву.

В познание процессов современного почвообразования, разработки научных основ окультуривания почвы и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия огромная ценность принадлежит Длительному опыту ТСХА. Дальнейшая разработка научно-обоснованной концепции окультуривания дерново-подзолистых суглинистых почв продолжилась в исследованиях на экспериментальной базе «Михайловское» под руководством Б.А. Доспехова, А.И. Пупонина, Н.С. Матюка и других.

Были разработаны оптимальные показатели плодородия основных типов почв Нечерноземной зоны (табл. 1).

Таблица 1. Оптимальные показатели плодородия пахотного слоя почвы Нечерноземной зоны, обеспечивающие высокие и стабильные урожаи (А.И. Пупонину, 1984)

Почва	Гумус, %	pH	P_2O_5	K_2O
			мг/кг почвы	
Северо-Западный район Нечерноземной зоны				
Дерново-подзолистые: Суглинистые	2,5-4,0	5,5-6,5	200-300	200-300
Центральный район Нечерноземной зоны				
Дерново-подзолистые: Суглинистые и глинистые	1,8-2,5	5,5-6,0	100-200	120-250
Супесчаные и песчаные	1,5-2,0	5,1-5,5	100-200	160-250
Серые лесные	3,0-3,5	5,5-6,5	100-200	160-250
Волго-Вятский район Нечерноземной зоны				
Дерново-подзолистые: Суглинистые	2,7-4,0	5,6-6,5	130-200	150-400
Супесчаные	2,1-3,3	5,1-6,0	70-140	120-250
Песчаные	1,6-3,0	5,0-6,0	50-100	100-150

А.Г. Дояренко указывал на то, что агрофизические показатели плодородия почв Нечерноземной зоны не известны или не обоснованны. Развитие теоретических основ соотношения твердой фазы с различными видами пор позволило сформулировать положение о плотности почвы и оптимальных

интервалах средней плотности для основных сельскохозяйственных культур (табл. 2).

Таблица 2. Равновесная и оптимальная плотность почвы (г/см^3) для полевых культур

Почва	Гранулометрический состав	Плотность почвы, г/см^3		
		Равновесная	Оптимальная для:	
			Зерновых	Пропашных
Дерново-подзолистая	Песчаная связная	1,5-1,6	-	1,4-1,5
Дерново-подзолистая	Супесчаная	1,3-1,4	1,2-1,35	1,1-1,45
Дерново-подзолистая	Суглинистая	1,35-1,5	1,1-1,3	1,0-1,2
Дерново-карбонатная	Суглинистая	1,4-1,5	1,1-1,25	1,0-1,2
Дерново-глееватая	Суглинистая	1,4	1,2-1,4	-
Луговая пойменная	Суглинистая	1,15-1,20	-	1,0-1,2
Болотная	Степень разложения торфа 35-40%	0,17-0,18	-	0,23-0,25
Серая лесная	Тяжело суглинистая	1,4	1,15-1,25	1,0-1,2
Чернозем	Суглинистая	1,0-1,3	1,2-1,3	1,0-1,3

Под руководством А.Г. Дояренко опытное поле академии становится полигоном для демонстрации и пропаганды приемов агротехники, показа новых сельскохозяйственных машин. На опытном поле «Михайловское» получили развитие ресурсосберегающие почвозащитные технологии обработки почвы, приемы интенсивного окультуривания дерново-подзолистых почв. Установлено, что разные по интенсивности, способу и глубине обработки вызывали дифференциацию пахотного слоя по плодородию. Трехъярусные обработки создали сравнительно гомогенный пахотный слой мощностью до 40 см (табл. 3).

Динамика изменения урожайности выращиваемых культур позволяет утверждать, главное что, в дальнейшем необходимо окультуривать существующей пахотный слой 20-22 см., а не увеличивать его мощность, так как это не сопровождается повышением урожайности культур, а лишь снижает ее вариабельность по годам исследования.

Таблица 3. Действие интенсивного окультуривания на агрохимические показатели плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Гумус, %	pH	P_2O_5	K_2O
				мг на 1 кг почвы	
Без удобрения					
Вспашка на 20…22 см	0-20	1,78	6,1	80	64
	20-40	1,23	5,2	64	53
Трехъярусная обработка на 38…40 см	0-20	1,56	5,9	68	70
	20-40	1,48	5,7	63	59
Три трехъярусные обработки на 38…40 см	0-20	1,58	5,8	62	72
	20-40	1,58	5,7	64	66
Навоз 100 + $N_{180}P_{200}K_{180}$					
Вспашка на 20…22 см	0-20	1,96	6,4	359	272
	20-40	1,33	5,7	168	168
Трехъярусная обработка на 38…40 см	0-20	1,77	6,2	302	211
	20-40	1,68	6,2	199	168
Три трехъярусные обработки на 38…40 см	0-20	1,77	6,2	274	224
	20-40	1,76	6,3	191	217

3. Дифференциация частей пахотного слоя по плодородию – теоретическая основа вспашки

Целесообразность ежегодной вспашки плугом с предплужником для заделки растительных остатков и создания гомогенного слоя в 70-80 гг. прошлого столетия была подвергнута детальному изучению во многих почвенно-климатических зонах.

В Нечерноземной зоне установлено варьирование эффективного плодородия разных частей пахотного слоя в течение вегетационного периода в полевых условиях, сохранение различий по плодородию верхней и нижней частей корнеобитаемого слоя и общего его уровня при длительной мелкой обработке, выравнивание биогенности под действием азота или NPK и повышение эффективного плодородия в целом при активном перемешивании обеих частей.

По данным Б.А. Доспехова, А.И. Пупонина, Н.С. Матюка, при высоком уровне интенсификации земледелия (внесение удобрений на планируемую урожайность, периодическое известкование) в Центральном районе Нечерноземной зоны России системы минимальной обработки (без вспашки) дерново-

подзолистой среднесуглинистой почвы в специализированном севообороте зернового направления (вико-овсяная смесь — озимая пшеница — овес — ячмень) приводят к дифференциации частей пахотного слоя по эффективному плодородию в связи с неодинаковой глубиной заделки удобрений, извести и пожнивных остатков. Верхняя часть пахотного слоя (0...10 см) приобретала более высокую окультуренность, чем нижняя (10...20 см) и тем более подпахотный слой (20...30 см). Выращивание ячменя и овса на почве из слоев 0...10 и 10...20 см показало, что более высоким эффективным плодородием на 3...7 год после закладки опыта обладала почва из слоя 0...10 см тех делянок, где не применяли оборачивание и перемешивание пахотного слоя. За 3...7 лет применения систем минимальной обработки эффективное плодородие слоя 0...10 см повысилось, судя по продуктивности ячменя и овса, на 22....73 % (табл. 4).

Таблица 4. Оценка эффективного плодородия частей пахотного слоя дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы по продуктивности ячменя и овса, % к контролю

Основная обработка почвы	3 года после закладки опыта		5 лет после закладки опыта		7 лет после закладки опыта	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
Вспашка на 20…22 см	100	66	100	67	100	93
Вспашка ротационным плугом на 20…22 см	117	96	104	67	140	97
Рыхление плоскорезом на 20…22 см	133	76	133	69	167	67
Без обработки	150	82	124	64	173	80
Дискование на 5…6 см	135	71	122	73	137	63
$НСР_{05}$, %	19		18		28	

Увеличение гетерогенности частей пахотного слоя по эффективному плодородию не снижало общий уровень плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. На тех фонах, где для борьбы с сорняками применяли гербициды, урожайность культур зернотравяного севооборота при гетерогенном строении пахотного слоя была выше, чем при сравнительно гомогенном.

Приведенные данные о дифференциации частей пахотного слоя дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы Нечерноземной зоны и их роли в общем плодородии и формировании урожая не подтверждают необходимость ежегодной отвальной обработки, как способа восстановления плодородия нижней части этого слоя.

При высоком уровне интенсификации снижение интенсивности обработки почвы в севообороте позволяет на 30-50% сократить энергетические затраты без потери продуктивности севооборота (табл. 5). При этом улучшается гумусовый баланс, сохраняется потенциальное плодородие, а также уменьшается число проходов МТА по полю.

Таблица 5. Продуктивность плодосменного севооборота в зависимости от системы обработки дерново-подзолистой почвы (по данным МСХА,1975-2006 гг.)

Система обработки почвы	Коэффициент энергоемкости	Расход энергии, МДж/га	Урожайность	
			ц корм. ед. на 1 га	%
Отвальная	1	9060	43,9	100
Нулевая	0,38	3460	40,5	92,3
Поверхностная	0,56	5040	45,2	103,0
Чизельная	0,88	7990	45,6	103,9
Роторная	1,30	11750	46,2	105,2
Плоскорезная	0,85	7740	43,4	98,9
Сочетание отвальной и нулевой	0,97	8830	45,7	104,1
$НСР_{05}$			2,5	

Широкое распространение в севооборотах Нечерноземной зоны получила система, включающая сочетание вспашки с безотвальной чизельной обработкой. Практическое освоение и внедрение в производство подтверждено многими исследованиями (Доспехов, Пупонин, Матюк, Кочетов, Хохлов, Рассадин, Саранин, Сдобников, Наумов, Ильина).

4. Уплотнение почвы как фактор снижения эффективного плодородия

В процессе окультуривания почвы многие исследователи, в том числе и А.Г. Дояренко, при изучении генетического строения и характеристик горизонтов отмечали формирование плотных подпахотных горизонтов, обладающих отрицательными токсическими свойствами по отношению к культурным

растениям. Это объясняется наличием окислых и закислых соединений алюминия и железа. Кроме того, выполнение полевых механизированных работ тяжелой сельскохозяйственной техникой приводит к накоплению остаточной деформации в подпахотных не обрабатываемых слоях почвы. Почвы Нечерноземной зоны предрасположены к чрезмерному уплотнению ходовыми системами тракторов, комбайнов, почвообрабатывающей техники, посевных орудий, что усугубляется их не благоприятными физическими и физико-механическими свойствами (Матюк, Шептухов, Русанов, Кабаков).

Моделирование длительного воздействия на почву ходовых систем тракторов с целью получения достоверной информации о влиянии плотности почвы на рост, развитие культуры показало, что уплотнение почвы затрудняло ее подготовку к посеву, ухудшало качество вспашки и выполнения ряда технологических операций. Густота всходов ячменя снижалась по сравнению с не уплотненной почвой на 7-18%, озимой пшеницы 9-22%, картофеля – 5-10 %, что приводило к недобору урожая культур сплошного сева в 9,6-31,3%.

Оценивая в целом влияние уплотнения почвы на рост и развитие культур, несомненно подтверждается универсальность и глубина концепции А.Г. Дояренко о строении и сложении пахотного слоя.

5. Минимализация обработки почвы как фактор интенсификации земледелия

Интенсификация земледелия создала предпосылки и условия для разработки некоторых основополагающих положений, в том числе современной теоретической основы разных по интенсивности технологий обработки почвы. Прогресс в технологиях обработки почвы, новые тенденции в почвозащите и энергосбережении, развитие минимализации может показаться приходят в противоречия с существующими концепциями строения и сложения пахотного слоя. При глубоком анализе положений В.Р. Вильямса, А.Г. Дояренко, Н.М. Тулайкова, Т.С. Мальцева, А.И. Бараева и других ученых приходим к важным теоретическим положениям, согласно которым: чем меньше

нуждается почва в обработке вообще, тем выше ее продуктивность, тем выше плодородие. Тем не менее, долевое участие приемов обработки почвы в формировании общей продуктивности агроценозов значительно меньше, чем удобрений и средств защиты растений.

Дисперсионный анализ урожайности озимой пшеницы, ячменя и картофеля в одном из многофакторных полевых стационарных опытов позволил установить долю влияния этих агроприемов и метеорологических условий, а также их сочетаний на урожайность (табл. 6). В таблице 6 представлены результаты этих расчетов за 12 лет, 4 из которых были засушливыми, 4 характеризовались повышенным увлажнением и сравнительно низкой температурой, а в остальные - сумма эффективных температур и количество осадков были близкими к среднемноголетней величине.

Таблица 6. Долевое участие (%) влияния обработки почвы, удобрения и метеорологических условий на урожайность полевых культур

Факторы и их сочетания	Вико-овсяная смесь	Озимая пшеница	Ячмень	Картофель
Основная обработка почвы	8,6	0,6	1,9	2,4
Удобрения	31,0	18,2	7,7	39,0
Метеорологические условия	54,2	58,8	85,6	35,4
Совместно обработка и удобрения	2,2	1,1	0,2	4,6
Совместно обработка и метеорологические условия	1,5	8,2	1,4	7,7
Совместно удобрения и метеорологические условия	0,7	8,7	3,0	4,9

Долевое участие основной обработки почвы (при условии высокого, агротехнически необходимого качества предпосевной обработки) в изменении урожайности полевых культур составляло 0,6...8,6%, а туков — достигло 7,7...39%. Наибольшее влияние обработки на повышение урожайности яровых культур сплошного сева было в засушливые вегетационные периоды.

Доля участия основной обработки в изменении урожайности вико-овсяной смеси в эти годы достигла 8,6%.

Необходимо отметить, что на урожайность картофеля сильнее влияли удобрения, чем погодные условия.

В условиях интенсификации земледелия реальный вклад различных факторов и, особенно, его структура в формировании урожая будет изменяться. Если при традиционном земледелии с урожайностью 2-3 т зерна с 1 га доля естественного плодородия составляет 40%, погодных условий - 20%, обработки почвы - 20%, удобрений - 10%, сорта - 5% и защиты растений - 5%, то при интенсивном почвозащитном ресурсосберегающем земледелии с урожайностью 5-6 т с 1 га роль природных факторов и обработки почвы уменьшится до 10-15%, удобрений и сорта увеличится до 30%, а защиты растений до 15% и более. Освоение ресурсосберегающих агротехнологий предполагает оптимизацию и повышение эффективности комплексной химизации, экономию затрат на обработку почвы, удобрения, усиление роли сортовых особенностей культур. Опираясь на законы земледелия «возврата» и «совокупного действия» необходим поиск положительного (синергизма) взаимодействия факторов жизни растений.

Результаты наших исследований и исследования в Длительном опыте ТСХА (Егоров, Доспехов, Лыков) о расширенном воспроизводстве плодородия почвы приводят к выводу, что абсолютное увеличение урожая при внесении высоких доз NPK на разно окультуренных почвах подтверждает положение о более высокой их эффективности на гумусированной и окультуренной почве. Это положение позволило перейти к одному из современных направлений земледелия – ресурсосберегающим почвозащитным технологиям, которые позволяют сохранить и улучшить почву, экономить трудовые и энергетические ресурсы, материально-технические средства. Расширенное воспроизводство плодородия почвы в интенсивном земледелии может обеспечить минимализация обработки почвы в сочетании с интенсивным применением удобрений и средств защиты растений.

Принципиальной особенностью методологии теоретического обоснования ресурсосберегающих технологий является системный подход к оценке действия и взаимодействия отдельных элементов (звеньев) в системе земледелия по влиянию на урожай и плодородие почвы. Ресурсосберегающие почвозащитные технологии должны содержать конкретизированные нормативно-технологические показатели по их влиянию на основные показатели плодородия почвы. Мотивация преимуществ универсальной минимальной, а, тем более, нулевой, обработок почвы, за счет сбережения энергии, совокупных затрат и энергии топливных материалов должна сопровождаться оценкой пригодности почв к минимализации и определением периода возврата к отвальным обработкам в севообороте.

Ресурсосберегающие почвозащитные технологии должны базироваться на систематическом контроле основных показателей плодородия почвы – агрофизических, агрохимических, биологических и, особенно, фитосанитарного состояния посевов и почвы, гумусонакопления, уровня биогенности и качественного состава микрофлоры и фауны, скорости дифференциации и уплотнения пахотных и подпахотных слоев почвы. Это достигается за счет:

1. Сокращения числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок почвы в севообороте в сочетании с применением гербицидов для борьбы с сорняками.

2. Замены глубоких обработок более производительными поверхностными или плоскорезными, путем использования широкозахватных орудий с активными рабочими органами, обеспечивающих высококачественную обработку за один проход агрегата.

3. Совмещения нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов.

4. Уменьшения обрабатываемой поверхности поля путем внедрения полосной (колейной) предпосевной обработки почв при возделывании широ-

корядных сельскохозяйственных культур в сочетании с применением гербицидами.

Как показали наши исследования, минимализация основной обработки за счет замены вспашки на 20-22 см дисковой обработкой на 8-10 см или их чередование в специализированном севообороте обеспечивала существенное повышение в пользу урожайности (табл. 7).

Таблица 7. Урожайность (т/га) культур зерно-пропашного севооборота

Основная обработка почвы	В среднем за 1975…1985 гг.				ц корм.ед. основной продукции
	Однолетние травы (сено)	Озимая пшеница	ячмень	картофель	
Вспашка на 20…22 см (контроль)	4,35	3,12	2,06	1,89	30,2
Вспашка на 28…30 см	4,21	2,98	1,96	1,86	30,1
Чередование через год вспашки на 28…30 см и дискование на 8…10 см	4,56	3,19	2,07	1,94	32,0
Чизелевание на 28…30 см	4,60	3,10	2,06	2,08	-
Дискование на 8…10 см	4,92	3,16	2,36	2,24	33,2
$НСР_{05}$	0,41	0,61	0,28	0,32	1,9

Минимализация обработки почвы обладает противоэрозионной эффективностью на склоновых землях. Это связано с улучшением оструктуренности верхней части пахотного слоя, увеличением водопроницаемости, уменьшением стока воды и смыва почвы (Макаров, Кочетов).

6. Агротехническая концепция А.Г. Дояренко в интенсивном земледелии

По ряду земледельческих проблем взгляды А.Г. Дояренко не потеряли своего значения до настоящего времени. Наряду с В.Р. Вильямсом, А.Г. Дояренко объединил генетические и агрономические аспекты почвообразования и особенно при окультуривании дерново-подзолистых почв с целью повышения плодородия и получения высоких урожаев культур.

А.Г. Дояренко еще при жизни придавал большое значение севооборотам, обработке почвы, борьбе с сорной растительностью. Большое значение

для теории и практики земледелия имели результаты по изучению многочисленных видов паров, оценке предшественников в севооборотах с разной длиной ротаций, пожнивных посевов, в том числе в специализированных севооборотах. А.Г. Дояренко одним из первых провел оценку экономической целесообразности и перспективности использования занятых паров в условиях достаточного увлажнения. А.Г. Дояренко снискал непререкаемый авторитет в научной агрономии по обработке почвы. В течение более 10 лет А.Г. Дояренко организует «Практические курсы полеводства» для крестьян, где изучались новые современные орудия обработки, в том числе орудия роторного типа. Огромное внимание А.Г. Дояренко уделял фитосанитарному состоянию посевов и почвы. Научная мысль А.Г. Дояренко не ограничивалась разработкой основных элементов (звеньев) систем земледелия. Огромную научную ценности работы А.Г. Дояренко по определению коэффициента использования солнечной энергии, в которых он показал, что их можно повысить с 2% до 4-12% и более. В одной из последних работ А.Г. Дояренко предлагал обратить внимание на повышение усвоения угольной кислоты и особенно экономии воды. Все это явилось и является теоретической и практической основой разработки и освоения новых поколений систем земледелия, программирования урожайности сельскохозяйственных культур, перехода к точному земледелию.

Заключение

Приоритет научного наследия А.Г. Дояренко неотъемлемое условие развития современной аграрной науки. Без прошлого не может быть настоящего. Идеи А.Г. Дояренко актуальны и сегодня. Разработанные им положения созвучны с современными концепциями системного земледелия. Критерии оценки о соотношении капиллярной и некапиллярной скважности остаются приоритетами при изучении и освоении огромного разнообразия приемов обработки почвы. Активная творческая жизнь А.Г. Дояренко позволила ему в конце жизни написать научную автобиографическую повесть «Из агрономического прошлого», в которой с присущей его таланту излагаются не

только картины его детства и учебы, но и мысли о перспективах развития многих направлений агрономической науки. В своей книги «Жизнь поля» он практически подготовил предпосылки разработки и освоения современных систем земледелия. Вся история развития агрономической науки в современный период подтвердила правильность концепции А.Г. Дояренко по проблемам интенсификации земледелия, освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия и перехода к точному земледелию.

Литература

1. Дояренко А.Г. Жизнь поля. М.: Колос. – 1965.
2. Дояренко А.Г. Из агрономического прошлого. М. – 1965.
3. Лыков А.М., Еськов А.М., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв. М.: РАСХН. – 2004.
4. Пупонин А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. М.: Колос. – 1984.
5. Сборник докладов «Агротехнологии XXI века», посвященный 80-летию со дня рождения Б.А. Доспехова. М.: МСХА. – 2007.
6. Система земледелия Нечерноземной зоны: обоснование, разработка, освоение. М.: Изд-во МСХА. 1993.
7. Системы земледелия. М., Колос. – – 2006.
8. Тулайков Н.М. Критика травопольной системы земледелия. М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы. 1963.

КРАТКИЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МИРОВЫХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТАХ

Мазиров М.А., Арефьева В.А.

Аннотация

В статье представлены основные результаты научных исследований, проведенных на базе старейших мировых сверхдлительных опытов – опытной станции Ротамстед (Великобритания), длительного полевого опыта Гриньон (Франция), длительного полевого опыта Галле (Германия) и длительных полевых опытах США и Канады.

Полевой опыт является наиболее репрезентативным методом исследования теоретических и практических основ воспроизводства плодородия почв, повышения урожая сельскохозяйственных культур и улучшения его

качества. В мире известно около 300 стационарных длительных полевых опытов.

Ценность результатов научного исследования пропорциональна длительности стационара. Длительные полевые опыты обеспечивают мониторинг гумуса, содержания и круговорота питательных веществ, особенно микроэлементов, а также динамику загрязненности почвы тяжелыми металлами, другими токсиногенами и вредными для биосферы и человека веществами.

Длительный полевой опыт Ротамстедской опытной станции

Старейшая экспериментальная опытная станция в Ротамстеде была основана выдающимся ученым и организатором Джоном Лоозом в 1843 году.

Ротамстедские опыты были заложены для изучения усвоения азота растениями и необходимости внесения азотных удобрений в почву.

Развертывание схемы Ротамстедских опытов происходило в следующем порядке: в 1843 году были заложены опыты с монокультурой пшеницы и турнепса на тяжелосуглинистой почве, залегающей на известняках – поля Броадбалк и Барнфилд; в 1852 году – опыт с монокультурой ячменя – поле Хайфилд. Внесение удобрений осуществлялось по следующей схеме: контроль – без удобрений, навоз – 35 т/га, PKMgNa и на этом фоне разные дозы сульфата аммония 47, 94 и 141 кг/га д.в., а также две дозы натриевой селитры - 47 и 94 кг/га д.в.; N 94 кг/га в форме $(NH_4)_2SO_4$; NP и на этом фоне K_2SO_4 и $MgSO_4$; NKNaMg + рапсовый жмых. Эта основная схема дополнена еще рядом вариантов: внесение удобрений в разные сроки, чередование видов удобрений и т.д. Размер опытной делянки от 800 до 2000 $м^2$, опыты, как правило, без повторности. Помимо монокультур пшеницы, ячменя и турнепса, несколько позднее были заложены опыты с бессменной культурой клевера и бобов. В 1876 г. на легких, песчаных почвах Вобурна был основан филиал Ротамстедской станции, где по аналогичной схеме проводятся опыты как с монокультурами, так и в севооборотах.

Результаты исследований показали, что длительное применение органических и минеральных удобрений существенно изменило содержание углерода и азота в почвах Ротамстедской опытной станции.

Спустя 102 года после закладки опыта в почве варианта, в котором ежегодно вносился навоз, содержалось в два с лишним раза больше углерода и азота, чем в почве контрольного варианта. Содержание углерода на делянке без удобрений уже через 20 лет опыта установилось на одном уровне, который почти не изменился и в последующие 82 года. Внесение полного минерального удобрения поддерживало содержание углерода и азота на более высоком уровне, чем в контрольном варианте.

Введение чистого пара с 1925 года (один раз в 5 лет) несколько снизило содержание углерода и азота в почве, что связано с более активной минерализацией органического вещества при паровании и вымывании минеральных солей из пахотного слоя. Также обращает внимание ослабление темпа накопления углерода и азота за последние полвека в почве, удобряемой азотом.

Изучение влияния севооборотов плодосменного типа на изменение содержания азота в почвах Вобурна показало, что потери азота в течение первых 30-ти лет были несколько меньшими, чем в почве монокультур, однако, в последующие 20 лет они значительно увеличились, что, в конечном счете, определило практически равное содержание азота в почве севооборотных и монокультурных полей после 50 лет проведения опыта.

Таким образом, результаты исследований Ротамстедской опытной станции достаточно определенно характеризуют количественную сторону изменений содержания азота и углерода в почвах подзолистого типа, как в условиях монокультуры, так и в севообороте. При длительном возделывании культур без внесения удобрений происходит постепенное снижение урожайности.

В этом же направлении изменяется содержание азота и углерода. Внесение полного минерального удобрения резко повышает урожаи культур и незначительно сдерживает убыль почвенного гумуса и азота. Длительное

внесение способствует прогрессивному накоплению органического вещества и азота в почве и обеспечивает получение наивысших из всех вариантов опыта урожаев культур.

Длительный полевой опыт Гриньон

Длительный полевой опыт Гриньон недалеко от Парижа был заложен французским химиком Пьером Дегереном в 1875 году.

Опыт состоит из 68 делянок и включает следующие варианты: 1 – без удобрений с 1875 года; 2 – без удобрений с 1902 года; 3 – без удобрений с 1931 года; 4 – NPK; 5 –NP; 6 – NK; 7 – PK; 8 –навоз.

Дозы удобрений из расчета на один гектар: навоз – 10 т, $NaNO_3$ - 1,5 ц; $(NH_4)_2SO_4$ - 3 ц; суперфосфат – 5 ц; сильвинит – 1,5 ц.

До 1929 года опыт проводился в различных севооборотах, с 1929 года на каждой делянке поочередно возделывались зерновые культуры и свекла. Почвы опыта – песчаный суглинок.

Результаты исследований показали, что за 77- летний период проведения опыта произошли большие изменения, касающиеся, прежде всего содержания органического вещества в почве (табл. 1).

Таблица 1. Динамика общего азота в почве длительного полевого опыта Гриньон

Варианты	Содержание азота, % к весу почвы		Разница, % к весу почвы
	1938	1952	
1. Без удобрений с 1875 г.	0,130	0,118	0,12
2. Без удобрений с 1902 г.	0,140	0,129	0,11
3. Без удобрений с 1931 г.	0,179	0,154	0,25
4. NPK	0,150	0,142	0,08
5. NP	0,171	0,157	0,14
6. NK	0,158	0,146	0,12
7. PK	0,164	0,145	0,19
8. Навоз	0,166	0,161	0,05

Содержание углерода и азота на всех делянках, за исключением делянок, получающих навоз, снизилось, причем в большей степени на неудобренных, чем на удобренных минеральными удобрениями. Внесение навоза поддерживало содержание органического вещества и азота в почве на одном уровне, повышение содержания органического вещества в почве по сравнению с исходным уровнем не наблюдалось

Данные исследований, проведенные в ряде районов Франции показали, что, несмотря на значительное применение удобрений в земледелии Франции, почвы истощаются в отношении органического вещества и азота.

На основании данных, полученных в длительных опытах с севооборотами, был сделан вывод о том, что только удобрение навозом повышало содержание азота и углерода в почве.

Длительные полевые опыты в США и Канаде

Длительные полевые опыты в США проводятся более чем на десятке сельскохозяйственных экспериментальных станциях.

В 1869 году в штате Пенсильвания на слабооподзоленном иловатом суглинке были заложены первые опыты на американском континенте. К 1881 году вся схема опытов была полностью развернута и включала в себя 144 делянки, на которых возделывались кукуруза, овес, пшеница и смесь клевера с тимофеевкой в четырехпольном севообороте. Задачей опыта являлось выявление изменения плодородия почвы в севообороте с внесением удобрений в сравнении с почвам, с 1869 года находящимися под бессменными травами (удобрения под травы не вносились).

Почвы под бессменными травами, не получавшие удобрений, содержали азота на 68,2 % больше, чем в севообороте без удобрений и на 40 % больше, чем в севообороте с применением РК; на 42 % больше, чем в севообороте с внесением NPK и на 11,9 % больше, чем в почве севооборота с внесением удобрений. Аналогичная картина наблюдалась и по содержанию гумуса в почвах изучаемых вариантов. Отношение углерода и азота изменилось в течение опыта незначительно.

Результаты исследований по изучению баланса элементов питания в оподзоленной серо-бурой почве в условиях трехпольного севооборота (кукуруза-пшеница-клевер) и монокультур ржи (с запахиванием в мае зеленой массы в почву) и клевера (с отчуждением урожая или запахиванием его в почву) проводимых на длительных опытах экспериментальной станции штата Миссури показали, что без внесения удобрений ни севооборот, насыщенный клевером (33%), ни ежегодное запахивание зеленой массы ржи не обеспечивает положительного баланса азота в почве.

В другом опыте, проводимом на этой же станции с 1888 года получены следующие данные (табл. 2).

Таблица 2. Изменение запасов азота в почве при возделывании различных культур, экспериментальная станция штата Миссури (слой 0-17,5 см)

Варианты опыта	Общий азот, кг/акр (0,405 га)			Утеряно, % от исходного запаса азота		Ежегодные потери, %	
	в период закладки опыта	через 25 лет	через 50 лет	за первые 25 лет	через 50 лет	за первые 25 лет	через 50 лет
Кукуруза бессменно	1474,2	714,4	644,1	51,5	56,3	2,06	1,13
Пшеница бессменно	1474,2	925,3	793,8	37,3	46,1	1,48	0,92
Тимофеевка бессменно	1474,2	1127,2	1071,8	23,5	27,3	0,94	0,54
Кукуруза-овес-пшеница-клевер-тимофеевка	1474,2	924,0	881,3	37,3	40,2	1,49	0,82

В течение 50 лет почвы, находящиеся под различными культурами, потеряли от 27,3% до 56,3 % общего азота. Севооборот, насыщенный травами (25 и 40 %), по существу, ничем не отличался от монокультуры по воздействию на содержание углерода и азота в почве.

Данные экспериментальной станции штата Огайо также указывают на значительную потерю азота почвы в условиях монокультуры. За 25-летний период потери составили: в монокультуре кукурузы – 39 %, в монокультуре

картофеля – 39%, в монокультуре сои – 30% от общего содержания азота в почве.

Факт значительного снижения содержания углерода и азота в почве при возделывании культур показан также длительными опытами, проводимыми в Канаде. Опыты, проводимые на экспериментальных станциях провинций Альберта, Манитоба и Саскачеван с большой достоверностью подтверждают данное положение.

За период от 12 до 26 лет почвы Канады потеряли около четверти всего азота и 1/5 углерода от исходного содержания этих элементов в целинной почве. По мнению исследователей, наибольшие потери азота и углерода наблюдались в первые годы, затем темп разложения органического вещества несколько замедлился.

Длительный полевой опыт в Галле

Старейший длительный полевой опыт в Германии «Вечная рожь» заложен профессором Юлиусом Кюном в 1878 году в Галле на опытном поле сельскохозяйственного университета Галле – Виттенберг. Почва опытного участка – темноокрашенный, делювиальный, слабогумусированный суглинок. До нашего времени сохранились только шесть делянок (вариантов), шестая делянка введена в 1893 году: 1 делянка – без удобрений; 2 делянка – N 40 кг/га д.в.; 3 делянка - P_2O_5 56 кг/га д.в., K_2O 90 кг/га д.в.; 4 делянка - N 40 кг/га д.в., P_2O_5 56 кг/га д.в., K_2O 90 кг/га д.в.; 5 делянка – внесение навоза 12 т/га; 6 делянка – внесение навоза из расчета 6 т/га (1893-1925), с 1925 до 1953 - 8 т/га, с 1953 г. – внесение навоза на делянке прекращено.

Опыт проводится с монокультурой ржи без повторности, размер делянки – 1000 $м^2$.

Целью опыта было выяснить роль навоза и минеральных удобрений в качестве источников азота для растений.

По данным У. Меркера, содержание гумуса в почве опыта во времени значительно изменилось. В течение 75 лет на делянках, получающих навоз, оно повысилось до 1, 64% от исходного содержания 1,24%. В первые десяти-

летия увеличение содержания углерода шло значительно быстрее, нежели в последующие. За 50 лет опыта содржание гумуса повысилось на 400 мг на 100 г почвы, в то время как за последние 25 лет – только на 40 мг.

Содержание гумуса на делянке с внесением NPK, спустя 75 лет после закладки опыта осталось таким же, что и при закладке опыта. При высоком урожае ржи по фону NPK растительные остатки, поступающие в почву, обеспечивали постоянный уровень гумусированности почвы. Неудобренные делянки и делянки, получавшие одностороннее азотное удобрение имели пониженное содержание органического вещества в почве.

Установлено, что содержание азота по вариантам опыта находится в тесной корреляции с содержанием гумуса – только внесение навоза увеличивает накопление азота в почве (0, 132% в 1953 г. к 0,109 % в 1929 г.).

Что касается урожайности озимой ржи в длительном опыте Галле, то, судя по опубликованным данным, урожай зерна был несколько выше по навозному фону, чем по фону NPK, а урожай соломы, наоборот, несколько выше на делянке, удобряемой только NPK.

Как общую закономерность нужно подчеркнуть постепенное снижение урожаев ржи за период опыта по всем вариантам. По фону навоза и NPK это снижение заметно менее всего и объясняется свойствами монокультуры. Падение урожаев в других вариантах объясняется недостатком питательных веществ в почве.

Результаты исследований, проведенных на базе длительных опытов стран Западной Европы и Америки, с полной очевидностью на обширном материале подтверждают, что на разных типах почвы, от подзолистых до южных латеритов, отмечается снижение содержания гумуса и азота при возделывании культур без систематического применения удобрений. Абсолютные и относительные размеры убыли углерода и азота неодинаковы для различных районов и зависят от целого ряда факторов: климата, механического состава почвы, системы земледелия.

Несмотря на известное положительное влияние бобовых многолетних трав, их введение в севооборот является недостаточным для создания бездефицитного баланса азота даже при высоком насыщении севооборота травами (до 40%).

Длительное применение полного минерального удобрения способствует установлению бездефицитного баланса азота в почвах подзолистого типа, но в условиях повышенной минерализации органического вещества (черноземные почвы сухих прерий, интенсивная паровая обработка, пропашные культуры) данный прием оказывается малоэффективным в целях уменьшения потерь гумуса и азота.

Литература

1. Мазиров М.А. Длительный полевой опыт РГАУ-МСХА: сущность и этапы развития//Сб. докладов. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев, 2010. С.153-160
2. Kleinhempel D. Beziehungen einiger Huminstoffkennzahlen zum Ertrag auf Schwarzerdestandorten//Albrecht-Thaer-Archiv.- 1970. – Bd 14, № 1
3. Millar C.E. Soil fertility. – New-York, 1955
4. Morel R., Regamier A., Pasqualini G. Arriere-effat des enerais ozotes minaraux//C.R. Acad.Agr.Fr. – 1964. – V.50, № 11
5. Rothamsted Exp. Sta., Report for 1973. – Harpenden,1974
6. Russell E.I., Voelker I.A. Fifty years of field experiments at the Woburn experimental station. – London, 1936
7. Schmalfuss K., Kolbe G. “Der Ewige Roggenbau” in Halle nach 80 Jahre//Wiss. Zeitschr. Martim Luther-Univ. Halle-Wittenberg. – 1961. – Math. – Nat. №2/3
8. Tendille C., Barbier G. Sur le bilan de l’asote en culture intensive //C.R. Acad.Agr. Fr. – 1956. – V. 42, №5
9. White W.C., Pesek I. Nature of residual nitrogen in Iowa soils//Soil Sci. Soc. Amer. Proc. – 1959. – V. 23, №1

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И МЕЛИОРАНТОВ НА СВОЙСТВА ПОЧВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТАХ

Семендяева Н.В.

Аннотация

Показано, что длительные полевые опыты представляют собой фундаментальную базу для изучения влияния климата на агроценозы в различных почвенно-климатических зонах, разработки агротехнологий, новых систем земледелия и изучения направленности почвообразовательных процессов под влиянием антропогенного фактора.

К длительным полевым опытам относятся опыты продолжительностью более 50 лет [1]. В них наиболее ярко выражены взаимодействия и последействия систематически применяемых агротехнических и агрохимических приемов на свойства и плодородие почв. Они позволяют вскрыть качественно новые закономерности, которые невозможно обнаружить в краткосрочных опытах. Такие опыты являются уникальным объектом при изучении антропогенного воздействия на направленность почвообразовательных процессов.

Некоторые из этих опытов представлены в книге «Реестр длительных стационарных полевых опытов государственных научных учреждений Сибирского отделения Россельхозакадемии» [2] и являются «золотым фондом» России.

Наши исследования, выполненные по инициативе академика РАСХН Г.П. Гамзикова, проводились в длительных полевых опытах, заложенных в различных почвенно-климатических зонах юга Западной Сибири. Цель исследований – выявить влияние антропогенного фактора на почвообразовательный процесс в почвах различной степени окультуренности. Изучались морфологические, физико-химические и химические свойства почв.

Н.А.Караваевой и др. [3] разработан процессо-эволюционный подход к изучению агропедогенеза. Они, в частности, считают, что в настоящее время наиболее точным методом сравнительного анализа агропочв «является со-

поставление разных рядов трансформации (эволюции) антропогенных почв в культуре». По мнению данных исследователей изучаемые ряды должны отличаться по деградации, окультуриванию, осушению или по влиянию каких-либо других частных форм взаимодействия. При таком методе сравнения нет необходимости знать исходные (природные) параметры профиля почв. В своих исследованиях мы опирались на данный подход.

Условия и методика проведения

Влияние длительного применения удобрений (минеральных и органических) и сельскохозяйственного использования на развитие различных типов почв юга Западной Сибири изучалось нами в следующих длительных стационарных опытах:

Опыт 1. Дерново-подзолистые почвы таежно-лесной зоны (Нарымская опытная станция Колпашевского района Томской области). Опыт заложен в 1947 году и продолжает функционировать до настоящего времени [2]. Несколько раз в течение 50-х и 60-х годов прошлого столетия на опытном участке проводили углубление подпахотного горизонта до глубины 28-30 см, что хорошо видно на почвенном профиле. В эти же годы в варианте с совместным внесением минеральных и органических удобрений внесена известь в дозе 6-9 т/га. За годы исследований несколько изменялся севооборот, постепенно корректировалась схема внесения удобрений, однако некоторые варианты опыта оставались с неизменными технологиями и дозами внесения удобрений. Это – контроль (без удобрений), N120P120K120 (ежегодно), N90P90K90 (ежегодно) + навоз 40 т/га. На них нами были взяты почвенные образцы по генетическим горизонтам на глубину до 150 см. В опыте исследуется зернотравяной севооборот со следующим чередованием культур: занятый пар (горохо-овсяная смесь на зеленый корм) – ячмень – клевер на зеленый корм – озимая рожь – яровая пшеница – горох с овсом на зерно – овес. Полуперепревший навоз вносится в занятый пар с последующей перепашкой, минеральные удобрения – вручную ежегодно под предпосевную обработку [4].

Опыт 2. Черноземы выщелоченные среднегумусные среднемощные среднесуглинистые изучены в лесостепной зоне Алтайского (Западно-Сибирская овощная опытная станция) и Новосибирского Приобья (опытно-производственное хозяйство СибНИПТИЖа).

На Западно-Сибирской овощной станции многолетний стационарный опыт по изучению сравнительной эффективности систем удобрений и их влиянию на урожайность овощных культур и картофеля, заложен в 1942 году [5]. Это уникальный, самый длительный многолетний опыт в Западной Сибири, который действует и в настоящее время. Он был заложен под руководством заведующего отделом агрохимии Всесоюзного научно-исследовательского института овощного хозяйства З.И. Журбицкого.

За 11 ротаций севооборота опыт претерпел четыре модернизации. В настоящее время он размещен в севообороте, развернутом во времени на двух полях с чередованием культур: томат – капуста – морковь – картофель – огурец. Агротехника выращивания овощных культур и картофеля – общепринятая в зоне. Влажность почвы поддерживается поливами на уровне 70 % полной полевой влагоемкости (ППВ) для моркови, томата и картофеля и 80 % ППВ – для огурца и капусты. При средних погодных условиях число поливов было следующим: под капусту – 6-8, огурец – 3-4, томат – 2-3. В засушливые годы число поливов увеличивалось.

Нами были отобраны почвенные образцы под морковью, 12-ая ротация, первое поле до глубины 150-160 см по генетическим горизонтам в следующих вариантах: 1. Контроль (без удобрений); 2. N56P81K66 севооборотной площади; 3. N56P81K66 + 6 т/га органических удобрений (навоз) на 1 га севооборотной площади [5].

В Новосибирском Приобье опыт по длительному применению минеральных удобрений на орошаемом пастбище заложен в 1976 году и продолжал функционировать до 2006 года. В настоящее время он закрыт. Опыт включал 9 вариантов с удобрениями. Травостой состоял из костреца безостого (сорт СибНИИСХоз – 189), тимофеевки луговой (Новосибирская 1), ов-

сяницы луговой (Камалинская 95). Удобрения вносили ежегодно в виде аммиачной селитры, суперфосфата и хлористого калия. Полив проводили дождеванием установкой ДДН-70 из закрытой оросительной сети. Для полива использовали воду Обского водохранилища. Влажность почвы в слое 0-30 см поддерживали на уровне 60-70 % НВ.

Почвенные образцы из разрезов взяты в 2006 году по генетическим горизонтам на следующих вариантах: 1. Контроль (без удобрений); 2. P60K60 (фон 1); 3.P60K60 + N 180; 4. P90K120 (фон 2); 5. P90K120 + N180; 6. P90K120 + N300.

Опыт 3. Изменение свойств солонцов под влиянием длительного одноразового внесения гипса изучалось на стационаре Сибирского НИИ земледелия и химизации (Чулымский район Новосибирской области), расположенном в северной лесостепной зоне в пределах Барабинской низменности. Исследования проводятся в двух микроделяночных опытах, расположенных в непосредственной близости друг от друга. Изучаемые почвы – солонцы корковые гидроморфные мало-и многонатриевые глинистые.

На малонатриевых солонцах опыт заложен в 1981 году. Набор доз гипса взят эмпирически и изменялся от 0 до 50 т/га без учета содержания обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе (ППК). Для многонатриевых солонцов дозы гипса рассчитаны по среднему образцу с интервалом 0,25 нормы по содержанию натрия – от 0 до 1,25 нормы: без гипса (контроль), гипс в дозах 11, 23, 36, 45 и 56 т/га. Этот опыт заложен в 1986 году [6]. Делянки в обоих опытах были обтянуты полиэтиленовой пленкой на глубину 30-40 см с небольшим напуском (во избежание поверхностного и внутрипочвенного стоков).

С 1994 года опытные участки находятся под залежью, но перед этим на них была посеяна смесь люцерны и донника. В 2006 году были вскрыты некоторые делянки на одной из повторностей, выкопаны разрезы на глубину 100-120 см. Варианты на многонатриевом солонце: контроль (без гипса), гипс – 11, 45 (полная доза по Гедройцу), 56 т/га. Варианты на малонатриевых со-

лонцах: контроль (без гипса), гипс – 12 (полная доза по Гедройцу), 18, 35 и 50 т/га. В этих вариантах в предыдущие годы проводили детальные исследования, позволяющие в настоящее время выявить изменения свойств солонцов и направленность почвообразовательного процесса.

Результаты исследований

Исследования показали, что антропогенное воздействие на свойства почв в различных почвенно-климатических зонах Западной Сибири проявляется в разной степени. Оно определяется типом почвообразовательного процесса и прежде всего сказывается на морфологическом профиле. При сельскохозяйственном использовании верхняя часть почвенного профиля меняется вследствие формирования пахотного горизонта, который для окультуренных почв при сохранении зонального облика приобретает значение нового самостоятельного генетического горизонта Апах.

Под действием агротехнических и мелиоративных приемов, а также систематического применения удобрений в дерново-подзолистных почвах увеличивается мощность гумусового слоя и всей почвенной толщи, охваченной почвообразованием. В зависимости от степени окультуренности произошла дифференциация горизонта Апах на подгоризонты. Чем выше степень окультуренности, тем данная дифференциация выражена слабее.

В антропогенно-измененном профиле усиливаются процессы оподзоливания и лессиважа, приводящие к визуальному увеличению оглеения нижних горизонтов, хотя количественного накопления оксидов не обнаруживается. При систематическом применении минеральных удобрений изменяется величина pH, возрастает гидролитическая кислотность. Периодическое внесение органических удобрений сглаживает негативность подзолообразования. Можно предположить, что периодическое проведение известкования способствовало бы более интенсивному развитию дернового процесса. Научно обоснованное сельскохозяйственное использование подзолистых почв переводит их в подтип дерново-подзолистых, усиливает развитие дернового

процесса, тем самым изменяет направленность почвообразования и повышает уровень их плодородия.

Дерновый почвообразовательный процесс, в результате которого формируются черноземы выщелоченные Приобья, более устойчив к антропогенным воздействиям по сравнению с подзолообразовательным и галогенным. Антропогенез значительно меньше способствует изменению свойств данных почв. Основные изменения проявляются в морфологическом профиле в виде увеличения мощности гумусового слоя, в выраженности и глубине залегания карбонатного слоя.

На черноземах выщелоченных на контроле (без применения удобрений) независимо от сельскохозяйственного использования ухудшаются физико-химические свойства и снижается плодородие. В горизонте Апах преобладает комковатая структура. С глубиной комковатость и плотность усиливаются, снижается сопротивляемость почвы антропогенному фактору и в профиле возрастает переуплотнение и коркообразование. Внесение минеральных удобрений улучшает агрономически ценную структуру, возрастает мощность гумусового слоя (А + АВ) и генетических горизонтов, снижается плотность почвы. Совместное внесение минеральных и органических удобрений в овощном севообороте способствует появлению дождевых червей и созданию копролитовой структуры.

Одноразовое внесение гипса на солонцы корковые мало-и многонатриевые проявляет свое положительное мелиоративное действие в течение 20 и более лет. Гипс, внесенный более 20 лет тому назад, устойчиво снижает щелочность. На контроле (без гипса) величина pH в пахотном слое – щелочная и колеблется по годам в пределах 8-8,4. С глубиной она существенно возрастает до 9,9 и находится в интервале сильнощелочной. Внесение мелиорантов снижает величину pH по всему профилю, и она находится в интервале нейтральной (pH~7) в слое 0-20 см, т.е. благоприятной для протекания биологических процессов и развития культурных растений.

Под влиянием длительного действия гипса в профиле мелиорированных солонцов происходят изменения в перераспределении механических элементов гранулометрического состава. При этом снижается содержание илистой фракции и общее содержание физической глины. В малонатриевых солонцах данные изменения охватывают всю 100-сантиметровую толщу, а в многонатриевых – лишь слой 0-60 см, что свидетельствует о разной интенсивности протекания мелиоративных процессов.

В залежном состоянии в распаханных немелиорированных солонцах в бывшем пахотном горизонте восстанавливается солонцовый столбчатый горизонт, причем из пахотного коркового солонца вновь формируется корковый солонец. Полные дозы гипса, рассчитанные по методу Гедройца, создают пахотный горизонт комковато-зернистой структуры и переводят корковые солонцы в тип луговых и черноземно-луговых почв различной степени солончаковатости и солонцеватости. Чем выше доза гипса, тем больше мелиоративный эффект.

Выводы

1. Длительные стационарные опыты позволяют обнаружить результат медленно протекающих в почвах физико-химических, физических, химических и биологических процессов, которые способны изменять их морфологический облик.

2. Антропогенное влияние на свойства различных почв неодинаково и в значительной степени определяется типом почвообразования, которое возможно выявить и установить только в длительных стационарных опытах.

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / М.:Колос, 1979. – 415 с.

2. Реестр длительных стационарных полевых опытов государственных научных учреждений Сибирского отделения Россельхозакадемии /составители: Ашмарина Л.Ф., Ермохина А.И., Галактионова Т.А.– Изд.1-е – Новосибирск, 2009. –285 с.

3. Караваева Н.А., Жариков С.Н., Кончин А.Е. Пахотные почвы нечерноземья: процессо-эволюционный подход к изучению //Почвоведение. – 1985.–№ 11– С.114-125.

4. Вервайн О.Д. Итоги агротехнических исследований в условиях Нарымского края // Вклад НГСС в научное обеспечение АПК Сибири (история, результаты, проблемы, перспективы). – Томск, 2003. - С.89-92.

5. Гладких В.И., Сирота С.М. Агротехника овощных культур. Алтайский университет – Барнаул, 2002. – 107 с.

6. Галеев Р.Ф. Особенности химической мелиорации солонцов с различным содержанием обменного натрия // Дисс. на соиск. ученой степени канд. с.-х. н.: Новосибирск, 1994, 162 с.

УДК 631.44

ГУМУС ПОЧВ В ДЛИТЕЛЬНЫХ БЕССМЕННЫХ ПАРАХ (История и география изучения, экспериментальные результаты, теоретические аспекты, практическая)

Когут Б.М.

Аннотация

Длительные полевые опыты, в т.ч. и при бессменном паровании почвы, дают возможность проводить наиболее объективную и достоверную оценку потерь и накопления органического вещества. Тем не менее, для установления количественных закономерностей временной динамики Сорг в стационарных полевых опытах необходимо решение ряда теоретических и методических проблем. Выявление значимого тренда в содержании органического углерода требует учета аналитической ошибки, пространственной вариабельности, сезонной и многолетней изменчивости.

Идея по закладке длительного опыта с бессменным чистым паром, вероятно, впервые в мире была реализована в 1912 г. профессором Дояренко А.Г. на полях Петровской сельскохозяйственной академии. Ротамстедская опытная станция (Великобритания) насчитывает более чем 160-летнюю историю проведения длительных полевых экспериментов. Однако даже на ней опыт с бессменным чистым паром был заложен только в 1959 г. на участке (почва -Chromic Luvisol по классификации FAO, 1989), который ранее (с 1838 г.) использовался как луговое угодье с управляемым выпасом (Барре с соавт., 2011). Аналитический обзор по временной динамике содержания гумуса дерново-подзолистой почвы при ее длительном бессменном паровании (Тимирязевская сельскохозяйственная академия) представлен в монографии Лыкова А.М. с соавт. (2004).

Во Франции в садах Шато де Версаль (суглинистая Luvisol) в 1928 г. был заложен старейший полевой опыт в Европе по бессменному чистому пару-ванию. Размер делянок небольшой; всего – 2х2,5 м. Почву участков вруч-ную перекапывают дважды в год до глубины 25 см, чистый пар поддержива-ют путем прополки сорной растительности и с помощью гербицидов.

Длительные наблюдения за динамикой органического углерода в поч-вах под бессменным чистым паром проводятся также в Аскове (Дания, год начала опыта - 1956), Шато де Гриньон (Франция, 1959 г.), Ультуна (Швеция, 1956 г.) (Барре с соавт., 2010), в Бад Лаухштедте (Германия, 1983 г.) (Кёр-шенс, 1992) и др.

Условия и методика проведения

В России в Курской области на типичном черноземе представлены уникальные стационарные опыты по бессменному чистому парованию поч-вы, заложенные в 1947 г. (Центрально-Черноземный государственный био-сферный заповедник им. В.В. Алехина, ЦЧГБЗ), 1964 г. (Петринский опор-ный пункт Почвенного института им. В.В. Докучаева и Курского НИИ АПП) и 1984 г. (ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии).

В апреле 1947 г. был распахан участок целинной разнотравно-луговой степи площадью 0,6 га. Паровой участок расположен на водораздельном пла-то. Этот многолетний опыт был заложен А.Ф. Большаковым. Участок черно-го пара от начала проведения полевого эксперимента до настоящего време-ни поддерживается в относительно чистом состоянии. Борьба с сорняками ве-дется путем культивации почвы и периодической вспашки на глубину 22-24 см. По инициативе Е.Т. Музычкина на Петринском опорном пункте в пла-корных условиях на 200-летней пашне был заложен опыт (15х200 м) с бес-сменным парованием типичного чернозема. В 1998 г. опыт был видоизменен: 2/3 площади участка было оставлено под бессменное парование почвы, а 1/3 – отведена под залежь. Опыт с бессменным чистым паром ВНИИЗ и ЗПЭ расположен на склоне северной экспозиции (“Длительные полевые опыты на черноземах Курской области, 2010”) .

К сожалению, следует признать, что в подавляющем большинстве длительных опытов с бессменным чистым парованием почвы отсутствуют надежные исходные данные по содержанию органического углерода.

Результаты исследований

Изучение сезонной динамики содержания органического углерода на типичном черноземе Петринского опорного пункта было проведено в специально спланированном лабораторно-полевом эксперименте в условиях квазистационарного гумусового состояния, установившегося на варианте 25-летнего опыта – бессменный чистый пар без удобрений. Считаем целесообразным привести краткую характеристику методической стороны этого эксперимента.

С фиксированных пробных площадок (100 $м^2$) из пахотного горизонта (послойно 0-10 и 10-25 см) отбирали по 20 индивидуальных образцов. Сроки отбора – сентябрь 1988 г., апрель и июнь 1989 г.

Предварительная статистическая обработка данных с учетом аналитических погрешностей по методике, описанной в (Фрид, 1992) показала, что между слоями 0-10 и 10-25 см для всех сроков наблюдений в содержании Сорг достоверных отличий (P=0.95) установлено не было. В связи с этим при изучении сезонной динамики содержания Сорг были сформированы единые выборки для слоя 0-25 см по каждому сроку отбора образцов, данные по которым представлены в таблице 1.

Анализ этой таблицы показал, что на бессменном пару содержание Сорг от осени к весне достоверно возрастало, а при сравнении весенних и летних данных значимых различий (P=0,95) отмечено не было. Размах колебаний среднего содержания гумуса не превысил 0,1 % Сорг от массы почвы.

Таблица 1. Сезонная динамика содержания органического углерода в пахотном слое типичного чернозема, Сорг % от массы почвы

Вариант опыта	Срок отбора	Статистические параметры			
		M	s	m	V, %
Бессменный пар	09.88 г.	3.182	0.065	0.015	2.0
	04.89 г.	3.285	0.072	0.016	2.2
	06.89 г.	3.292	0.069	0.015	2.1

На основе полученных данных с помощью многофакторного дисперсионного анализа было показано, что на варианте “бессменный пар” сезонная динамика содержания органического углерода на 26 % обусловлена аналитической ошибкой, на 48 % - пространственной вариабельностью и только на 25 % сроком отбора образцов (т.е. собственно сезонной динамикой).

Многолетнюю динамику содержания гумуса изучали на типичном черноземе в условиях его длительного чистого парования на трех объектах с различными сроками заложения экспериментов.

На Петринском опорном пункте исследования проведены с 1965 по 2009 гг. В 1978, 1983, 1988, 1998 и 2009 гг. с площадок в 100 м^2 отбирали по 10 индивидуальных образцов с верхнего 0-25 см слоя почвы. Для анализа были также использованы архивные смешанные образцы, отобранные в 1965 и 1970 гг. Кроме того, на длительных опытах ЦЧГБЗ и ВНИИЗ и ЗПЭ с площадок в 100 м^2 из пахотного слоя (0-25 см) было также отобрано по 10 индивидуальных образцов почв в 2009 г. (Когут, 2011).

Определение содержания органического углерода в почвенных пробах проведено методом сухого сжигания на автоматических анализаторах Leco и АН-7529. Для контроля правильности анализов и калибровки аппаратуры использовали стандартный образец предприятия и государственный стандартный образец СП-1 (Когут, 1996, 1975).

Как видно из рисунка 1, равновесное состояние по содержанию Сорг при бессменном паровании типичного чернозема было установлено в течение ~ 20-25 лет. При этом следует отметить, что длительный опыт на Петринском

опорном пункте был заложен на старопахотном черноземе в определенной степени уже выпаханном.

В пользу установления состояния квазистационарного равновесия по содержанию гумуса на типичном черноземе под бессменным паром также свидетельствует информация, полученная на трех близко расположенных длительных опытах Курской области (ЦЧГБЗ, Петринский опорный пункт, ВНИИЗ и ЗПЭ) с разницей в длительности проведения опытов примерно в 20 лет.

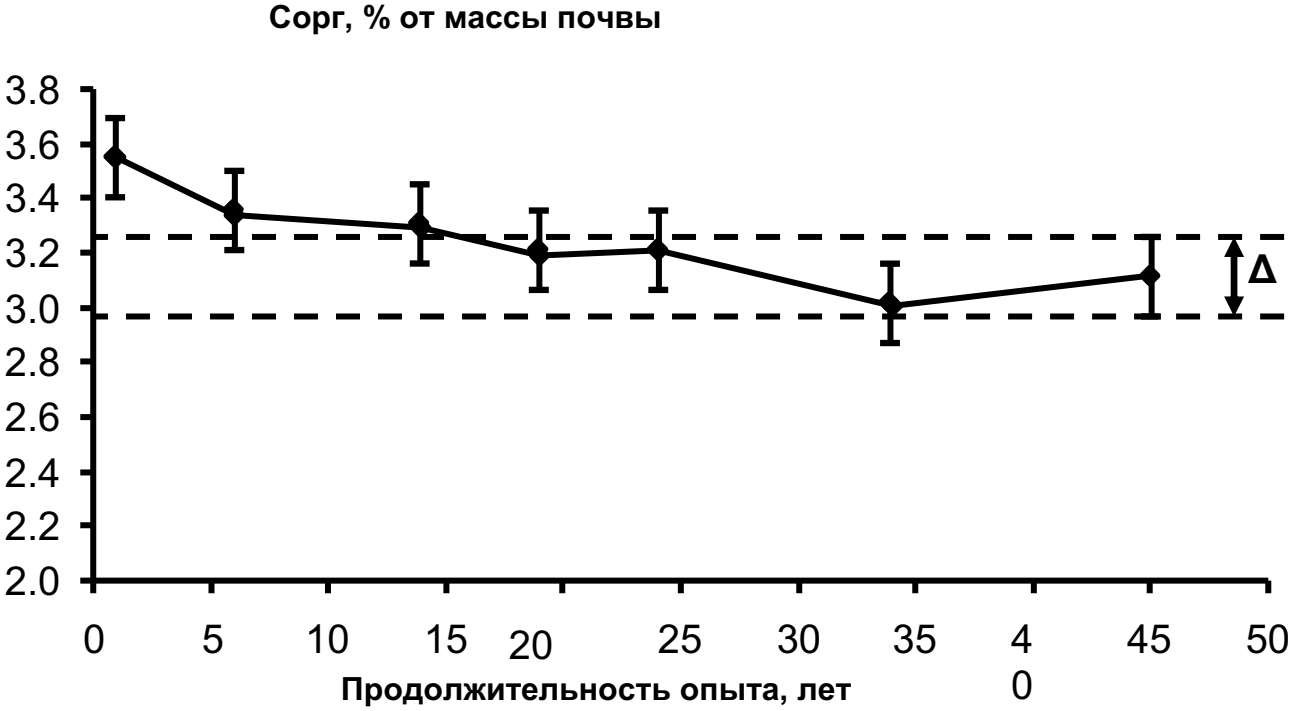


Рис. 1. Длительная динамика органического углерода на типичном черноземе Петринского опорного пункта под бессменным чистым паром, Сорг % от массы почвы (**Δ** - максимальный размах многолетних колебаний содержания Сорг в пахотном слое после установления в почве квазиравновесного состояния)

Средние в содержании Сорг по результатам исследований трех длительных опытов на типичном черноземе в условиях бессменного парования достаточно близки. При этом несколько меньшие значения Сорг в типичном черноземе длительного опыта ВНИИЗ и ЗПЭ (3,01±0,05 %) наиболее вероятно связаны с тем, что он заложен на склоне в отличие от таковых двух других опытов, заложенных на плакоре. Следует подчеркнуть, что на типичном

черноземе под бессменными парами ЦЧГБЗ (3,16±0,04 %) и Петринского опорного пункта (3,12±0,05 %) были установлены близкие значения по содержанию Сорг, несмотря на то, что первый опыт был заложен на целинном черноземе в 1947 г., а второй - на старопахотном в 1964 .

В осенние сроки с 1998 по 2007 гг. по одной схеме отбирали по 4 смешанных образца из пахотного слоя типичного чернозема под бессменным чистым паром (Петринский опорный пункт) и анализировали их на содержание Сорг. Статистический анализ полученных результатов свидетельствовал об отсутствии значимых различий между средними значениями Сорг в годы исследований, т.е. в анализируемый период система почвенного органического вещества находилась в состоянии равновесия (Когут с соавт., 2011).

Представляет интерес изучение восстановления содержания гумуса при отведении части участка (Петринский опорный пункт), занятого бессменным чистым паром, под залежь.

Сравнительный анализ данных табл. 2 показал, что при зарастании участка бессменного пара естественной растительностью в течение 3-х лет накопления гумуса в типичном черноземе не происходит, и даже наблюдается некоторая тенденция снижения содержания гумуса в этих условиях.

Таблица 2**.** Сравнительная оценка изменения содержания Сорг (% от массы почвы) под бессменным чистым паром и залежью

Вариант опыта, год отбора образцов	n	M	s	m	V, %
Бессменный пар (участок, отведенный под залежь), 1998	6	3,430	0,237	0,097	6,9
Залежь, 2001	6	3,242	0,111	0,045	3,4
Бессменный пар, 1998	10	3,292	0,167	0,052	5,1
Бессменный пар, 2001	10	3,194	0,089	0,028	2,8

Результаты исследований Шеина (2011) свидетельствуют о накоплении гумуса (10-15 отн. %) после пребывания этого же участка под залежью в течение 10 лет.

Таким образом, показано, что в современных черноземах под бессменным чистым паром (длительность опытов > 50 лет) гумус пребывает в квазистационарном состоянии, когда инерционность в системе настолько велика, что изменения в валовом содержании гумуса идут крайне медленно и аналитически не фиксируются.

В соответствии с М. Кёршенсом (1992,2002) содержание органического углерода почвы состоит из инертного, практически не участвующего в процессах превращения, и трансформируемого органического углерода. Инертная фракция в основном зависит от условий местообитания (содержание ила и мелкой пыли), а разлагаемая, которая легко трансформируется в почвах, от условий хозяйствования. Содержание инертного гумуса близко понятию минимального, которое можно определить в неудобренных почвах с высоким насыщением пропашными культурами или наиболее правильно в условиях бессменного чистого парования.

Было предложено (Когут, 1998) при оценке степени выпаханности черноземов с позиций их гумусового состояния использовать в качестве точки отсчета значения минимального содержания гумуса, а объективные интервалы шкалы значений содержания гумуса согласно Фриду, Большакову (1988) строить на основании величин межлабораторных допустимых расхождений.

С учетом сказанного составлена шкала градации пахотных почв России по степени гумусированности пахотного слоя (“Методические указания… , 2003 ”), а также разработаны нормативы изменения содержания органического вещества в пахотных почвах (“Зонально – провинциальные нормативы…, 2010”). В последней работе представлены значения для минимально допустимых, оптимальных и максимально допустимых градаций содержания гумуса для пахотных почв ЕТР.

Заключение

В пределах допустимого диапазона изменений содержания гумуса вполне реальна задача его регулирования на нормативной основе. С позиций

агроэкологии стратегия внесения органических удобрений при условии их ограниченных ресурсов должна быть направлена на удобрение наиболее выпаханных почв. С другой стороны, слишком высокое содержание гумуса может быть экологически и экономически невыгодным, поскольку неизбежно связано с активным высвобождением азота, особенно в периоды, когда он не может быть использован растениями и, следовательно, с загрязнением окружающей среды. По этой причине допустимые значения обеспеченности почв гумусом могут иметь верхнюю границу.

Литература

1. Барре П., Эглин Т. и др. Новые возможности изучения стабильного пула углерода в длительных опытах с чистыми парами// Агрохимия. 2011. №12. С.28-35.

2. Длительные полевые опыты на черноземах Курской области России (путеводитель) /РАСХН. 2010. Курск. –35 с.

3. Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв Европейской территории России при антропогенных воздействиях. А.С.Фрид с соавт. : Метод. рекомендации. – М.: ГНУ Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. – 176 с.

4. Кёршенс М. Значение содержания гумуса для плодородия почв и круговорота азота //Почвоведение. 1992. №10. – С.122-131.

5. Кёршенс М., Шульц Э., Титова Н.А. Динамика гумуса в лессовом черноземе // Почвоведение. 2002. №5. С.601 – 606.

6. Когут Б.М. Трансформация гумусового состояния черноземов при их сельскохозяйственном использовании: Автореф. дис. … д. с.-х. н. – М., 1996. – 48 с.

7. Когут Б.М. Оценка степени выпаханности черноземов по содержанию гумуса // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения / Тез. докл. Всерос. конф. М., РАСХН. 1998. С.47-49.

8. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2004. – 630 с.

9. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.:ФГНУ “Росинформагротех”, 2003 – 240 с.

10. Свидетельство на стандартный образец СП-1 (курский чернозем) – Иркутск. – 1975.- 12 с.

11. Фрид А.С. Об оценке степени дифференциации показателя в почвенном профиле// Почвоведение. 1992. №5. С.112-116.

12. Фрид А.С., Большаков В.А. Вопросы метрологии при разработке моделей плодородия почв // Бюл. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева.1988. Вып.53. С.10-13.

13. Шеин Е.В., Лазарев В.И., Айдиев А.Ю., Сакункончак Т., Кузнецов М.Я., Милановский Е.Ю., Хайдапова Д.Д. Изменение физических свойств черноземов типичных (Курская область) в условиях длительного стационарного опыта // Почвоведение. 2011. №10. С.1201-1208.

УДК 631.005.584

УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ И СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ АКТИВНЫМ ОРГАНИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВОМ*

Семенов В.М., Когут Б.М., Лукин С.М., Русакова И.В., Шарков И.Н., Тулина А.С., Лазарев В.И.

Аннотация

Установлены максимальных, минимальных и модальных уровней содержания активного ОВ в разных типах почвы и дана оценка степени чувствительности активного ПОВ к агротехническим операциям, используемым в агроэкосистемах.

Почвенное органическое вещество (ПОВ) представляет собой многокомпонентный континуум частично и полностью разложившихся остатков биоты, микробной биомассы, экскреций, биомолекул и гуминовых веществ, располагающихся в конгломерате минеральных частиц, со временем существования от нескольких часов и суток до тысячелетий. Содержание ПОВ зависит от количества и качества поступающего свежего органического материала, скорости его деструкции и разложения, физико-химических и биологических свойств почвы, контролирующих процессы стабилизации промежуточных и конечных продуктов разложения органического вещества (ОВ), наличия дестабилизирующих ПОВ факторов, а также скорости разложения и минерализации старого, собственно почвенного ОВ. Немаловажное значение

имеют климатические условия, структура ландшафта, системы земледелия с соответствующими способами обработки почвы. Выделяют три основных уровня содержания ОВ в почве: максимальное, минимальное и модальное [1]. Максимальное содержание ОВ устанавливается в почве в естественных условиях, когда растительная масса не отчуждается, как это свойственно целине или длительной залежи. Минимальным содержанием ОВ характеризуется почва в условиях длительного бессменного (чистого) пара, когда растительные остатки и органические удобрения не поступают в почву, а агротехнические обработки производятся постоянно. Модальное содержание ОВ – это наиболее распространенный его уровень в почве конкретной почвенно-климатической зоны (района) определенного гранулометрического состава с типичной агроэкосистемой. С целью определения потребности в оптимизации или в воспроизводстве запасов ОВ в почве введено понятие критического уровня его содержания, под которым подразумевается такое содержание органического углерода ($C_{орг}$) в пахотном слое почвы, ниже которого происходит снижение урожайности культур, несмотря на достаточное применение минеральных удобрений [4]. В других исследованиях используется понятие порогового содержания $C_{орг}$ в почве [5]. Если содержание $C_{орг}$ ниже порового уровня, его недостаток лимитирует продуктивность культур, появляются признаки деградации и ухудшения качества почвы с характерными изменениями ее свойств и нарушением биогеоценотических функций. В почве с содержанием $C_{орг}$ выше порогового уровня его дальнейшее накопление не дает соответствующего прироста урожая, наступает быстрое насыщение почвы $C_{орг}$, избыток которого теряется из почвы [6]. Каждому типу почвы свойственен свой критический (пороговый) уровень содержания ПОВ. Агротехнические мероприятия, применяемые с целью повышения урожайности культур (оптимальные дозы удобрений, минимизация механической обработки почвы, изменение доли чистого пара в севооборотах), обеспечивали увеличение содержания $C_{орг}$ в выщелоченном черноземе на 0.1-0.2%, а ежегодное внесение соломы в дозах 3.0-9.0 т/га – на 0.1-0.3% [4]. Однако надо иметь в виду

величина ΔС до 0.2% от массы типичного чернозема может быть обусловлена экспериментально зарегистрированной сезонной изменчивостью содержания $C_{орг}$ в почве, состоящей из аналитической ошибки, пространственной вариабельности и собственно сезонной составляющей [1]. Поэтому при определении краткосрочной динамики $C_{орг}$, диагностики состояния ПОВ и оценки эффективности мероприятий по воспроизводству ПОВ следует измерять не столько валовое количество $C_{орг}$, сколько его содержание в химически лабильных и биологически активных пулах и фракциях. Биологически трансформируемый, активный пул ПОВ со временем оборачиваемости от менее 3-х до 10 лет ответственен за реализацию большинства физических, химических, биологических, экологических и агрономических функций ОВ в почве. К активному пулу ПОВ, измеряемому биокинетическим методом, относится химически и физически незащищенное ОВ высокого энергетического и питательного статуса, быстро утилизируемое микроорганизмами и расходуемое при формировании макроагрегатов, способное к химическим и биохимическим реакциям [2].

Методика и условия проведения

Исследования проводили с образцами дерново-подзолистой супесчаной почвы (Владимирская обл.), типичного чернозема (Курская обл) и выщелоченного чернозема (Новосибирская обл.) стационарных полевых опытов, отобранными в 2010 году. Первый опыт на дерново-подзолистой почве, включающий бессменный чистый пар и варианты неудобренных и удобренных агроценозов, проводится с 1968 года. Второй опыт, в котором изучается влияние применения соломы на плодородие дерново-подзолистой почвы, заложен в 1997 году. Контролем служила почва залежи с 2001 г. Образцы типичного чернозема отобраны на целинном участке (Центрально-Черноземного государственного биосферного заповедника им. В.В.Алехина) и с длительного полевого опыта Курского НИИ агропромышленного производства. Варианты чистого бессменного пара и бессменной озимой пшеницы поддерживаются с 1964 года, а севооборота – с 1968 года. Опыт на выщело-

ченном черноземе с бессменным чистым паром и бессменной пшеницей проводится с 1997 года, а варианты другого опыта, заложенного в 2001 году, различались характером использования парового поля в севообороте и количеством поступающих в почву растительных остатков. Методика определения в почве активного (потенциально-минерализуемого) ОВ описана в публикациях [2, 3].

Максимальный уровень содержания валового ОВ в дерново-подзолистой почве, в типичном и выщелоченном черноземе превышал минимальный, свойственный чистому бессменному пару, в 1.49-2.23 раза, а активного ОВ – в 4.33-5.12 раза (табл.1).

Таблица 1. Содержание углерода активного органического вещества в необрабатываемых почвах и в пахотных почвах длительных стационарных опытов

Залежь (целина)		Чистый бессменный пар		Агроценозы (среднее по вариантам)	
1	2	1	2	1	2
Дерново-подзолистая супесчаная почва, Владимирская область					
109	10.0	25	5.1	51±10	7.8±1.5
Чернозем типичный тяжелосуглинистый, Курская область					
186	4.7	43	1.6	65±15	1.9±0.4
Чернозем выщелоченный среднесуглинистый, Новосибирская область					
292	5.2	57	2.0	84±16	2.3±0.4

Примечание: 1 – мг С/100 г, 2 – % от $С_{орг}$.

Обеспеченность почв естественных угодий и чистого пара активным ОВ уменьшалась в следующей последовательности: выщелоченный чернозем > типичный чернозем > дерново-подзолистая почва, совпадая с таковой для валового $С_{орг}$. Можно заметить, что доля активного ОВ от валового содержания ПОВ в дерново-подзолистой супесчаной почве была выше, чем в среднесуглинистом выщелоченном черноземе и в тяжелосуглинистом типичном черноземе. Это обусловлено, по-видимому, не столько повышенными минерализационными потерями ПОВ или меньшими размерами поступления свежего материала в черно-

земных почвах, сколько благоприятными для стабилизации активных компонентов ОВ физико-химическими свойствами, гранулометрическим и минералогическим составом, характерными для этих почв.

Показанная выше последовательность была также свойственна для почв с удобренными и неудобренными агроценозами, при этом прирост содержания валового и активного ПОВ по сравнению с чистым паром составлял 26-35 и 47-104% соответственно. Полученные средние величины содержания активного ОВ в почвах агроценозов можно принять за модальный уровень его содержания для этих почв. В дерново-подзолистой почве самое высокое содержание активного ОВ обнаруживалось в варианте с ежегодным внесением навоза из расчета 20 т/га, а самое низкое – в почве без удобрений. Обеспеченность активным ОВ почвы с минеральной системой удобрения была ниже, чем с органо-минеральной системой. Существенное обогащение дерново-подзолистой почвы активным ОВ обеспечивало систематическое внесение соломы зерновых и зернобобовых культур в среднегодовом количестве 1.8 т/га в год. Если в почве неудобренного контроля содержалось 46 мг С/100 г потенциально-минерализуемого (активного) ОВ, то в вариантах с внесением одной соломы и на фоне N54P51K57 соответственно 67 и 57 мг С/100 г. Очевидно, что дополнительное поступление элементов питания с минеральными удобрениями, особенно азота, усиливало микробное разложение соломы с более значительными минерализационными потерями ОВ и образованием стабильных продуктов. В черноземе типичном неудобренных агроценозов содержалось в 1.2-1.3 раза больше активного ОВ, чем в почве чистого пара. Внесение минеральных удобрений и применение их на фоне органических удобрений повышало обеспеченность типичного чернозема активным ОВ по сравнению с чистым паром в 1.5 и 2.0 раза соответственно. Самое высокое содержание активного ОВ в опыте на выщелоченном черноземе обнаруживалось в варианте с бессменной пшеницей (122 мг С/100 г или 3.4% от валового $C_{орг}$). Внесение пшеничной соломы, а также замена чистого пара занятым или сидеральным паром с обязательной заделкой пшеничной соломы повышало обеспеченность почвы неудобренных аг-

роценозов активным ОВ на 21, 23, и 29% по сравнению с севооборотом, в котором паровое поле было представлено чистым паром. Применение минеральных удобрений способствовало достоверному увеличению содержания активного ОВ в почве севооборота с чистым паром и с внесением соломы, тогда как в севооборотах с занятым и сидеральным паром прироста активного ОВ не наблюдалось.**Выводы**

1. Обеднение пахотных почв органическим веществом происходит в основном за счет потенциально-минерализуемых его компонентов, слагающих активный пул ПОВ. Даже при самых благоприятных условиях для формирования минерализуемого пула органического вещества в севообороте с внесением навоза и полного минерального удобрения, обеспеченность пахотных почв активным ОВ существенно ниже, чем в почвах естественных или залежных угодий.

2. Функциональное состояние обрабатываемых дерново-подзолистой почвы и чернозема может лимитироваться недостатком активного ОВ, которое необходимо для поддержания непрерывной оборачиваемости агрегатов и формирования структуры, трансформации элементов минерального питания, других биологических и физико-химических процессов, связанных с основными режимами и свойствами почвы.

3. Рекомендуемые агротехнические мероприятия, направленные на повышение урожайности культур, должны при необходимости включать приемы не только по воспроизводству валового органического вещества в почвах, но и по увеличению обеспеченности их активным ОВ. Также как и для общего $C_{орг}$, должны быть определены критические уровни содержания активного ОВ в почвах агроценозов, которые можно было бы использовать при индикации качественных изменений происходящих в почвенном органическом веществе.

Литература

1. Когут Б.М., Фрид А.С., Масютенко Н.П., Куваева Ю.В., Романенков В.А., Лазарев В.И., Холодов В.А. Динамика содержания органического угле-

рода в типичном черноземе в условиях длительного полевого опыта // Агрохимия. 2011. № 12. С. 37-44.

2. Семенов В.М., Тулина А.С. Сравнительная характеристика минерализуемого пула органического вещества в почвах природных и сельскохозяйственных экосистем // Агрохимия. 2011. № 12. С. 53-63.

3. Семенов В.М., Иванникова Л.А., Семенова Н.А., Ходжаева А.К., Удальцов С.Н. Минерализация органического вещества в разных по размеру агрегатных фракциях почвы // 2010. № 2. С. 157-165

4. Шарков И.Н. Концепция воспроизводства гумуса в почвах // Агрохимия. № 12. С. 21-27.

5. Loveland P., Webb J. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review // Soil and Tillage Research. 2003. V. 70. P. 1-18.

6. Six J., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils // Plant and Soil. 2002. V. 241. P. 155-176.

УДК 635.44:630.12

НОВЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ СРЕДНИХ МНОГОЛЕТНИХ ЗНАЧЕНИЙ В ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТАХ

Фрид А.С.

Аннотация

Установлены многолетние временные тренды оценки средне многолетних значений в длительных полевых опытах, связанные с изменением климата или его многолетней цикличности, смены сортов выращиваемых культур, изменений плодородия почв в результате тех или иных доз удобрений и мелиорантов или механических обработок, что приводит к необоснованности традиционных статистических процедур для оценки ошибок средних многолетних для вариантов опыта, в рамках которых ищут решение исследователи

Наиболее надёжную информацию по воспроизводству плодородия почв могут дать длительные полевые опыты. Однако вопросы анализа таких опытов для получения достоверных выводов в теоретическом и методическом плане до сих пор разработаны слабо.

Одним из важных аспектов, которому посвящена данная работа, является сравнение вариантов за длительный период времени. В последние годы этому вопросу посвящено несколько публикаций в отечественной литературе, в т.ч. А.С. Цыгуткина [1,2], А.В. Ваулина [3], Р.А.А фанасьева [4]. Одна-

ко, как отмечалось нами ранее [5,6], основным недостатком предлагаемых подходов является не учёт того обстоятельства, что в длительных опытах данные по урожайности или свойствам почв не составляют выборку независимых данных.

Условия и методика проведения

Анализ краткосрочных опытов, в принципе, может быть сведён к анализу отдельных лет [6], т.к. временны́е тренды за короткий срок обычно не выявляются. Данная работа посвящена именно длительным опытам.

Конкретным объектом исследования послужили урожайные данные с 1944 по 1985 год на 274-м поле (27-й 4-польный севооборот) Люберецкого опытного поля, предоставленные В.Г. Граковским. В опыте изучались разные формы калийных удобрений (всего в опыте 10 вариантов, включая контроль – без минеральных удобрений, NP и 8 вариантов К-удобрений с одной и той же дозой по калию + NP); раз в ротацию фоном вносили навоз. Размещение вариантов опыта – в виде 4-х организованных повторений с рандомизацией вариантов внутри них. В данной работе более подробно рассмотрены варианты: контроль, NP, NP+KCl, NP+K_2SO_4. Севооборот развёрнут во времени, т.е. в один год выращивали одну культуру.

Почвы дерново-подзолистые супесчаные с суглинистыми прослойками. Отбор почвенных образцов с каждой делянки в 1983 г. и их анализ (проведено В.Г. Граковским) показал значительную почвенную неоднородность на поле. Аналогичную картину показали и урожайные данные в отдельные годы.

Результаты исследований

Теоретическое обоснование использованного здесь методического подхода, было дано нами ранее [5]. В настоящей работе сделана попытка его практической реализации. В основе подхода лежит методика анализа стационарных временных рядов, когда, по крайней мере, среднее и дисперсия не

изменяются со временем. Тогда для каждой делянки рассчитывается средняя многолетняя в виде средней арифметической и дисперсия средней, учитывающая ковариацию во временном ряду.

Далее, рассматривая делянки-повторности как реализации одного и того же временного ряда, рассчитывали средневзвешенные (по дисперсиям средних для отдельных делянок) значения многолетних средних и дисперсий для вариантов. Затем рассчитывали среднюю дисперсию по всем вариантам и НСР, как обычно.

Чтобы рассматривать урожайности разных культур в одном временном ряду, их надо перевести в сопоставимые единицы; обычно используют кормовые или зерновые единицы. В настоящей работе использован другой подход – в каждом году выбиралась наибольшая урожайность делянок, и урожайности всех остальных делянок пересчитывались в проценты от наибольшей. Если считать, что наибольшие урожайности в году в значительной степени зависят от сочетания конкретной культуры с погодными условиями года, то использованный нами подход может в значительной мере нивелировать влияние этих факторов. Преимущества и недостатки этого подхода предстоит оценить в дальнейшем.

Рассчитывали также традиционные ежегодные значения $НСР_{05}$ по всем 10 вариантам для относительных урожайностей. При этом проверка показала, что для исходных (абсолютных) и относительных урожайностей рассчитанные точности опыта совпадают (отношение обобщённой ошибки среднего к общему среднему).

Для визуализации общего представления о соотношении между собой многолетних рядов урожайностей (абсолютных) использовали также метод построения дендрограмм сходства и метод главных компонент (МГК). Эти методы показали, что в первом приближении делянки образуют три группы: контрольные, с вариантом NP, с вариантами NP+K-удобрения. При более требовательном подходе первая и третья группы оказываются сильно размы-

тыми, причём в основном мы это связываем с неоднородностью почвенного покрова (табл. 1).

Таблица 1. Сводка ежегодных статистических характеристик для относительных урожайностей за 51 год по всем 10 вариантам опыта, %

	Общее среднее	Обобщённая ошибка среднего	Точность опыта	$НСР_{05}$
Размах значений по годам	45.8-84.5	2.2-7.2	2.6-11.5	6.4-21
Среднее	69.5	4.6	6.9	13
Медиана	70.0	4.5	6.6	13
Модальный интервал	77-84.5	3.5-4.5	4.4-6.3	10-13

Из данных таблицы 1 видно, что размах статистических характеристик относительных урожайностей по годам значителен, в т.ч. по $НСР_{05}$ – более трёх раз.

Как сказано выше, многолетние ряды значений показателей почвы или урожайности могут иметь тренды, поэтому даже средние многолетние могут быть статистически необоснованными, т.к. не учитывают наличия этих трендов. Да и используемый здесь методический подход к оценке ошибки среднего многолетнего относится только к стационарным рядам, т.е. к рядам без тренда. Поэтому необходимо было выявить наличие временно́го тренда, описать его некоторой моделью и исключить его влияние на значения относительных урожайностей.

Для каждой делянки изученных в данной работе вариантов и вариантов в целом сначала оценивали наличие тренда по непараметрическому критерию инверсий. Найдено, что для вариантов контроль, NP и $NP+K_2SO_4$ в целом и для каждой их повторности (делянки) имеются тренды снижения при уровне значимости 0,05; для варианта NP+KCl такие же значимые тренды найдены для варианта в целом и для одной из повторностей, а для трёх других тренды снижения незначимы.

Для каждой делянки (повторности) описывали временно́й тренд по квадратичной модели. Модели имели низкие коэффициенты детерминации и были во многих случаях незначимы (как результат очень больших колебаний от года к году), но коэффициенты регрессии были значимыми. В некоторых случаях лучшей оказывалась полная квадратичная модель, в других – её вариант без линейного члена. Одним из критериев выбора варианта модели служило практическое совпадение многолетних средних относительных урожайностей фактических и расчётных по модели. Полный вариант модели показывал возможность максимума относительной урожайности, приходящийся на 1950-1960-е годы.

Сравнивая модели временно́го тренда для отдельных делянок, найдено, что убывание относительной урожайности происходило для всех 4-х вариантов быстрее на первых двух повторениях, чем на 3-м и 4-м. Обобщённые по всем повторностям модели трендов показаны в таблице 2. Из неё видно, что внесение К-удобрений значительно снижало скорость падения относительной урожайности со временем.

Таблица 2. Модели временно́го тренда относительной урожайности (У, %), обобщённые по 4-м повторностям (Г=год-1900)

Вариант	Модель
Контроль	$y = 69.7 – 0.00522 \cdot Г^2$
NP	$y = 82.0 – 0.00568 \cdot Г^2$
NP+KCl	а) $y = - 40.9 + 3.89 \cdot Г – 0.0323 \cdot Г^2$ б) $y = 82.3 – 0.00257 \cdot Г^2$
NP+K_2SO_4	а) $y = - 33.3 + 3.85 \cdot Г – 0.0330 \cdot Г^2$ б) $y = 88.9 – 0.00367 \cdot Г^2$

Среднемноголетние относительные урожайности по вариантам и повторностям показаны в таблице 3. Несмотря на то, что такие средние недостаточно обоснованы при наличии трендов, всё же можно наглядно видеть существенные различия между повторными делянками (пространственная неоднородность) и роль применяемых удобрений.

После вычитания трендов, соответствующих каждой делянке, линейные тренды остатков, как для делянок, так и для вариантов в целом по тому же критерию стали незначимыми (тренды дисперсий – то же), причём среди них стали выявляться не только отрицательные, но и положительные. Всё это говорит о том, что временны́е ряды стали близкими к стационарным, и по ним уже можно приближённо рассчитывать ошибки средних многолетних.

Таблица 3. Среднемноголетние относительные урожайности (%)

Вариант	Повторение				Среднее
	1	2	3	4	
Контроль	45.1	54.1	46.1	39.2	46.1
NP	58.5	58.1	53.9	54.8	56.3
NP+KCl	72.1	76.2	71.7	62.1	70.5
$NP+K_2SO_4$	75.8	75.2	71.4	66.9	72.3

Приближённость расчёта связана с тем, что используемая формула является статистически состоятельной только в случае, когда корреляционная функция стремится к нулю при бесконечном времени. Условие это в реальных исследуемых нами данных нельзя ни гарантировать, ни чаще всего проверить (вероятно из-за этого иногда получаются отрицательные значения ошибки среднего). С другой стороны, известно, что корреляционная функция оценивается более точно по начальной части ряда, поэтому мы рассчитывали три значения ошибки среднего – для первой четверти, первой трети и первой половины ряда, получая таким образом диапазон значений ошибки (табл. 4).

Таблица 4. Сводка оценок $НСР_{05}$, полученных при рассмотрении многолетних рядов относительных урожайностей (%)

Вариант	$НСР_{05}$	
	для повторений	для вариантов
Контроль	4.1-6.0	3.8-6.1
NP	3.1-6.1	
NP+KCl	2.5-5.4	
$NP+K_2SO_4$	3.2-7.0	

В этом отличие от той однозначности, что получают при анализе однолетних опытов.

Сравнивая данные таблиц 4 и 1, видим, что расчёт по алгоритмам временных рядов дал заметно меньшие оценки НСР, чем диапазон однолетних значений, т.е. усреднение однолетних значений даёт завышенную оценку НСР.

В завершении обращаемся к вопросу, как использовать НСР из таблицы 4 для сравнения средних многолетних, точнее - для каких средних многолетних? Хотя средние из таблицы 3 фактически из-за тренда относятся к некоторому интервалы лет внутри срока исследования, в первом приближении можно сравнивать и их. Тогда можно судить и о различии повторений для каждого варианта, и о различии самих вариантов (варианты NP+KCl и $NP+K_2SO_4$ не различаются).

Другой возможный вариант сравнения – это сравнение расчётных (по моделям тренда) урожайностей на любой год, считая, что ошибка средних многолетних определяет доверительный коридор вокруг линий временного тренда. Из таблицы 5 следует, что относительные урожайности в варианте NP на протяжении всего опыта достоверно превышали контрольный вариант, а относительные урожайности в вариантах с К-удобрениями превышали вариант NP в начале опыта не существенно, а со временем разница становилась значимой и увеличивалась (по-видимому сказывалось истощение почвы по доступному калию). Различия между вариантами К-удобрений здесь тоже не существенны.

Таблица 5. Относительные урожайности (%) для разных лет опыта, рассчитанные по моделям тренда

Вариант		Год				
		1945	1955	1965	1975	1985
Контроль		59.1	53.9	47.6	40.3	32.0
NP		70.5	64.8	58.0	50.1	41.0
NP+KCl	а)	68.7	75.3	75.5	69.2	56.4
	б)	77.1	74.5	71.4	67.8	63.7
$NP+K_2SO_4$	а)	73.1	78.6	77.5	69.8	55.5
	б)	81.5	77.8	73.4	68.3	62.4
$НСР_{05}$		3.8-6.1				

Заключение

Таким образом, возможность предложенного более обоснованного подхода к сравнению вариантов длительных опытов нашла своё практическое подтверждение. Конечно, этот подход более трудоёмок, чем стандартный дисперсионный анализ, и даёт не единственное значение ошибки среднего, а интервал для неё.

Литература

1. Цыгуткин А.С. О возможности трансформации повторения во времени в дополнительный фактор схемы опыта // Агрохимия, 2002. № 2. – С.77-85.
2. Цыгуткин А.С. Методология статистической обработки многолетних данных опыта. М.: Россельхозакадемия, 2002. – 27 с.
3. Ваулин А.В. Определение достоверности средних многолетних показателей краткосрочных полевых опытов при обработке результатов исследований методом дисперсионного анализа // Агрохимия, 1998, № 12. – С.71-75.
4. Афанасьев Р.А. К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов // Агрохимия, 2004. № 5. – С.85-91.
5. Фрид А.С. К вопросу об ошибке средних многолетних показателей полевых опытов // Агрохимия, 2001. № 5. – С.76-80.
6. Фрид А.С. Пространственное варьирование и временна́я динамика плодородия почв в длительных полевых опытах. М.: Россельхозакадемия, 2002. – 80 с.

УДК 631.472.24

РОЛЬ ИЗВЕСТКОВАНИЯ В УЛУЧШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПРЕДУРАЛЬЯ И ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПАШНИ

Митрофанова Е.М.

Аннотация

Изучено влияние известкования на свойства дерново-слабоподзолистой почвы и продуктивность пашни.

В Предуралье, работами В.Н. Прокошева (1939, 1950, 1952, 1976), М.П.Петухова (1964), С.И. Поповой (1982), С.Н. Демидовцева (1971), А.А.Панова (1952) и другими показано, что известкование является решаю-

щим условием повышения плодородия кислых почв, создает благоприятный фон для применения минеральных удобрений, оказывает высокое положительное влияние на урожай культур, возделываемых в Предуралье.

Результаты длительного опыта Менделеевского опытного поля показали, что известкование дерново-подзолистых почв обеспечивает устойчивое повышение продуктивности пашни на длительный срок. По данным С.И. Поповой (1982), известь, внесенная в начале опыта в дозе 0,5 Нг почвы и более высоких дозах, устойчиво действовала на урожай зерна в течение пяти ротаций 7-польного севооборота). Высокоэффективное действие извести на многолетних травах продолжалось в течение всего опыта, в том числе и в седьмой ротации. На фоне NPK от 1т $CaCO_3$ в дозе 0,5 Нг (7,8 т/га) получено дополнительной продукции за период проведения опыта 2,54; 1,0 Нг (15,6 т/га)-1,41; 1,5 Нг (23,4 т/га) – 0,80 тыс. корм.ед/га.

Многочисленные исследования, касающиеся изучения эффективности известкования кислых почв Предуралья проведены на дерново-сильноподзолистых почвах, где по действию на урожайность сельскохозяйственных культур и свойства почвы известкованию дана высокая агроэкономическая оценка. Вопросы известкования слабоподзолистых почв являются менее изученными.

Условия и методика исследований

Исследования проведены на базе длительного полевого опыта, заложенного в 1980 году в 1-м поле полевого 7-польного севооборота с чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница + клевер, клевер I-II г.п., ячмень, овес. Схема опыта включала шесть доз извести (в том числе нулевую) с шагом 0,5 гидролитической кислотности (Нг) (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5). Действие извести изучали на четырех фонах минерального питания: нулевом, умеренном (NPK), повышенном (2 NPK) и высоком (3 NPK). С 2001 года изучение действия извести (первично внесенной) и минеральных удобрений проводили по укороченной схеме: без извести (контроль), $CaCO_3$ по

0,5 Нг, $CaCO_3$ по 1,0 Нг на фонах: без удобрений, NPK, 2NPK. Средняя насыщенность минеральными удобрениями за 4 ротации севооборота на фоне умеренных доз составила $N_{22}P_{34}K_{37}$. Повторность вариантов в опыте 3-х кратная.

Почва опыта дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая (суглинок средний песчано-крупнопылеватый), сформированная на некарбонатной покровной глине со следующими агрохимическими показателями перед закладкой: pH_{KCl} – 4,4 – 4,5; S-17,0 – 19,0 ммоль/100г; Нг-5,1 ммоль/100г; Ноб. – 0,070 – 0,160 ммоль/100г; V - 77- 79 %; гумус (по Тюрину) – 2,49- 3,12 %; P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) - соответственно 40 - 62 и 68 - 107 мг/кг.

Известь, согласно схеме опыта, вносили перед закладкой опыта в паровом поле под дискование. Минеральные удобрения вносили в соответствие со схемой опыта под предпосевную культивацию.

Агрохимические анализы почвы выполнены с использованием общепринятых методов: гумус - по Тюрину, pH_{KCl} – потенциометрически, Нг – по Г. Каппену, Ноб. – по А.В. Соколову, S - по Каппену-Гильковицу, обменные Ca и Mg – трилонометрически, подвижный фосфор и обменный калий – по А.Т. Кирсанову.

Количество продуцируемой углекислоты определяли методом С.М. Аксенова и М.П. Банкина. Определение численности микроорганизмов отдельных физиологических групп проводили методом высева из предельных десятичных разведений пробы на соответствующие среды с последующим расчетом по таблицам Мак Креди. Степень разложения клетчатки - методом «аппликаций».

Статистическую обработку результатов исследований проводили методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов - с использованием пакетов прикладных программ для персональных компьютеров REGRM, AGROS 2.07, Microsoft Excel 2003, SPSS -16,0.

Результаты исследований

Внесение извести в дозах, соответствующих 0,5-2,5 Нг, привело к существенному повышению показателя pH_{KCl}, снижению обменной и гидролитической кислотности почвы. Снижение кислотности от извести отмечено в слоях почвы 0-20 и 20-40 см.

Регрессионные уравнения, полученные в результате обработки фактических данных показали значимость влияния извести на показатели кислотности почвы (табл. 1).

Таблица 1. Закономерности изменения показателей кислотности почвы в зависимости от доз извести и уровня минерального питания

Количество лет после внесения извести	Уравнение регрессии	R теоретических значений с фактическими	SR	Доля участия Са в изменении а/х показателей**
1	pH_{KCl}= 4,62 + 1,62Ca* - 0,37Ca^2	0,98	0,040	30
13	pH_{KCl} = 4,47 + 0,33Ca + 0,069Ca^2	0,93	0,076	8
30	pH_{KCl} = 4,22 + 0,299Ca	0,92	0,149	7
1	Нг = 4,85 -2,85 Ca + 0,37Ca^2	0,97	0,053	40
13	Нг = 5,62 + 0,04$(NPK)^2$ -1,32Ca	0,96	0,063	19
30	Нг = 5,20 – 0,992Ca	0,77	0,241	16

*Ca - доза извести, выраженная в долях Нг, NPK – фон минерального питания (0; 1; 2; 3)
** - в варианте с дозой извести 1,0 Нг на фоне 1 NPK

Нейтрализующее влияние первичного известкования на почвенную кислотность сохранялось в течение периода исследований (30 лет после внесения извести). Однако доля участия извести в изменении кислотности почвы со временем ослабевала: в варианте с дозой извести 1,0 Нг по действию на pH_{KCl} через 1 год – 30%, через 30 лет – 7%, гидролитическую кислотность – 40% и 16% соответственно. Закономерностей влияния возрастающих доз минеральных удобрений на кислотность почвы за рассматриваемый период не установлено.

Известно, что основным препятствием для производства сельскохозяйственных культур на кислых почвах является высокое содержание подвижного алюминия, оказывающее токсическое действие на растения.

Внесение минеральных удобрений в течение 4-х ротаций севооборота в дозах 2 NPK (насыщенность N – 44, P_2O_5 – 68, K_2O –74 кг/га в год) способст

вовало существенному повышению содержания подвижного алюминия (по А.В. Соколову) в слоях почвы 0-20 и 20-40 см по сравнению с неудобренным фоном (от 0,10 до 0,66 и от 0,31 до 0,84 мг/100г соответственно).

При изучении влияния реакции почвенной среды на содержание подвижного алюминия отмечено наличие тесной обратной корреляционной связи между этими показателями, которая, при уровне значимости 0,001, описывается уравнением полинома второй степени (табл. 2).

Таблица 2.- Математические зависимости между показателем реакции почвенной среды и содержанием подвижного алюминия

η	d	n	P	Уравнение регрессии
конец 1 - ой ротации севооборота				
- 0,71	0,50	180	0,001	$Al = 7,081 - 2,811pH + 0,279(pH)^2$
конец IV - ой ротации севооборота				
- 0,88	0,78	180	0,001	$Al = 8,954 - 3,879pH + 0,420(pH)^2$

Корреляционно-регрессионный анализ позволил выявить, что содержание подвижного алюминия в исследуемой почве на 50-78% зависит от показателя pH_{KCl}, остальная часть изменчивости обусловлена влиянием других факторов.

Исследования показали наличие тесных обратных зависимостей содержания Fe^{2+}, Mn^{2+} от показателя pH_{KCl} (табл. 3), свидетельствующие о том, что при снижении реакции почвенной среды происходит существенное повышение содержания этих элементов в почве и уменьшение - при известковании.

Таблица 3. Взаимосвязи между реакцией почвенной среды и содержанием легкоподвижных форм железа и марганца

Показатели	n	η	d	P	Уравнение регрессии
pH - Fe	48	- 0,91	0,83	0,001	$Fe = 2,1 – 2,67\ lgpH$
pH - Mn	48	- 0,81	0,66	0,001	$Mn = 0,185 – 0,198\ lgpH$

Расчеты баланса кальция ($CaCO_3$) показали, что без внесения известковых удобрений в почве складывается отрицательный баланс этого элемента. Известь, внесенная перед закладкой опыта в дозе, рассчитанной по 1,0 Нг, сохраняла свой ресурс в течение четырех ротаций полевого 7-польного сево

оборота и более. Спустя 4 ротации севооборота положительный баланс кальция составил 2252-3293 кг/га (в зависимости от вариантов опыта), с учетом ежегодного расхода 200 кг/га положительное сальдо сохранится еще в течение 11 лет. В вариантах с половинной дозой извести положительный баланс кальция сохранялся в течение трех ротаций севооборота – 21 год.

Известкование почвы дозой 0,5 Нг на фонах без применения минеральных удобрений способствовало существенному повышению содержания подвижного фосфора. Вероятно, повышение уровня реакции почвенной среды способствовало частичному переходу труднорастворимых фосфатов полуторных оксидов в более растворимые. Действие более высоких доз извести на данный показатель математически не доказано.

Реакция почвенной среды оказала наибольшее влияние на содержание подвижного фосфора через 1 год после внесения извести (коэффициенты детерминации составили через 1 год – 0,58; 2 года – 0,40, 5 лет – 0,19 и т.д.). В последующие годы, из-за подкисления почв, влияние показателя pH_{KCl} на содержание подвижного фосфора ослабевало.

Исследованиями показано преимущество минеральных удобрений в изменении содержания обменного калия в почве.

Плодородие почв находится в непосредственной связи с их микробиологической активностью. Е.Н. Мишустин (1972) обращал внимание на необходимость улучшения кислотного режима дерново-подзолистых почв, как обязательного условия оптимизации состояния их микробного сообщества и, тем самым, более полного использования биологического потенциала почв.

Известкование почвы и внесение минеральных удобрений способствовали существенной активизации почвенной микрофлоры. Общая численность микроорганизмов увеличилась от 250 тыс. на неудобренной почве - до 3500 тыс. на 1 г почвы в варианте с периодическим известкованием на фоне 2NPK (табл. 4).

Таблица 4. Влияние минеральных удобрений и известкования на микробиологические показатели дерново-подзолистой почвы
(IV-я ротация севооборота)

Вариант опыта	Общая численность микроорганизмов	Азотфиксирующие бактерии	Нитрифицирующие бактерии	Продуцирование С - CO_2, мкг/г/ 24ч	Нитрифицирующая способность, мг $N\text{-}NO_3$/кг/ 14 сут.	Разложение льняного полотна, %/мес.
	тыс. на 1 г почвы					
Без удобрений и извести	250	12	2,0	269	22,4	28
$CaCO_3$ по 1,0 Нг	450	150	9,5	407	58,1	67
$CaCO_3$ по 1,0 Нг + $CaCO_3$ по 0,5 г.к*	650	200	15,0	346	65,8	-
2NPK	2000	150	15,0	220	52,6	29
2NPK + $CaCO_3$ по 1,0 Нг	2500	200	15,0	296	54,8	58
2NPK + $CaCO_3$ по 1,0 Нг + $CaCO_3$ по 0,5 Нг*	3500	250	20,0	311	86,2	-
$НСР_{05}$	175	11	2,7	18	4,7	3,9

*Повторное известкование проведено на половине делянок в паровом поле второй и четвертой ротаций севооборота

Снижение почвенной кислотности под влиянием известкования и поступление в почву органического вещества пожнивно-корневых остатков в больших количествах, чем в варианте без удобрений, способствовало росту численности азотфиксирующих бактерий. Между pH_{KCl} и количеством микроорганизмов-азотфиксаторов выявлена тесная экспоненциальная зависимость ($\eta = 0,70$).

В неудобренной почве отмечено минимальное количество нитрифицирующих бактерий – 2,0 тыс./г почвы. Известкование (основное и периодическое) способствовало увеличению нитрификаторов в 5-10 раз (табл. 4).

Минимальной нитрифицирующей способностью обладала почва контрольного варианта - накопление нитратов при компостировании почвы составило 22,4 мг $N\text{-}NO_3$/кг. Существенное усиление нитрифицирующей способности почвы отмечено при внесении минеральных удобрений и извести. Максимальных значений этот показатель достигал в варианте с периодическим известкованием почвы на фоне 2 NPK.

Влияние извести на выделение углекислого газа, по данным разных исследований, неоднозначно. В наших исследованиях минимальный уровень продуцирования углекислого газа (26-27 мкг $C\text{-}CO_2$/г/ч) отмечен в варианте 2NPK, максимальный – в варианте $CaCO_3$ по 1,0 Нг (42-43 мкг/г/ч). Учет суммарной эмиссии $C\text{-}CO_2$ за 24 часа показал, что наибольшее количество почвенного органического вещества минерализовалось в почве, произвесткованной дозой 1,0 Нг, а минимальное - при внесении в почву полного минерального удобрения в повышенных дозах (2NPK) (табл. 4). Полученные результаты исследований позволили предположить, что минеральные удобрения подавляли эмиссию CO_2, а известь ее усиливала.

В научной литературе существуют различные мнения о влиянии известкования и применения минеральных удобрений на целлюлозоразлагающую активность почвы. В наших исследованиях минимальных значений этот показатель достигал в контрольном варианте и варианте 2NPK (табл. 4). Известкование почвы в дозе 1,0 Нг привело к увеличению разложения льняной ткани по отношению к контролю в 2 раза. Внесение извести на фоне 2NPK также способствовало значительной убыли массы ткани.

Таким образом, положительное действие известкования на почвенные процессы настолько многообразно, что было бы большой теоретической и практической ошибкой отождествлять его с одной только нейтрализацией кислотности почвы, о чем писал еще в 1930 году А.Т. Кирсанов. Этот прием является средством коренного улучшения плодородия кислых почв.

Изменение урожайности культур от извести в опыте варьировало по годам исследований и ротациям севооборота, фонам минерального питания. Средние ежегодные прибавки продуктивности пашни на исследуемой почве ниже, чем на дерново-сильноподзолистых почвах Предуралья (табл. 5).

Таблица 5. Эффективность извести на фонах минерального питания за 4 ротации 7-польного севооборота

Показатели эффективности	Дозы $CaCO_3$, Нг					
	Без удобрений		NPK		2NPK	
	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0
Средние ежегодные прибавки, тыс. корм.ед./га	0,09	0,24	0,16	0,20	0,09	0,04
От 1т $CaCO_3$ за 4 ротации, тыс. корм.ед./га	0,68	0,90	1,15	0,67	0,66	0,15

Наибольшее повышение продуктивности пашни от известкования почвы произошло на фоне без удобрений и фоне умеренных доз минеральных удобрений (NPK), где средние ежегодные прибавки от доз 0,5 – 1,0 Нг составили – 0,09 – 0,24 тыс. корм. ед./га (табл. 5).

Проведенные исследования показали, что эффективность известкования зависит не только от реакции почвенной среды, наличия или отсутствия фитотоксичных катионов (Al, Fe, Mn), обеспеченности основными элементами питания, метеорологических условий, но и от других факторов и их сочетаний.

Выводы

1. Известь снижает все формы почвенной кислотности и содержание катионов, сопутствующих повышенной кислотности (Al, Fe, Mn), находящихся в тесной зависимости от реакции почвенной среды (η= 0,71 – 0,91 при уровне значимости 0,001). Закономерности изменения форм почвенной кислотности, полученные на основании регрессионных уравнений, показали определяющую роль извести в снижении кислотности, доля участия которой со временем ослабевает.

2. Кальций извести – основной источник пополнения почвенного кальция, без внесения которого в почвах складывается отрицательный баланс данного элемента (-200 кг/га в год).

3. Внесение извести в дозе 0,5 Нг на дерново-подзолистых почвах повышало содержание подвижного фосфора и не влияло на содержание обменного калия.

4. Сочетание известкования почвы с применением минеральных удобрений улучшало микробиологические свойства почвы. Общая численность микроорганизмов возрастала в 2-10 раз по отношению к неизвесткованной почве, существенно увеличивалась эмиссия углекислого газа, количество азотфиксирующих, нитрифицирующих и целлюлозоразлагающих бактерий. Установлены высокие коэффициенты корреляции между pH_{KCl} и исследуемыми показателями биологической активности почвы (η=0,70 – 0,81).

5. Известкование дерново-слабоподзолистой почвы улучшило ее плодородие и обеспечило средние ежегодные прибавки продуктивности пашни за 4 ротации севооборота от доз 0,5 – 1,0 Нг 0,04 – 0,24 тыс. корм. ед./га.

Литература

1. Демидовцев С.Н. Сборник научных трудов /С.Н. Демидовцев, В.И. Сергиенко, Г.П. Сычева: Работы Менделеевского опытного поля. Т. 2. – Пермь,1971. – 216с.

2. Кирсанов А.Т. Известкование как фактор урожайности / А.Т. Кирсанов. – М, «Сельхозгиз»,1930, Л. – 160с.

3. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия /Е.Н. Мишустин – М.: Наука, 1972. –343 с.

4. Панов А.А. Дозы извести под многолетние травы на дерново-подзолистых почвах Предуралья / А.А. Панов: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.- Молотов, 1952. – 11с.

5. Петухов М.П. Применение удобрений в Предуралье / М.П. Петухов, В.Н. Прокошев - Пермь: Кн. изд-во, 1964. – 334с.

6. Попова С.И. Дозы и периодичность внесения извести в льняном севообороте / С.И. Попова //Вопросы агрохимии и земледелия: Сб. науч. тр. Перм. гос. с.-х. опытной станции. – Пермь: Кн. изд-во, 1982. - Т.9. - С.13- 2.

7. Прокошев В.Н. Эффективность известкования при систематическом внесении минеральных удобрений на подзолистых почвах / В.Н. Прокошев // Известкование почв: Материалы совещания от 19-20 октября 1938г. – М., 1939. – С. 59-71.

8. Прокошев В.Н. Повышение плодородия песчаных и супесчаных почв дерново-подзолистого типа /В.Н. Прокошев: Автореф. дис. ...докт. с.- х. наук. – М. – Молотов, 1950. – 31с.

9. Прокошев В.Н. Повышение плодородия песчаных и супесчаных почв дерново-подзолистого типа / В.Н. Прокошев. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 444с.

10. Прокошев В.Н. Влияние известкования и применения магниевых удобрений на легкие почвы Предуралья / В.Н. Прокошев, Г.Н. Беляев, Л.В. Васильева // Известкование кислых почв в Предуралье: Сб. научн. тр. –1976 – Т. IV. – С.56-79.

УДК 631.005(574.5)

НОРМАТИВНАЯ ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Драгунов О.А., Ильвес А.Л., Смолина Л.П., Богданова Л.С., Евдокимов В.М., Трусов Н.В.

Аннотация

Даны оценки совокупного влияния свойств почв на урожайность сельскохозяйственных культур на основе множественных регрессионных уравнений в качестве аргументов были выделены: содержание в почве гумуса, подвижных форм фосфора и калия и оценка уровня кислотности по показателю pH солевой вытяжки.

В одну из главных задач повышения продуктивности земель входит расширенное воспроизводство плодородия почв и на его основе получение роста продуктивности сельскохозяйственных культур.

Эффективность систем земледелия во многом зависит от того, насколько учитываются требования сельскохозяйственных культур к условиям произрастания. Необходимо соблюдение принципа экологического взаимного соответствия растений и внешних факторов, что дает возможность определять режим использования земли, оптимизировать технологические процессы.

Ведущее значение для роста и развития растений принадлежит свойствам, характеризующим разные стороны почвенного плодородия – запасы органического вещества, кислотность почвы, содержание подвижных форм

фосфора, калия. Для данных показателей в первом приближении разработаны оптимальные диапазоны для основных типов почв Северо-Западного региона.

Вместе с тем известно, что сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют в процессе роста и развития на условия почвенной среды и, в частности, на агрохимические параметры, на элементы минерального питания и т.д. Поэтому из различных комбинаций параметров плодородия почвы, соответствующих одному и тому же уровню продуктивности растений, рациональнее относить ту, которая в наименьшей степени отклоняется от естественного уровня, типичного для данной почвенной разновидности. Для этого дается количественная оценка взаимосвязей параметров плодородия почвы и продуктивностью конкретной с.-х. культуры в определенных агроэкологических условиях с использованием корреляционно-регрессионного анализа информационного материала.

Количественную оценку зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от показателей плодородия почвы можно выразить с помощью математико-статистических моделей.

Основой для построения моделей являются многофакторные полевые опыты, а также массовый сбор исходного материала в производственных условиях.

В подавляющем большинстве выборочных наблюдений распределение изучаемых показателей близко к нормальному типу распределения, что позволяет использовать для обработки экспериментального материала стандартные методы математической статистики. В большинстве случаев оценка искомых зависимостей статистически значимы и отличаются устойчивостью, т.е. форма и теснота связей существенно не меняется по годам исследований, в тоже время абсолютные значения урожайности значительно колеблются в зависимости от погодных условий в период вегетации. Поэтому для оценочных целей необходимо использовать сводные многолетние данные.

На основе почвенных функций урожайности выделяются оптимальные уровни изучаемых показателей. В частности, для культуры картофеля на дерново-подзолистой почве легкого гранулометрического состава наиболее благоприятными являются следующие значения свойств почвы: гумус,% – 3,0-4,0; pH $_{СОЛ}$ – 4,8-5,5; P_2O_5 и K_2O в пределах 22-28 мг/100 г почвы.

С применением метода корреляционно-регрессионного анализа установлена количественная зависимость между урожайностью ярового рапса на разных фонах удобренности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и процентным содержанием в почве гумуса, подвижного фосфора, других факторов.

Корреляционная связь между содержанием в почве гумуса в диапазоне 1,2-3,2 с урожайностью зерна и зеленой массы рапса имела линейную зависимость на разных фонах удобрений. Она колебалась от слабой степени связи до значительно высокой (r = 0,22-0,84). Зависимость урожайности рапса от содержания в почве подвижного фосфора в интервале P_2O_5 мг/100 г – 17,5 - 42,0 также имела линейную форму связи (r = 0,45-0,70).

Следует отметить, что оптимальные уровни показателей плодородия почв являются относительно надежными для конкретных агроэкологических условий. Они служат в качестве целевых параметров при окультуривании почвы.

Оптимальные показатели агрохимических свойств почвы и их различные комбинации для возделывания с.-х. культур являются своего рода нормативами и представляют интерес как цельные функции для разработки программ окультуривания почв.

Для этих целей исследуются парные и количественные связи между параметрами в системе почва – растения с применением парных и множественных уравнений регрессии (табл. 1).

Таблица 1. Нормативно-прогнозная модель по оценке плодородия почвы полевого агроландшафта (почва дерново-подзолистая легкосуглинистая)

Показатели плодородия учетных земельных участков				Урожайность картофеля, ц/га
Гумус	pH	P_2O_5	K_2O	
X_1	X_2	X_3	X_4	У
1,3	6,5	9,0	8,0	170
2,3	5,9	28,0	18,0	221
2,7	5,3	20,8	17,6	239
4,0	5,0	26,0	30,0	296

$У=179,8 + 85,3\ InX_1 – 79,5\ InX_2 + 7,31\ InX_3 + 29,71\ InX_4$ ($R = 0,52$; $t_{кр} = 1,96$)

Данные таблицы 1 показывают, что участки с лучшими параметрами плодородия почвы дают существенную прибавку урожайности по сравнению с участками с худшей агрохимической характеристикой, что следует принимать во внимание при размещении с.-х. культур, формировании схем севооборотов.

Учитывая довольно значительную пестроту почвенно-агрохимических показателей в пределах севооборотных полей рабочих участков необходимо, чтобы большее значение их находилось на уровне оптимума относительно возделываемых культур в специализированном производстве, поскольку основными критериями уровня почвенного плодородия считается урожай сельскохозяйственных культур и качество продукции. При этом следует ориентироваться на требование ведущей культуры в севообороте к условиям произрастания (табл. 1,2).

Сроки улучшения почвы устанавливаются с учетом возможности эффективного использования вносимых норм удобрений и экономических возможностей хозяйства.

Таблица 2. Нормативы показателей по окультуренности дерново-подзолистой почвы

Степень нуждаемости в почвоулучшающих мероприятиях	Условное обозначение	Гумус, %	Исходная реакция почвы, PH_{KCl}	P_2O_5 в мг на 100 г почвы	K_2O в мг на 100 г почвы
Не нуждается	-	>3,0	>6,0	>20	>20
Нуждаемость слабая	+	2,5-3,0	5,5-6,0	15-20	15-20
Нуждаемость средняя	++	1,5-2,5	4,5-5,5	8-15	10-15
Нуждаемость сильная	+++	1,0-1,5	4,5	8	10

Все почвоулучшающие мероприятия вписываются в агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур. Программы улучшения почв должны основываться на нормативной базе, характеризующей плодородие почв (оптимальные значения свойств почв, коэффициенты изменения параметров, показатели почв для разных уровней продуктивности с.-х. культур, затраты средств химизации для улучшения плодородия почв).

Коэффициенты изменения параметров свойств почв есть отношение величины изменения параметра почвы на единицу объема соответствующего улучшающего почву мероприятия. Так, например, при внесении 10 т/га навоза, показатели качества которого отвечают необходимым стандартам, содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава увеличивается на 0,03-0,04 %.

Таким образом, оптимизация параметров почвы с учетом специализации производства должна быть направлена на конкретную цель, что необходимо сделать с почвой, чтобы обеспечить, например, урожайность картофеля 20-25 т/га, или зерновых 2,5 –3,0 т/га и вместе с этим стабилизировать и повысить достигнутый уровень окультуренности почвы.

Заключение

Для достижения обозначаемых уровней показателей плодородия почвы разрабатываются нормативы затрат средств химизации для улучшения свойств почвы.

В частности, расход фосфорных удобрений для изменения содержания фосфора на 1 мг/100 г почвы P_2O_5 на дерново-подзолистой почве составил 40-50 кг д.в./га, а калийных удобрений соответственно 80-100 кг д.в./га в год их внесения без учета выноса элементов питания урожаем. От внесения в почву 100 т/га низинного торфа содержание органического вещества повысилось на 0,30-0,35 % и снизилась кислотность почвы на 0,2-0,3 единиц $pH_{СОЛ}$. Известь в норме 1 т/га изменила кислотность почвы на 0,15 – 0,20 единиц $pH_{СОЛ}$. Таким образом, можно определить наиболее значимые параметры для конкретного подбора культур и норм удобрений.

Применение нормативной системы по воспроизводству, управлению плодородием почв показывает, какие агротехнические мероприятия нужно проводить на земельных участках, чтобы получать прирост их продуктивности и обеспечивать качество урожаев.

УДК 631.8.022.3

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ДОЛГОСРОЧНОЙ ХИМИЗАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Нурлыгаянов Р. Б.

Аннотация

Представлена обзорная информация об основных этапах химизации земледелия в историческом аспекты производства за счет увеличения поставки минеральных удобрений.

В свое время освоение Сибири, как промышленного центра в перспективе, академик Д.Н. Прянишников (1933) связывал с неразрывным развитием

сельского хозяйства на основе комплексной механизации перенятой из опыта в США и химизации в Германии. К концу 1920-х годов, благодаря механизации технологических процессов в возделывании сельскохозяйственных культур, один американский фермер обрабатывал 12 га пашни, когда как российский крестьянин – всего 0,9. За 50 лет на рубеже XIX-XX вв. урожайность зерновых культур в Германии повысилась в два раза. Сделано это было за счет применения минеральных удобрений на 50%, за счет селекции растений – 30% и за счет обработки почвы – 20%[1]. Первые шаги совершенствования культуры земледелия в Западной Европе начались со времен Тэера (на рубеже XVIII-XIX вв.) с переходом от трехполья к плодосмену, введением в пашню клевера и внесением навоза. Для повышения урожайности зерновых в Германии на 100% (от 7 до 14 ц/га) потребовалось 100 лет. С началом внесения минеральных удобрений данный рубеж здесь был преодолен за 25 лет (табл.1).

Таблица 1. Урожайность зерновых культур в Германии (1770-1914 гг.)

Годы	1770 г.	1840 г.	1885-1890 гг.	1910-1914 гг.
Урожайность, ц/га	7,0	10,0	14,0	22,0

За счет применения минеральных удобрений в Голландии средняя урожайность зерновых повысилось с 18 ц/га в 1880-х годов до 28 в 1920-х. Аналогичные достижения в области земледелия были и в других европейских странах, где успешно применялись минеральные удобрения (Бельгия, Дания) [1]. Поэтому, производство растениеводческой продукции на высоком уровне и соответствующего качества Д.Н. Прянишников связывал с комплексной химизацией земледелия путем применения минеральных и органических удобрений, мелиорации почвы (известкование, гипсование, фосфоритование), обосновал необходимость обязательного возврата в почву питательных веществ, вынесенных урожаем. В двадцатые годы XX в. Советский Союз отставал по объему использования минеральных удобрений в земледелии в сравнении с ведущими странами мира, а урожаи зерна были наимень-

шими (табл.2). Академик Д.Н. Прянишников вложил много сил для развития химизации сельского хозяйства, промышленного производства минеральных удобрений в стране, за что получил общенародное призвание как основоположника отечественной агрохимии.

Таблица 2. Урожайность зерна и уровень внесения минеральных удобрений в некоторых странах в период 1922-1926гг. [2]

Страны	Урожайность, ц/га	Минеральные удобрение в туках, ц/га	Всего внесено Минеральных удобрений, млн т
Голландия	28,1	6,5	1,3
Бельгия	25,9	3,3	0,6
Германия	18,4	3,0	8,3
Япония	15,1	1,7	1,2
Франция	14,5	1,1	3,4
США	9,3	0,3	5,8
СССР	6,3	0,01	0,5

Как известно, в конце 1920-х годов страна приняла курс на индустриализацию народного хозяйства. Строились крупные промышленные предприятия на Урале и в Западной Сибири. Все это сопровождалось появлением на карте страны новых промышленных центров. В этом процессе сотни деревень и сельских поселков стали кварталами больших городов, а земли сельскохозяйственного назначения превращались в не сельскохозяйственные. Площади земель, где выращивались сельскохозяйственные растения и кормился скот, постепенно сокращались. Одновременно появился главный вопрос – обеспечение растущего быстрыми темпами населения новых городов продовольствием. В этот период Д.Н. Прянишников (1955) проявляет себя не только как агрохимик, ботаник и физиолог, но и аграрный экономист своего времени. По этому поводу он писал: «Необходимо предусмотреть создание очагов высокоинтенсивного земледелия в районах, прилегающих к крупным промышленным центрам, где, вместо завоза зерна и других сельскохозяйственных продуктов издалека, следует при помощи высоких доз минеральных удобрений (включая и азотистые) под продовольственные и кормовые куль-

туры, поставить задачу быстрого поднятия урожая до уровня 25-30 ц/га… Сельское хозяйство … должно развиваться более быстрыми темпами, чем в некоторых других районах страны, чтобы ликвидировать свое отставание от продолжающей развиваться промышленности, и в сравнительно короткий срок стать интенсивным и высокопроизводительным, способным давать все увеличивающуюся массу хлеба и других продуктов питания» [3].

Высказывания ученого и по сегодняшний день остаются актуальными, особенно, когда во многих регионах страны, в том числе в Сибирском федеральном округе, обеспеченность населения основными продуктами питания составляет 50-60% от медицинских норм.

Широкомасштабная химизация земледелия страны, начатая с 1930-х годов, была прервана Великой Отечественной войной и послевоенным периодом восстановления народного хозяйства.

В середине 60-х годов прошлого столетия страна вновь взяла курс на химизацию сельского хозяйства. К тому времени стало ясно, что без широкого применения минеральных удобрений, химических мелиорантов, средств защиты растений нельзя добиться высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Об этом свидетельствовал передовой отечественный и зарубежный опыт сельскохозяйственного производства. В этот период усиленными темпами развивается промышленность по производству минеральных удобрений. В 1970 г. сельское хозяйство России получило в пять раз больше удобрений по сравнению с 1960 годом. Применение минеральных удобрений достигло пика в 1986-1990 гг., когда на каждый гектар пашни было внесено 85 кг NPK. В среднем по стране в этот период 56% прибавки урожайности сельскохозяйственных культур обеспечивался за счет удобрений и химических мелиорантов [5].

В эти годы, наряду с наращиванием объема расширялся ассортимент минеральных удобрений. Существенно повысилась концентрация питательных веществ в поставляемых удобрениях. Если в 1965г. этот показатель был на уровне 25,1%, то в 1985 г. – 40 % (табл. 3).

Таблица 3. Среднее содержание питательных веществ в поставленных удобрениях

Виды удобрений	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1995 г.	2000 г.
Все удобрения	25,1	28,0	33,1	37,0	42,9	38,2	40,4
Азотные	30,3	31,9	32,5	32,7	34,8	34,0	35,2
Фосфорные (без форитной муки)	18,3	21,4	21,6	31,9	39,9	43,9	-
Калийные	30,6	33,8	42,7	52,8	54,6	57,4	60,0
Комплексные	37,2	40,8	48,1	45,4	46,8	44,6	49,9

Таблица 4. Поставка минеральных удобрений по Российской Федерации, тыс. т д.в. (1990-2008 гг.) [6]

Годы	Поставка,	Годы	Поставка,
1990	11051	2003	1457
1995	1601	2004	1557
1998	1083	2005	1528
2000	1319	2006	1647
2001	1462	2007	1941
2002	1423	2008	2271

В последнее время в печати появились статьи, направленные против химизации отечественного земледелия. Формируется неверное представление о роли минеральных удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и плодородии почвы. Поэтому мы не случайно остановились на трудах Д.Н. Прянишникова и статистических данных последних лет. Д.П. Алейнов (2009), директор ООО «Азотэкон», как он сам говорит о себе: «не профессиональный агрохимик», опубликовал статью в журнале «Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий» под названием «А готово ли наше сельское хозяйство использовать минеральные удобрения?» [7]. Автор, ссылаясь на мнения известных ученых и практиков страны, отвергает необходимость мероприятий Правительства по увеличению поставки минеральных удобрений отечественным товаропроизводителям. Содержание статьи направлено на дискредитацию принимаемых Правительством Российской Федерации мер в рамках постановления Правительст-

ва РФ от 14 июля 2007 г. № 446 «Государственная Программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 гг.» [8], направленных на сохранение плодородия почвы и повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В частности, автор пишет, что за годы реформ «нормы внесения минеральных удобрений снизились почти в десять раз, наши селяне собирают урожай зерновых на том же уровне, что и в годы максимального внесения удобрений» [7,с.8]. Вердикт, по мнению автора, заключается в том, что в России можно получить устойчивые урожаи зерна на уровне 15 ц/га без внесения минеральных удобрений. Естественно, статья вызвала не только бурное обсуждение, но и откровенный гнев ведущих ученых-аграрников страны [9,10, 11, 12, 13].

В годы рыночных преобразований в России, в основном из–за резкого ухудшения экономического положения большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей и снижения их доходности, внесение минеральных удобрений, в отличие от мировых тенденций, сократилось с 9,9 млн т в 1990 г. до 1,7 млн т в 2007г., или в 5,8 раза. Резко повысились цены на минеральные удобрения. Так, по данным А.И. Алтухова (2009), стоимость азотных удобрений в 2006г. повысилась в 8,2 раза по сравнению с 2001г. Если для приобретения 1 т азотных удобрений в 2001г. требовалось реализовать 0,7 т зерна, то в 2006г. – 3,3 т, т.е. в 5,5 раза больше. Резкий скачок цен наблюдался в последнее время и в отношении стоимости сложных минеральных удобрений. Так, если стоимость 1 т аммофоса на 01.06.2007г. составила 9 383 руб., то на 01.10.2008 г. она уже составила 22 629 руб., т.е. за полтора года повышение произошло в 2,4 раза [9]. В этих условиях вряд ли возможно говорить о повышении эффективности производства растениеводческой продукции путем внесения минеральных удобрений. Действительно, по данным академика РАСХН А. Шутькова (2008), за годы реформ посевные площади зерновых сократились на 10 млн. га (на 30,80%), а валовой сбор зерна снизился со 116,7 до 81, 8 млн. т (то есть, те же 30 %) [14]. Д.П. Алейнов отмеча-

ет, что урожайность зерновых сохранилась на том же уровне, что и во времена, когда в стране вносилось в десять раз больше удобрений. По мнению автора, не стоит проводить политику внесения минеральных удобрений в отечественное сельское хозяйство, так как во многих регионах в последние время начали получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур с наименьшими затратами агрохимии. Автор статьи целенаправленно умалчивает о принимаемых в развитых капиталистических странах мерах по господдержке использования минеральных удобрений и ценового диспаритета, существующего в диком виде в нашей стране. Не задается вопросом о том, почему же российские минеральные удобрения большими партиями экспортируется за рубеж, причем, по оценке некоторых экспертов, ниже стоимости, закупаемой нашими отечественными товаропроизводителями. Если отмеченные цифры имеют объективный характер, то существует еще и субъективный – человеческий фактор. В последние годы чиновники в интересах властей разных уровней отчитываются цифрами, удовлетворяющие вышестоящее руководство, достоверность этих данных остается сомнительной.

Практически на сегодняшний день в стране «работают» элементы минерального питания, оставшиеся с советских времен, однако их запасы уже исчерпаны. Мы вполне согласны с утверждением академика РАСХН В.И.Кирюшина (2009) о том, что без применения минеральных удобрений урожайность сельскохозяйственных культур будет снижаться по мере истощения и деградации почв [11]. В последнее время в нашей стране производится в среднем 14-16 млн. т минеральных удобрений. По расчетам В.И. Кирюшина (2011), этот объем дает возможность получить валовые сборы зерна на уровне 300 млн. т на площади 70 млн. га при урожайности 4,0 т/га. При существующих площадях – 47 млн. га можно получить 180-190 млн. т , то есть в четыре раза больше, чем в настоящее время. Для этих целей достаточно использовать 9 млн. т производимых минеральных удобрений, а остальную часть можно реализовать на внешнем рынке [15]. В настоящее время остро встал вопрос не только получения высоких урожаев сельскохозяйст-

венных культур, но и сохранности плодородия почвы. В свое время великий отечественный агроном-ученый А.Н. Энгельгард (1878) предупредил, что земледелец должен заботиться о том, «чтобы оставить потомкам неистощенные почвы» [16]. Для этих целей, одним из приемов может являться комплексная химизация земледелия. Здесь другой альтернативы нет.

Заключение

Таким образом, получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, сохранение и повышение плодородия почвы можно осуществить только путем комплексной химизации агропромышленного сектора экономики, используя накопленный как зарубежный, так и отечественный опыт, интенсификацией земледелия и растениеводства, внедрения передовых инновационных технологий в отрасли.

Литература

1. Прянишников Д.Н. Химизация земледелия в Западной Сибири / Д.Н. Прянишников. – Л.: Изд-во АН СССР, 1933. – 15 с.
2. Прянишников Д.Н. Резервный миллиард /Д.Н. Прянишников //Избранные сочинения в 4-х томах. – М.: изд-во АН СССР, 1955. – Т.4. – С. 163-169.
3. Прянишников Д.Н. Пути повышения урожайности и увеличения продуктивности сельского хозяйства Молотовской области / Д.Н. Прянишников // Избранные сочинения в 4-х томах. – М.: изд-во АН СССР, 1955. – Т.4. – С. 170-185.
4. Прокошев В.Н. Роль Д.Н. Прянишникова в развитии производства и применения минеральных удобрений на Урале / В.Н. Прокошев //Д.Н. Прянишников: жизнь и деятельность. – М.: Наука, 1972. – С. 92-100.
5. Мерзликин А.С. Перспективы развития рынка минеральных удобрений и их ассортимента до 2010 года / А.С. Мерзликин, Н.И. Жуков //Ассортимент минеральных удобрений, средств защиты растений и совершенствование научно-технологического агрохимического обеспечения сельхозтоваропроизводителей /Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – М., 2004. – С. 52-63.
6. Агропромышленный комплекс России в 2008 году. – М., 2009. – 553 с.
7. Алейнов Д.П. А готово ли наше сельское хозяйство использовать минеральные удобрения? /Д.П. Алейнов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2009. – № 1. – С. 6-11.
8. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2007 г. № 446 «Государственная Программа развития сельского хозяйства и регулирования

рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 гг.» //Информационный бюллетень МСХ РФ. – 2007. – №7-8. – С.5-33.

9. Алтухов А.И. Если российское сельское хозяйство не готово использовать минеральные удобрения, может ли оно накормить страну? /А.И. Алтухов //Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2009. – № 4. – С. 19-27.

10.Драгавцев В.П. Повышение оплаты минеральных удобрений урожаем и генетически-селекционные проблемы /В.П. Драгавцев Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2009. – №3. – С.26-27.

11.Кирюшин В.И. Проблема минеральных удобрений в свете технологической модернизации земледелия / В.И. Кирюшин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2009. – № 5. – С. 13-17.

12.Ефремов Е.Н. Реалии и перспективы использования минеральных удобрений /Е.Н. Ефремов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2009. – №9. – С. 11-16.

13.Исламов М.Н. Рациональное применение минеральных удобрений окупается урожаем /М.Н. Исламов, В.И. Волынкин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2009. – №11. – С. 17-21.

14. Шутьков А.А. Обеспечить продовольственную стабильность России / А.А. Шутьков //АПК: экономика, управление. – 2008. – №6. – С.11-14.

15.Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия – путь к обеспечению продовольственной независимости России /В.И. Кирюшин //Земледелие. – 2011. – № 3. – С.16-19.

16. Энгельгард А.Н. Химические основы земледелия /А.Н. Энгельгард. – Смоленск, 1878. – 150 с.

УДК 631.4.230

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПРОФИЛЕ ЧЕРНОЗЕМОВ[1]

Щеглов Д.И., Брехова Л.И., Хатунцева О.А.

Аннотация

Установлено, что естественная неоднородность состава и свойств почв обусловлена их генезисом и эволюцией. В агроценозах, наряду с естественными природными факторами, большое значение в изменении пестроты поч-

венного покрова имеет антропогенное воздействие. Изменение величины неоднородности является показателем нарушения хода естественных процессов, их напряженности и степени нестабильности.

Пространственное варьирование свойств почв - объективная закономерность, детерминируемая микро неоднородностью условий почвообразования. Всякая средняя - это лишь половина характеристики изучаемого признака. Вторая половина - оценка варьирования. Величина варьирования свойств по праву считается одним из диагностических признаков почвы /2,3,5,6/.

К сожалению, граничные значения величины варьирования для многих свойств почв до сих пор не установлены и почти совсем отсутствуют для исследуемого региона. Немногочисленными работами для отдельных районов показано лишь направление изменения данного показателя в пространственном ряду. Так, например, отмечается, что коэффициент варьирования гумуса в различных типах почв изменяется от 23 до 43% в гор. А /3/.

Условия и методика исследований

В основу оценки пространственного измерения содержания гумуса был положен сравнительный метод анализа в ряду: целина–пашня–орошаемая пашня. Исследования проводились в пределах элементарного почвенного ареала в каждом звене указанного ряда. Повторность опробования на всех участках была одинаковой (60 точек) и превышала необходимую для получения достоверных значений с вероятностью 0,99 на участке с предполагаемым максимальным варьированием признака в данном ряду. При этом в задачу исследований входило выявить на примере черноземов типичных степень влияния антропогенного фактора на неоднородность гумусового профиля и характер варьирования содержания органического вещества в почвах. Под неоднородностью почвенного покрова понимался первый класс почвенной неоднородности /4/, проявляющийся в незначительном количественном изменении свойств почв "внутри" элементарного почвенного ареала /8/.

Результаты исследований

Исследования показали, что для целинных черноземов Центрального Черноземья по сравнению с другими регионами характерно невысокое варьирование содержания гумуса при минимальных значениях коэффициента варьирования (V) в верхней части профиля и существенном нарастании этого показателя с глубиной до абсолютного максимума в подгумусовой толще (табл. 1).

Таблица 1. Размах и коэффициент (V) варьирования содержания гумуса (%) в черноземах (n=60)

Глубина, см	целина			пашня неорошаемая		
	max-min*	max/min**	V, %	max-min	max/min	V, %
0-10	2,3	1,4	7,3	1,9	1,3	5,7
10-20	2,1	1,4	7,1	2,2	1,4	6,3
20-30	2,2	1,5	9,4	2,7	1,6	8,8
30-40	2,2	1,6	11,4	2,9	1,7	13,8
40-50	2,8	2,1	15,2	2,5	1,7	12,6
50-60	2,3	1,9	17,7	3,3	2,1	14,6
60-70	2,6	2,5	17,0	3,4	2,3	16,4
70-80	2,6	2,5	17,0	3,7	2,8	18,8
80-90	1,9	2,3	18,4	3,8	4,2	28,0
90-100	1,9	2,3	18,4	2,7	4,0	28,9
100-110	1,7	3,	20,5	2,5	5,1	34,3
120-130	1,4	3,0	22,3	1,9	5,0	37,7
140-150	1,4	3,0	22,3	1,4	4,5	40,8
Глубина, см	пашня			пашня		
	орошаемая 5 лет			орошаемая 13 лет		
	max-min	max/min	V, %	max-min	max/min	V, %
0-10	2,1	1,3	6,9	3,2	1,7	12,5
10-20	2,7	1,5	6,6	2,5	1,5	8,6
20-30	3,5	1,9	9,0	2,1	1,5	9,7
30-40	3,3	1,9	13,6	2,2	1,6	13,4
40-50	2,8	1,8	13,3	2,8	1,9	17,0
50-60	2,4	1,8	14,6	2,7	2,1	16,5
60-70	2,3	2,0	18,8	3,2	2,6	16,5
70-80	3,1	3,2	24,3	3,0	2,8	22,3

В абсолютных значениях (max-min) размах варьирования в верхней части не превышает 2,5% и полуторакратных различий в относительных единицах (max/min). Вниз по профилю размах варьирования в абсолютных зна-

чениях изменяется неоднозначно и не столь значительно. Более выражено и закономерно меняется величина относительного показателя размаха варьирования. Она одно направленно возрастает с глубиной от 1,4 в слое 0-10 см до 3,0 в слое 150 см. По коэффициенту варьирования гумусовый профиль целинных черноземов условно можно разделить на несколько подгоризонтов с относительно близкими и характерными для них величинами коэффициентов варьирования. Верхний подгоризонт, охватывающий слой 0-20 см с минимальным коэффициентом варьирования (около 7%), совпадает с зоной интенсивного влагооборота, наиболее частого вегетационного, "фронтального" промачивания атмосферными осадками. Под ним, до нижней границы гор. А залегает подгоризонт, характеризующийся более высокими и нарастающими с глубиной значениями коэффициента вариации (9,4-11,4%). Эта толща совпадает с зоной активного влагооборота и периодического внутрисезонного промачивания.

Распределение органического вещества в черноземе типичном орошаемом несколько отличается от вышеописанного. Изменяется как средний уровень содержания гумуса, так и характер его пространственного распределения. Так, пятилетний срок орошения приводит к некоторому повышению содержания гумуса в пахотном слое. Превышение количества органического вещества относительно неорошаемого участка составляет 0,3-0,6%. Увеличение содержания гумуса в орошаемых черноземах ЦЧО отмечается во многих работах /1,9/. Авторы объясняют этот факт повышением биологической продуктивности и интенсификацией процессов гумусообразования в оптимальных условиях увлажнения. Данные различия отмечаются только в верхнем пахотном слое. При анализе среднестатистического для данной выборки гумусового профиля становится очевидным, что в нижележащих горизонтах содержание гумуса по сравнению с неорошаемыми почвами даже несколько снижается. При этом нужно подчеркнуть, что с глубиной различия по абсолютной величине нарастают (несмотря на закономерное снижение гумуса), достигая максимума в нижней части гумусового профиля.

Что касается неоднородности профильного распределения гумуса, то ее характер существенно отличается от рассмотренного выше. Размах варьирования содержания гумуса заметно возрастает как в абсолютных, так и в относительных единицах за исключением нижней части гумусовой толщи или нижней границы зоны активного промачивания при орошении. Данное обстоятельство позволяет предположить, что снижение размаха варьирования в этой части профиля обусловлено иллювиированием гумусовых веществ на границе толщи активного промачивания. Вместе с этим нарушается отмеченная ранее для неорошаемых аналогов общая закономерность изменения рассматриваемой величины по профилю почв. Так, если в неорошаемых почвах размах варьирования в относительных величинах закономерно и однонаправлено возрастает с глубиной, то в орошаемых он ведет себя неоднозначно. До глубины 40 см нарастает, затем несколько уменьшается в слое 40-60см, после чего вновь нарастает, причем довольно резко в нижней части профиля, превышая здесь по своей величине в 5-6 раз таковой в неорошаемых почвах. Соответствующим образом при орошении меняется коэффициент вариации содержания гумуса в отдельных слоях профиля черноземов. По отношению к неорошаемым почвам эта величина возрастает, хотя и неодинаково в различных частях профиля. Минимальные изменения наблюдаются в нижней половине гумусовой толщи. К поверхности и вглубь почвенного профиля эти различия увеличиваются. Абсолютный максимум V отмечается на глубине 120-130 см, а относительный – в слое 0-10 см.

Совокупный анализ показателей пространственной неоднородности содержания гумуса в различных частях профиля и их изменение при недлительном (5 лет) орошении однозначно свидетельствует об увеличении нестабильности или напряженности процессов гумусообразования и гумусонакопления в профиле черноземов. Вследствие этого, на первых этапах, орошение приводит к увеличению пространственного варьирования содержания гумуса в верхней части профиля, снижению его количества и возрастанию пространственной неоднородности в нижней. Выявленные особенности обусловлены

усилением процессов гумификации и минерализации органического вещества в профиле орошаемых черноземов и нарушением их соотношения в сторону преобладания последнего в нижней части профиля и первого - в верхней, а также усилением процессов миграции гумусовых веществ и аккумуляции их на границах плужной "подошвы" и глубины активного промачивания, что приводит к некоторому сглаживанию неоднородности в этих частях профиля.

Для уточнения выявленных закономерностей направленности почвенных процессов в условиях орошения нами в пределах одной почвенной разновидности были проанализированы все исследуемые характеристики пространственного и профильного распределения гумуса в черноземах с более длительным сроком орошения – 13 лет (участки располагались в непосредственной близости друг от друга).

Полученные данные подтвердили установленные закономерности и показали однонаправленность этих процессов, т.е. интенсификацию гумусообразования, минерализацию и внутрипрофильное перераспределение, что, в конечном итоге, приводит к дегумификации почв. В результате этого в почвах 13-ти летнего срока орошения наблюдается снижение гумуса не только во второй половине гумусовой толщи, но и в профиле в целом. Причем, длительные сроки орошения сопровождаются максимальными потерями гумуса в верхней половине гумусовой толщи. В то время как в подгумусовой толще, вследствие значимого влияния процессов перераспределения, содержание гумуса остается почти на прежнем уровне или даже несколько возрастает. Это, в свою очередь, приводит к соответствующим изменениям величин, характеризующих пространственное варьирование гумуса в профиле почв. В верхних горизонтах отмечается относительное увеличение пестроты содержания гумуса. В тоже время в нижележащих слоях наблюдается некоторое уменьшение неоднородности пространственного распределения гумуса. Градиент падения гумуса с глубиной снижается, соответственно профиль становится более сглаженным. В большей части профиля снижается размах варьирования содержания гумуса и коэффициент вариации по сравнению с тако-

выми в почвах с малым сроком орошения. Исключением является пахотный слой почвы, где коэффициент варьирования, как и при малых сроках орошения, продолжает нарастать, особенно, в слое 0-10 см, где величина V по сравнению с остальной частью пахотной толщи достигает абсолютного максимума, в то время как в целинных, пахотных и орошаемых около 5 лет почвах относительный максимум в этом горизонте приурочен к нижней части. Это еще раз свидетельствует об относительно высокой, резко возрастающей при орошении, динамичности процессов гумусообразования и гумусонакопления даже в ежегодно перепахиваемой толще пахотного горизонта. Столь интенсивное перераспределение гумуса в пахотном горизонте почв дает основания полагать, что процессы миграции, очевидно, оказывают значимое влияние на формирование гумусового профиля в целом. Влияние этого процесса на профиль черноземов соответственно будет нарастать по мере гумидизации водного режима почв.

Заключение

Целинные черноземы находятся на стадии устойчивого квазиравновесного состояния с факторами почвообразования. Сельскохозяйственное использование черноземов приводит к нарушению сложившегося динамического равновесия между факторами среды и почвой, причем, наиболее интенсивные и глубокие изменения происходят при вовлечении черноземов в орошаемое земледелие. В почвах неорошаемой пашни возрастает пространственная неоднородность содержания гумуса, которая с глубиной еще более увеличивается.

Литература

1. Ахтырцев Б.П. Изменение водно-солевого режима, свойств почв и урожайности культур под влиянием орошения на Окско-Донской равнине / Б.П. Ахтырцев, И.А. Лепилин // Мелиорация и рекультивация почв Центрального Черноземья. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1984. С. 14-28.

2. Благовещенский Ю.Н. Использование непараметрических методов в почвоведении /Ю.Н. Благовещенский, Е.А. Дмитриев, В.П. Самсонов /М.: Изд-во МГУ, 1985. – 97 с.

3. Вальков В.Ф. Оценка и некоторые особенности варьирования генетических характеристик почв /В.Ф. Вальков, Г.Г. Клименко, В.И. Продан //Почвоведение. 1975. № 11. С. 5-13.

4. Григорьев Г.И. Неоднородность почвенного покрова и ее виды в подзолистой зоне /Г.И. Григорьев //Почвоведение. 1970. № 5. С. 3-12.

5. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе /Л.О. Карпачевский // М.: Изд-во МГУ, 1977. – 312 с.

6. Козловский Ф.И. Почвенный индивидуум и методы его определения /Ф.И. Козловский //Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. – С.42-59.

7. Соловьев И.Н. Режим влажности типичного чернозема /И.Н. Соловьев // Дис. канд. с.-х. наук. М.,1987. – 185 с.

8. Фридланд В.М. Элементарные почвенные ареалы как исходные единицы почвенно-географической таксономии некоторые их производные /В.М. Фридланд //М.: Наука, 1970. – 173 с.

9. Щеглов Д.И. Изменение состава и свойств обыкновенных черноземов Богучарского района Воронежской области при орошении /Д.И. Щеглов, Г.Н. Алпатова //Почвенный покров ЦЧО и его рациональное использование. Воронеж: Изд-во Воронеж ун-та, 1982. – С.29-41.

УДК 631.8.022

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЛАГОПЕРЕНОСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Ахмедов А.Д.

Одним из параметров, определяющих движение почвенной влаги, является коэффициент влагопроводности, который в значительной степени зависит от влажности почвы. При полном насыщении он соответствует коэффициенту-фильтрации - эмпирическому параметру, интегрально отражающему свойства жидкости и почвы. Все модели влагопроводности почвы условно можно разделить на теоретические, полуэмпирические и эмпирические.

Теоретические модели представляют собой различные зависимости, основанные на законах движения жидкости в капиллярно-пористых телах. В

отличие от теоретических моделей, полуэмпирические основаны на теоретических предпосылках и представляют собой простые эмпирические зависимости, аппроксимирующие более сложные теоретические уравнения. Наиболее распространенной полуэмпирической моделью является формула Аверьянова, описывающая зависимость коэффициента влагопроводности от степени насыщения почвы влагой степенной функцией:

$$K(W) = K_{\Phi}\left(\frac{W - W^*}{m - W^*}\right)^n, \quad (1)$$

где $K_ф$ – коэффициент фильтрации; m – пористость; W^* - связанная влага, т.е. влажность, при которой начинается интенсивное движение воды в жидкой фазе, по А.Ф. Лебедеву, это будет максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ); n-показатель степени, равный 3,5.

Область применения данной модели была расширена нами в пределах от максимальной гигроскопичности до полного водонасыщения путем увеличения показателя степени до $n = 5$, при этом зависимость принимает вид

$$K(W) = K_{\Phi}\left(\frac{W - W_м}{m - W_м}\right)^5, \quad (2)$$

где $W_м$ - максимальная гигроскопичность.

Таким образом, существуют различные модели влагопроводности почвы, которые имеют свои достоинства и недостатки. Выбор модели в общем случае должен быть обусловлен не столько интерполяционными свойствами той или иной зависимости, сколько постановкой и масштабом решаемой задачи.

Для определения зависимости коэффициентов диффузии и влагопроводности от влажности почвы существуют два разных подхода. Первый подход опирается на различные физические модели пористой среды и связан с конкретным их видом. Основа второго подхода - это решение феноменологического уравнения влагопереноса, из которого определяются необходимые параметры (коэффициенты диффузии и влагопроводности).

В исследованиях С.Ф. Аверьянова [1] с помощью первого подхода было получено, что зависимость коэффициента диффузии от влажности имеет следующий вид:

$$D\,(W) = \frac{K_\Phi \psi_0 W^*}{1-\left(W^*/W_1\right)^3}\left(\frac{W-W^*}{m-W^*}\right)^{3,5}\left(\frac{1}{W^2}+2\frac{W}{W_1^3}\right), \qquad (3)$$

где ψ_0 – значение давления при влажности $W = W^*$.

В зависимость (3) входят многие параметры грунтов, такие как: коэффициент фильтрации, максимальная молекулярная влагоемкость, пористость, начальная влажность, полная влагоемкость. Но сама формула имеет очень громоздкий вид, который неудобен для математических преобразований.

В результате изучения движения жидкости в пористой среде, Гарднер установил, что зависимость коэффициента от влажности носит экспоненциальный характер и может быть описана формулой

$$D\,(W) = D_0\, exp\,[\,\beta(W - W_0)], \qquad (4)$$

где β параметр, характеризующий почву; D_0 – коэффициент диффузии при начальной влажности W_0.

Анализируя полученные зависимости, Л.Е. Чернышевская доказала, что в широком диапазоне изменения параметров грунта зависимость (3) можно приближенно аппроксимировать экспоненциальной зависимостью (4), причем параметры β и D_0 находятся по формулам:

$$\beta = \frac{1}{W_1 - W_0} In\left[\frac{3\left(W_1 - W^*\right)^{3,5}}{W_1^2 (W_0 - W^*)^{3,5}\left(\frac{1}{W_0^2}+2\frac{W_0}{W_1^3}\right)}\right], \qquad (5)$$

$$D_0 = \frac{K_\Phi \psi^* W^*}{1-\left(W^*/W_1\right)^3}\left(\frac{W_0 - W^*}{W_1 - W^*}\right)^{3,5}\left(\frac{1}{W_0^2}+\frac{W_0}{W_1^3}\right). \qquad (6)$$

Параметром, определяющим движение влаги в почве и характеризующим энергию связи воды с твердой фазой почвы, является всасывающее давление ψ, которое зависит от влажности почвы W. Вследствие явления гистерезиса рассматриваемая зависимость не является однозначной. Форма кривой $\psi = f\,(W)$ определяется распределением пор по размерам, начальным распре-

делением влаги в почвенной толще и геометрией порового пространства. До настоящего времени еще не получено строгого теоретического обоснования зависимости всасывающего давления от влажности, поэтому она часто определяется экспериментальным путем.

Используя материалы работы, эмпирическую зависимость между влажностью почвы и давлением почвенной влаги можно принять в виде:

$$\frac{\partial P}{\partial W} = -\frac{1164}{W_1 - W_{B3}} \exp\left(-7{,}76\frac{W - W_{B3}}{W_1 - W_{B3}}\right), \qquad (7)$$

где W_{B3} -влажность завядания растений.

Для вычисления коэффициента влагопроводности в этой работе в основу была положена зависимость, аналогичная зависимости Аверьянова:

$$K\,(W) = K_0 \left(\frac{W - W_{B3}}{W_1 - W_{B3}}\right)^{v}, \qquad (8)$$

где K_0 - коэффициент фильтрации, вычисляемый по формуле Кармана-Козени:

$$K_0 = \frac{K'(0{,}01W_1)^3}{W_{B3}(1 - 0{,}01W_1)^2},$$

где K' - эмпирические параметры.

Коэффициент диффузии здесь определяется как произведение полученных зависимостей (7), (8), т.е. $\frac{\partial \mathrm{P}}{\partial W}$ K.

Анализ проведенных ранее исследований показывает, что при значениях влажности $W \geq W^*$ зависимость капиллярного давления от влажности почвы наиболее хорошо описывается формулой

$$\frac{W - W^*}{m - W^*} = \exp\left(-v\overline{\psi^n}\right), \overline{\psi} = \frac{\psi}{h_K}, \qquad (9)$$

где h_K – максимальная высота капиллярного поднятия (для суглинистых почв 2...5 м); n – показатель степени для связных минеральных грунтов, принимается равным 3,0; v - эмпирический коэффициент, определенный для минеральных грунтов и равный 2,7.

Данную зависимость (9) можно записать в виде:

$$\psi = -h_K \sqrt[3]{\frac{1}{v}\ln\frac{W - W^*}{m - W^*}} \qquad (10)$$

Однако непосредственная подстановка значения влажности $W = W^*$ данную зависимость (10) не позволяет вычислить капиллярное давление ψ_0, поэтому нами был предложен следующий подход к решению этой проблемы.

Полученные формулы (1), (2) для определения зависимости коэффициента влагопроводности от влажности почвы имеют различные интервалы применимости. Но вычисленные по этим зависимостям коэффициенты влагопроводности при одной и той, же влажности имеют примерно одинаковые значения. Таким образом, приравнивая выражения (1) и (2), получаем, что:

$$\frac{W - W^*}{m - W^*} = \left(\frac{W - W_м}{m - W_м} \right)^{10/7} \tag{11}$$

Решая уравнение (11) относительно W^* при влажности $W = W_n$, в результате находим выражение для максимальной молекулярной влагоемкости, которое имеет вид:

$$W^* = \frac{m(W_n - W_м)^{10/7} - W_n(m - W_м)^{10/7}}{(W_n - W_м)^{10/7} - (m - W_м)^{10/7}} \tag{12}$$

С учетом полученных равенств (11) и (12) преобразуем формулу (10) в зависимость, позволяющую определять значение капиллярного давления также и при влажности почвы, равной максимальной молекулярной влагоемкости:

$$\psi = -h_K \sqrt[3]{\frac{10}{7v} \ln \frac{W - W_м}{m - W_м}}, \quad \text{при } W \geq W^* \tag{13}$$

Заметим, что формула (12) позволяет находить значение максимальной молекулярной влагоемкости по известным значениям пористости и максимальной гигроскопичности, определение которых не представляет больших трудностей. Таким образом, использование в расчетах полученных зависимостей (12), (13) приводит к значительному уменьшению объема и состава замеров в изысканиях, так как при этом определяются лишь основные водно-физические характеристики почвогрунтов.

В результате исследований по изучению различных форм влаги в почве было доказано, что наименьшее значение влажности почвы, при которой

подвешенная влага приобретает способность передвигаться сплошной массой, составляет в среднем 60...70 % НВ. Расчетные значения максимальной молекулярной влагоемкости по полученной формуле (12) соответствуют заданному интервалу (табл. 1), что указывает на возможность использования этой зависимости для определения приближенного значения ММВ в промежуточных вычислениях.

Таблица 1. Расчетные значения максимальной молекулярной влажности

Горизонт	Мощность горизонта, м	Пористость, % объема почвы	Полная влагоемкость, %	Максимальная гигроскопичность, %	Наименьшая влаемкость, %	Максимальная молекулярная влагоемкость		Капиллярное давление ψ_0, м вод. столба
						% объема почвы	% НВ	
A + $B_{ПАХ}$	0-0,26	45,0	33,8	4,63	23,1	14,6	3,2	70
B_1	0,26-0,27	36,4	23,9	4,69	19,6	1,95	1,0	2,76
B_2	0,72-1,2	40,7	25,4	2,81	18,4	1,4	2,0	2,77
C	1,2-1,6	41,8	26,3	1,93	18,6	1,1	9,7	2,76

Следует заметить, что водно-физические константы почвы не являются стабильными в пространстве и во времени. Однако экспериментальными исследованиями было установлено, что в летние месяцы коэффициент вариации плотности почвы по площади минимален, максимальные изменения плотности не превышают 6 %. Поэтому в нашей работе сезонные изменения почвы не учитываются.

В связи с тем, что задачу о передвижении влаги в ненасыщенных почвогрунтах обычно сводят к рассмотрению двух одномерных дифференциальных уравнений влагопереноса, рассмотрим три различных направления движения влаги: горизонтальное, вертикально вверх и вертикально вниз.

Вследствие того, что при решении уравнений влагопереноса наиболее рационально использование зависимости Гарднера для коэффициента диффузии, нами в дальнейшем для его задания применяются формулы (4-6). Не-

однородность сложения почвогрунта предлагается учитывать путем изменения значений коэффициента диффузии *D(W),* следовательно, и его параметров β, D_0 в указанных направлениях. Значения коэффициента диффузии следует изменять в зависимости от рассмотрения законов передвижения влаги в горизонтальном направлении, вертикально вверх или вертикально вниз. При этом формулы (5), (6) остаются без изменений, но водно-физические характеристики почвы следует усреднять не по всей толще расчетного слоя почвы, а только с учетом свойств и мощности тех слоев, в которых происходит влагоперенос исследуемого направления. Так, например, значение полной влагоемкости при передвижении влаги в определенном направлении находим как среднее значение:

$$\mathrm{W_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_n^{(i)} h^{(i)}}{\sum_{i=1}^{n} h^{(i)}},$$

где $W_n^{(i)}$, $h^{(i)}$ – значение полной влагоемкости и мощность *i*-го слоя почвы.

Аналогичным образом вычисляем все остальные водно-физические характеристики почвогрунта. Таким образом, получим осредненные значения водно-физических свойств, необходимые для решения задачи о передвижении влаги в трех рассматриваемых направлениях (табл. 2).

Таблица 2. Водно-физические свойства почв

Направление влагопереноса	Плотность, г/см^3	Пористость, % объема	Полная влагоемкость, %	Максимальная молекулярная влагоемкость, %	Наименьшая влагоемкость, %	Капиллярное давление ψ_0, м водн. ст.
Горизонтальное	1,52	36,4	24,2	12,0	19,6	2,76
Вертикально вверх	1,42	40,9	29,1	13,1	21,8	2,73
Вертикально вниз	1,58	40,3	25,4	11,5	18,7	2,76

Коэффициенты диффузии почвенной влаги в слоистых грунтах задаются кусочно-непрерывными функциями, при этом параметры β,D_0, изменяются в зависимости от значения предполивной влажности (табл. 3).

Таблица 3. Параметры коэффициента диффузии D_0, β при различной начальной влажности почвы

Начальная влажность	Направление влагопереноса					
	Горизонтальное		Вертикально вверх		Вертикально вниз	
	D_0	β	D_0	β	D_0	β
65 % НВ	0,000126	57,118	0,001959	33,258	0,006281	39,409
75 % НВ	0,005266	39,86	0,01	27,674	0,009198	29,701
85 % НВ	0,047	31,073	0,047	23,145	0,042	24,854

Анализ полученных данных показывает, что изменение коэффициента диффузивности D_0 в зависимости от влажности почвы носит возрастающий характер, аналогичный изменению коэффициента влагопроводности. Это связано с наличием между двумя этими параметрами прямой линейной зависимости. В отличие от коэффициента диффузивности, значение параметра почвогрунта β по мере увеличения влажности уменьшается. Такая зависимость объясняется тем, что с увеличением влажности сила всасывания воды почвой падает.

Литература

1. Аверьянов С.Ф. Зависимость водопроницаемости почвогрунтов от содержания в них воздуха С.Ф. Аверьянов// ДАН СССР. -1949. – Т. 69. №2. – С. 141-144.

2. Айдаров И.П., Теоретические и экспериментальные исследования влагопереноса при внутрипочвенном и капельном орошении /И.П. Айдаров, А.А. Алексашенко //Оптимизация процессов комплексного мелиоративного регулирования: Сб. науч. тр ./МГМН. – М., 1985. – С. 3-12.

МНОГОЛЕТНЕЕ БЕССМЕННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ОЗИМОЙ РЖИ

Белявский Ю.В.

Аннотация

В статье раскрыты возможности выращивания одной и той же сельскохозяйственной культуры непрерывно на протяжении многих лет на одном и том же месте, которые остаются актуальными и доныне. С практической точки зрения интересными являются изменения продуктивности растений и процессы, которые осуществляются в почве под воздействием одностороннего выноса питательных веществ, с одной стороны, и биохимической деятельностью – с другой.

Впервые решением этих вопросов занялись на Ротамстедской сельскохозяйственной опытной станции (60 км к западу от Лондона). В 1843 году там были заложены опыты с бессменной культурой озимой пшеницы и корнеплодов, в 1852 году – бессменной культуры ячменя. В 1878 году на опытном поле сельскохозяйственного института в г. Галле (Германия) начали изучение вопроса относительно культивирования бессменной культуры озимой ржи. Уместно будет напомнить, что в России этот вопрос впервые был рассмотрен на Полтавском опытном поле (Полтавская губерния). Фактически с 1884 года был заложен уникальный опыт по многолетнему выращиванию озимой ржи. Интересно, что через 28 лет (1912 г.), аналогичный опыт был рекомендован и Д.И.Прянишниковым, который был успешно заложен профессором А.Г. Дояренко в МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва).

Полтавский эксперимент входит в число многолетних опытов, которые ведутся с середины XIX века. Для учёных-исследователей крайне важно определение влияния длительного воздействия комплекса факторов на естественное плодородие почвы, его агрономические и агрофизические свойства, фитосанитарное состояние посева, способность сельскохозяйственных культур к монокультуре.

Все выше упомянутые опыты были заложены с целью выяснить влияние бессменных многолетних посевов на динамику изменения урожайности разных культур, изучения процессов, которые происходят под воздействием

одностороннего выноса питательных веществ с урожаем, значительными потерями от эрозии и инфильтрации.

Целью Полтавского эксперимента является определение влияния длительного выращивания озимой ржи на естественное плодородие почвы, изменение её агрохимических и агрофизических свойств, фитосанитарного состояния посевов, продуктивности культуры. Исследования проводятся на темно- серой оподзоленной тяжелосуглинистой почве. Почвенные образцы характеризуются следующими показателями (слой почвы 0-20 см): гидролитическая кислотность – 3,8 мг/ екв., содержание гумуса 2,41%; pH почвы – 4,7; содержание азота гидролизуемого – 91,4 мг/кг; P_2O_5 подвижного – 78,7 мг/кг; K_2O обменного – 199,5 мг/кг почвы; содержание общего азота – 0,15%. Площадь под опытом – 0,4 гектара. Основное отличие от других многолетних опытов – постоянная агротехника выращивания культуры, отсутствие применения за все время длительной монокультуры каких-либо удобрений и средств защиты растений. После уборки урожая озимой ржи проводят обработку почвы дисковыми боронами на глубину 8-10 см, через 2-3 недели участок вспахивают на глубину 18-22 см с одновременным прикатыванием. При появлении сорняков проводят культивацию с боронованием. При необходимости, проводят предпосевную культивацию. Посев озимой ржи проводят во второй-третьей декаде сентября. Повторность в опыте однократная. За исторический период выращивания озимой ржи высевали 9 сортов. Каждый год посев осуществляли элитными семенами. Химическую борьбу с сорняками не проводят, но постоянно изучают их видовой состав и причины изменения их процентного соотношения между разными биогруппами.

В целом, за 126 лет существования опыта, средняя урожайность озимой ржи составляет 1,21 т/га (табл.1). Максимальная урожайность культуры зафиксирована в 1887 году – 2,38 т/га. За период 2002-2011 гг. максимальный урожай зерна озимой ржи составил 1,79 т/га, соломы – 2,91 ц/га (2004 год). Контролем служил обычный посев ржи в севообороте. Так, в контрольном посеве 2004 г. урожай зерна был на уровне 2,72 т/га, соломы – 3,42 т/га. Мно-

голетний трендовый анализ показывает постепенный стабильный рост урожая зерна озимой ржи. Стабильно высокие показатели продуктивности культуры в опыте были получены в период 1970-1990 гг. Снижение продуктивности отмечалось в последние 6 лет.

Таблица 1. Состав сортов озимой ржи и их урожайность (1885-2011 гг.) при бессменном выращивании в Полтавском институте АПП им. Н.И.Вавилова НААН

Сорт	Годы выращивания культуры		Урожайность, ц/га			Прибавка к урожаю
	годы	срок	минимальная	максимальная	средняя	
Пробштейнская	1885-1907	13	3,5	23,8	11,7	-
Полтавская	1908-1910	3	11,5	16,6	13,7	+2,0
Петкуская	1911-1960	51	1,5	18,9	11,9	+0,2
Харьковская 194	1961-1964	4	7,8	10,2	9,3	-2,4
Харьковская 55	1965-1982	17	5,9	22,8	15,1	+3,4
Харьковская 78	1983-1992	10	7,0	22,6	15,8	+4,1
Харьковская 88	1993-1998	6	5,6	14,0	11,5	-0,2
Харьковская 95	1999-2009	9	3,4	17,9	9,5	-2,2
Хамарка	2010-2011	2	8,9	16,5	12,7	+1,0

Содержание гумуса в почве по годам исследований подвержено колебанию. В 1887 году его содержание находилось на уровне 2,87%; 1900 г. – 2,63; в 1991 г. – 2,54; в 2001 г. – 2,47; а уже в 2002 -2004 гг. – 2,41%. В 2009 г. - 2,45%; 2010 г. – 2,7%. Максимальное уменьшение содержания гумуса в почве (на 0,45%) отмечали в период 2001-2004 гг. Содержание подвижных форм питательных веществ в большей мере определялось их выносом, который зависел от температурного и водного режимов, определяющего продуктивность культуры.

Фитосанитарному состоянию посевов в опыте стали уделять пристальное внимание с момента передачи его в лабораторию агроэкологии и защиты растений (2002 г.). Засоренность опытной делянки всегда была очень высокой, особенно в засушливые годы, морозные зимы, а также при наличии изреженного посева. Согласно данных Ротамстедской сельскохозяйственной опытной станции (в 1968 г.) при монокультуре озимой пшеницы (высокий

процент засоренности контрольного участка) на растениях появились корневая и стеблевая гнили. Позже стали все чаще фиксировать наличие и других грибковых заболеваний. На Полтавском участке комплекс доминирующих сорняков за последние 3 года исследований не изменился (табл. 2). Как показали исследования украинских ученых, климат Украины имеет значительную чувствительность к глобальным изменениям.

Таблица 2. Видовой состав доминирующих сорняков при бессменном выращивании озимой ржи, 2005-2010 гг.

Доминирующие виды сорняков	Процент распространения сорняков по годам исследований, %					
	2005г.	2006г.	2007г.	2008г.	2009г.	2010 г.
Чеснок дикий	16,5	31,5	13,2	0	13,0	19,4
Ромашка непахучая	21,0	25,5	6,3	35,3	47,6	25,1
Вика мохнатая	5,0	12,4	8,5	7,7	5,9	4,5
Василек синий	1,2	4,5	31,3	16,0	3,7	19,0
Хренница крупковидная	2,6	3,4	5,8	1,6	1,2	0,8
Живокость полевая	1,7	6,9	11,3	9,0	0,3	5,5
Ярутка полевая	18,2	4,3	0,5	4,0	0,5	6,3
Фиалка полевая	7,9	1,7	10,2	13,6	7,8	10,8
Червец	4,3	3,3	4,4	2,8	0,9	1,2
Пастушья сумка	13,2	0	0,8	1,5	3,0	0,3
Другие виды	8,4	6,4	7,6	8,3	15,8	7,0
Общее количество сорняков на 1 $м^2$	418	580	364	543	640	638

В условиях Лесостепи Украины, за 126-летний период наблюдений, среднегодовая температура воздуха сдвинулась в сторону потепления и поднялась в среднем на 0,7-0,9°С. Влияние изменения климата на продуктивность озимой ржи проявилось опосредствовано, через изменение состава фитоассоциаций. Подсчет сорняков на 1 $м^2$ показал значительное увеличение их численности: с 65-198 шт. в 2002-2004 гг. до 638-640 в 2009-2010 гг. В целом, за последние 3 года засоренность возросла на 14,3%. В связи с этой проблемой с 2002 года проводится более современный мониторинг фитосанитарного состояния посева озимой ржи: учет вредителей, болезней и сорняков, состояние полезной энтомофауны. Обследование растений осуществляется по фенологическим фазам их развития. Численность вредителей и их вредоносность в данный период времени находятся ниже уровня экономического по-

рога вредоносности. Эти показатели ежегодно сравниваются с данными наблюдений в контроле (севообороте). Наиболее распространенными в посеве озимой ржи из вредителей являются трипсы, злаковая тля, клоп-черепашка, травяной клоп, хлебная блошка. Иногда показатели ЭПВ превышают по численности трипсы и злаковая тля. Такие вредители как клоп-черепашка, травяной клоп, хлебные блошки могут наносить лишь локальный вред в отдельные благоприятные для них годы.

Среди болезней в опыте с бессменным выращиванием озимой ржи чаще всего наблюдали развитие корневых гнилей (Bipolaris sorokiniana Shoem.), в 2002 г. – бурой ржавчины (Puccinia recondita Rob. et Desm.) 2-3%, септориоза (Septoria tritici Rob. et Desm.), а также темно-бурой пятнистости (Drechslera tritici-repentis Ito.). Иногда встречаются растения пораженные рожками злаков (Claviceps purpurea Tul.). В 2003 году отмечали: на контроле – распространение септориоза - 30-40% (развитие болезни – 20-25%), бурой ржавчины – единичное поражение; на опытной делянке – распространение септориоза составляло 15-20%, развитие болезни – 3-5%. В 2004 году отмечено распространение бурой ржавчины, септориоза и темно-бурой пятнистости: соответственно в контроле – 27,5%; 26,2; 7%; в опыте – 16,2; 16,5; 9,5%.

Ежегодные наблюдения в опыте за весь исторический период показали, что фитосанитарное состояние многолетнего посева озимой ржи стабилизировалось. Недобор урожаев культуры происходит в основном за счет отсутствия необходимых для стабилизации технологических элементов выращивания: отсутствие севооборота, удобрений и средств защиты растений.

Эти исследования бесспорно являются интересными и актуальными. Полтавский многолетний эксперимент является третьим по продолжительности в мире. Вторым – по культуре – озимая рожь. Эти многолетние опыты стали классическими. Они имеют демонстративное значение, а результаты их – наглядные и убедительные. В современных условиях хозяйствования – это поучительный опыт и пример, указывающий на положительные и отрица-

тельные его стороны. В свое время, Ротамстедские опыты высоко оценили такие ученые, как К.А. Тимирязев, Д.И. Прянишников, Н.И. Вавилов.

Кроме того, многолетний опыт является самым длительным и ярким примером биологического земледелия в Украине.

На сегодня, этот опыт занесен в реестр многолетних стационарных полевых опытов научных учреждений Национальной академии аграрных наук Украины. Получен патент, утвержденный Государственной службой интеллектуальной собственности Украины. В 2012 году планируется рассмотреть вопрос относительно включения всемирного многолетнего полевого опыта в Реестр научных объектов, которые составляют национальное достояние Украины.

УДК:631.582:631.452

СЕВООБОРОТ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ 30-ЛЕТНЕГО СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА

Никончик П.И.

Аннотация

В статье изложены результаты 30-летнего стационарного опыта по изучению влияния различных типов и видов севооборотов на основные показатели плодородия почвы. Показана роль растений (зерновых, зернобобовых, многолетних и однолетних трав, пропашных) в воспроизводстве плодородия. Количественно отражена общая биомасса растений, отчуждаемая с урожаем и поступающая в почву в виде корневых и пожнивных остатков, а также запасы основных элементов питания, содержащихся в этих частях биомассы и доля возврата их в почву при возделывании культур в основных и промежуточных посевах (всего 30 видов). Эти же определения выполнены в различных видах севооборотов: зернотравянопропашном, зернотравяном, зернопропашном, пропашном. Представлен баланс гумуса в почве в названных видах севооборотов при навозно-минеральной и минеральной системах удобрений. Показано влияние запашки соломы и пожнивных культур при использовании на корм и зеленое удобрение на баланс гумуса в почве. Изложены расчеты возможных источников пополнения органического вещества в почве в земледелии Беларуси.

Введение

Общепринятым является, что плодородие почвы и его воспроизводство являются основой научного земледелия. Всегда с плодородием связывали пригодность почвы для возделывания культурных растений, удовлетворять их потребности в земных факторах жизни-воде, питательных веществах и способность обеспечивать получение высокого урожая. Важнейшими показателями плодородия почвы являются содержание гумуса и доступных питательных веществ. До недавнего времени в республике баланс органического вещества и содержание гумуса поддерживались за счет широкого применения торфа на удобрение. В 1970-1980 годах доля его по сухому веществу составляла более 50% от всех видов органических удобрений. В настоящее время в связи с резким уменьшением использования торфа заготовки и применение органических удобрений сократилось с 80 до 40 млн т, а в пересчете на подстилочный навоз с 60 до 30 млн т или с 12 до 6 т на 1 га пашни. В этих условиях резко возрастает роль растений и структуры посевных площадей в севооборотах в регулировании баланса органического вещества.

Отчуждение питательных элементов с урожаем и возврат их в почву с растительными остатками занимает важное место в биологическом круговороте веществ, изменение которого имеет большое значение для совершенствования и разработки наиболее эффективных систем земледелия. Знание количественных величин накопления органической массы за счет корневых и пожнивных остатков и заключенных в них питательных элементов, а также выноса этих элементов урожаем имеет большое практическое значение для обоснования мероприятий, связанных с повышением плодородия почвы, эффективным использованием удобрений, структурой посевных площадей, размещением культур по предшественникам и другими элементами системы земледелия.

Роль сельскохозяйственных культур в поддержании баланса органического вещества в почве возрастает в условиях специализации и концентрации сельскохозяйственного производства. Создание крупных ферм и комплексов

усиливает неравномерность распределения навоза по территории, способствует сосредоточению его в больших количествах вблизи ферм. Полученный при этом жидкий и полужидкий навоз в связи с бесподстилочным содержанием скота снижает свое значение как органического удобрения. В таких условиях регулирование баланса органического вещества в почве за счет рационального сочетания культур в севооборотах имеет особенно большое значение.

Специализация земледелия требует сосредоточения однотипных культур в севооборотах. Насыщение их культурами с маломощной корневой системой снижает возможности поступления органического вещества в почву за счет растительных остатков. Поэтому в условиях специализации земледелия возрастает необходимость знания особенностей каждой культуры в накоплении органической массы в виде корневых и пожнивных остатков и содержания в них элементов питания. Не меньшее значение имеют знания баланса гумуса в различных видах севооборотов с разной структурой посевов.

Условия и методика исследований

Исследования по изучению влияния различных типов и видов севооборотов на плодородие почвы проводятся в стационарном опыте заложенном в 1978г. на экспериментальной базе «Жодино» Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. В полную схему опыт вошел в 1980 году. В 2010 году исполнилось 30 лет от года начала получения информации. Почва опытного участка дерново-подзолистая, средне-оподзоленная, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 50-70 см моренным суглинком.

Всего изучается 20 схем севооборотов в разной степени насыщенных различными зерновыми и кормовыми культурами, а также промежуточными культурами с использованием на корм и зеленое удобрение. Насыщение зерновыми составляет от 33 до 75%, многолетними травами от 12 до 100%, пропашными от 12 до 100%, промежуточными от 12 до 37%. По видам изучаемые севообороты относятся к зерно-травяно-пропашным (полный плодос-

мен), зернотравяным, зернопропашным, зерновым, пропашным. По продолжительности ротации: 2 севооборота – 9-ти польные, 9-8 - ми польные, 1-6-ти польный, 2-5–ти польные, 4- 4-х польные, 1-3-х польный, 1-2-х польный.

Исследуемые севообороты изучаются при различных системах и уровнях удобрений: 1) навоз соломистый 11т на 1 га пашни + NPK,
2) навоз 22 т/га + ½ NPK, 3) навоз 22 т/га, 4) NPK. Применяются следующие дозы минеральных удобрений: под зерновые – N_{80} P_{60} K_{100}, пропашные – N_{120} $P_{90}K_{150}$, клевер P_{90} K_{150}, клевер + злаки 2-го г.п. – N_{90} P_{90} K_{150}, злаковые травы – N_{180} P_{90} K_{150}. В зерновом севообороте на протяжении 30 лет изучается использование соломы в качестве органического удобрения. Запашка ее производится в чистом виде, а также в сочетании с крестоцветными пожнивными культурами при использовании на корм и зеленое удобрение.

В качестве промежуточных культур в севооборотах изучаются: озимая рожь на зеленую массу, после уборки которой в поукосных посевах возделываются однолетние бобовые культуры; подсевной однолетний райграс под люпин и горохо-овсяную смесь: пожнивные крестоцветные культуры (редька масличная, горчица белая, рапс озимый). Пожнивные культуры изучаются с использованием на корм и зеленое удобрение в чистом виде и в сочетании с соломой.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате 30-летних исследований в комплексном стационарном опыте по изучению различных типов и видов севооборотов при различных системах удобрений получен обширный экспериментальный материал, имеющий важное значение для дальнейшего совершенствования систем земледелия Беларуси. Ниже приводятся основные результаты опыта.

1. Влияние различных типов и видов севооборотов на основные показатели плодородия почвы

Установлено действие их на баланс органического вещества, биологический круговорот основных элементов питания, хозяйственный и почвенный баланс азота, фосфора и калия, физические свойства и биологическую

активность почвы. При установлении роли растений в плодородии почвы определена общая биомасса растений (надземная + корни), отчуждаемая с урожаем, а также поступающая в почву в виде пожнивных и кормовых остатков, а также запасы основных элементов питания, содержащихся в этих частях биомассы и доля возврата их в почву при возделывании основных полевых культур: зерновых, зернобобовых, однолетних и многолетних трав, пропашных – всего у 30 культурах. Эти же определения выполнены в различных видах севооборотов: зернотравянопропашном, зернотравяном, зернопропашном, зерновом, пропашном, изучаемых при различных системах и уровнях удобрений, на почвах разной степени окультуренности (средне - и хорошо окультуренной). Такие же исследования проведены и при изучении промежуточных культур (озимая рожь на зеленый корм, подсевная сераделла, подсевной многолетний горький и кормовой люпин, пожнивные крестоцветные – редька масличная, горчица белая, рапс озимый), а также севооборотов, в разной степени насыщенных различными промежуточными культурами с использованием на корм и зеленое удобрение.

1.1. Накопление биомассы, потребление и возврат в почву элементов питания основными полевыми культурами

Исследования показали, что наибольшая биомасса корней и пожнивных остатков накапливалась у многолетних трав (клевер, клевер + злаки, люцерна), составившая 50,4-62,9 ц/га сухого вещества, затем следовали зерновые колосовые (26,2-32,3 ц/га), люпин кормовой (28,1 ц/га), другие бобовые (горох, кормовые бобы, вика, пелюшка, сераделла) – 11,2- 16,0 ц/га, пропашные силосные (кукуруза, подсолнечник)- 19,9-25,2 ц/га, корнеклубнеплоды (кормовая и сахарная свекла, брюква, морковь, картофель) – 6,9-11,7 ц/га, промежуточные культуры – 20,8-27,3 ц/га. Удельный вес растительных остатков (пожнивные + корни) по отношению к общей биомассе (надземная + корни) у многолетних трав составлял 40,7-44,5%, у зерновых колосовых и кормового люпина – 30,2-36,3, других однолетних бобовых культур – 11,2-16,0, кукурузы – 35,1, подсолнечника – 17,5, корнеклубнеплодов – 7,8-14,0,

промежуточных культур – 43,8-56,5%, а к отчуждаемому урожаю соответственно: 52,5-80,2%, 43,3-54,5; 20,8-46,1; 54,2; 21,2; 8,4-16,2; 78-130%.

1.2. Накопление биомассы в севооборотах в зависимости от структуры посевов

Исследования по изучению накопления в почве органического вещества в различных видах севооборотов показали (табл.1), что наибольшее количество органической массы за счет корневых и пожнивных остатков поступает в почву в севооборотах с многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травами с использованием их не более двух лет и если в составе севооборотов возделываются промежуточные культуры. Максимальное их количество накапливалось в 8-польном зернотравянопропашном севообороте с двумя полями клевера одногодичного пользования и возделыванием в двух полях промежуточных культур – 41,8 ц/га (сев-т 9а). Близким к этому севообороту был зернотравяной севооборот с сочетанием клевера одногодичного пользования и клеверо-тимофеечной смеси двухлетнего пользования – 40,6 ц/га (сев.6), а также специализированный зерновой севооборот без пропашных культур с двумя полями клевера одногодичного пользования – 41,4 ц/га (сев.13а). В зернотравянопропашном (9а) и зерновом (13а) севооборотах за счет основных культур поступало в почву 35,3-35,4 ц/га растительных остатков и за счет промежуточных -6,0-6,5 ц/га. В общем количестве поступившей органической массы удельный вес промежуточных посевов составил 14,5-15,5%.

В севообороте с двухгодичным использованием клеверо-тимофеечной смеси (сев-т 1) в почву запахивалось меньше растительных остатков (35,1 ц/га), чем в севообороте с таким же удельным весом многолетних трав (сев-т 9а), при одногодичном возделывании клевера в двух полях (41,8 ц/га). Удлинение срока пользования многолетними травами (клевер + злаки) до четырех лет привело к уменьшению запахиваемых растительных остатков до 25,9 ц/га, несмотря на то, что в этом севообороте (сев-т 7) удельный вес много-

летних трав был вдвое больше (50% вместо 25%), чем в севооборотах с одногодичным и двухгодичным использованием клевера (сев-т 9 и сев-т 1).

Значительно меньше, чем в севооборотах с многолетними бобовыми травами (севообороты 1 и 9) поступало в почву корневых и пожнивных остатков в зернопропашном севообороте (сев.2) – 23,0 ц/га и еще меньше в пропашном севообороте со 100% пропашных культур (сев-т 15) – 14,6 ц/га.

Таблица 1. Поступление в почву органического вещества за счет навоза и растительных остатков в севооборотах (на 1 га пашни в среднем за год)

№ севооборота в опыте	Структура посевов, %						Запахано в почву абсолютно сухой органической массы, ц/га			В % за счет	
	зерновые	однолетние травы	многолетние травы		пропашные	промежуточные	всего	в том числе		навоза	корневых и пожнивных остатков
			% в севообороте	вид и продолжительность использования, лет				навоза	корневых и пожнивных остатков		
1	50	12,5	25	КТ2	12,5	25	57,5	22,4	35,1	39,0	61,0
9	50	12,5	25	Кл1 (2п)	12,5	-	57,7	22,4	35,3	38,8	61,2
9а	50	12,5	25	Кл1(2п)	12,5	25	64,2	22,4	41,8	34,9	65,1
6	55,6	11,1	33,3	Кл1,КТ2	-	25	63,0	22,4	40,6	36,5	63,5
7	37,6	12,5	50	К34	-	-	48,3	22,4	25,9	46,3	53,7
12	62,5	12,5	12,5	Кл1	12,5	25	57,7	22,4	35,4	38,7	61,3
13	75	-	25	Кл1(2п)	-	-	57,8	22,4	35,4	38,7	61,3
13а	75	-	25	Кл1(2п)	-	25	63,8	22,4	41,4	35,1	64,9
2	50	-	-	-	50	-	45,4	22,4	23,0	49,3	50,7
15	-	-	-	-	100	-	37,0	22,4	14,6	60,5	39,5

Примечание: Кл1 – клевер 1-го г.п., КТ2 – клевер + тимофеевка 2-го г.п., К34 – клевер + злаки 4-го г.п.

1.3. Содержание гумуса в почве в зависимости от вида севооборота и систем удобрений

Обобщающим показателем при оценке роли севооборота в накоплении органического вещества является изучение влияния их на баланс гумуса в почве. Здесь находит отражение не только поступление в почву свежей органической массы, но и степень ее разложения, которая в значительной мере зависит от технологии возделывания каждой культуры. В наших исследованиях изучался баланс гумуса в почве в различных видах севооборотов: зернотравяно-пропашном (полный плодосмен), зернотравяном, зернопропашном и пропашном. Исследования проводились при минеральной и навозно- минеральной системах удобрений, что дало возможность вычленить влияние культур и влияние удобрений. Полученные результаты показали (табл.2), что преимущество в накоплении гумуса имели севообороты с многолетними травами.

Таблица 2. Содержание гумуса в слое почве 0-20 см в зависимости от структуры посевных площадей в севообороте и систем удобрений

№ севооборота в опыте	Вид севооборота	Структура посевов, %				Система удобрений	Содержание гумуса, %		Изменения, ±	
		зерновых	однолетних трав	многолетних трав	пропашных		исходное	через 26 лет	за 26 лет	в среднем за год
9	Зернотравянопропашной	50	12,5	25	12,5	NPK	2,26	2,27	+0,01	+0,0004
						Навоз + NPK	2,27	2,47	+0,20	+0,008
6	Зернотравяной	55,6	11,1	33,3	-	NPK	2,31	2,35	+0,04	+0,0015
						Навоз + NPK	2,31	2,55	+0,24	+0,009
2	Зернопропашной	50	-	-	50	NPK	2,25	2,04	-0,21	-0,008
						Навоз + NPK	2,40	2,35	-0,05	-0,0019
15	Пропашной	-	-	-	100	NPK	2,22	1,93	-0,29	-0,011
						Навоз + NPK	2,40	2,31	-0,09	-0,003

Примечание: Доза навоза 11,2 т на 1 га пашни.

Показательно, что в этих севооборотах положительный баланс складывался не только при навозно-минеральной, но и при минеральной системе удобрений, что имеет важное значение в условиях уменьшения применения органических удобрений в связи с резким сокращением использования навоза и торфа в сельском хозяйстве.

В изучаемом 8-польном зернотравянопропашном севообороте (сев-т 9) многолетние травы возделывались в двух полях на разрыве в виде клевера одногодичного пользования, в зернотравяном (сев-т 6) – в виде клевера одногодичного пользования (одно поле) и на разрыве в виде клеверо-тимофеечной смеси двухлетнего пользования. Среди этих севооборотов по интенсивности гумусонакопления некоторое преимущество имел зернотравяной севооборот без пропашных культур. За 26-летний период увеличение содержания гумуса в почве здесь составило 0,24% при навозно-минеральной системе удобрений и 0,04% при минеральной системе. В зернотравянопропашном севообороте соответственно 0,20 и 0,01%. В этих севооборотах баланс можно охарактеризовать как положительный при навозно-минеральной системе удобрений и бездефицитный, или уравновешенной, при минеральной системе удобрений.

В зернопропашном и пропашном севооборотах баланс гумуса складывался отрицательно как при минеральной, так и при навозно-минеральной системах удобрений. Особенно резко отрицательным он был при минеральной системе, где за 26-летний период его уменьшение составило 0,21 и 0,29%. При навозно-минеральной системе оно составило 0,05 и 0,09%. Доза органических удобрений 11,2 т на 1 га пашни в этих севооборотах оказалась недостаточной для создания бездефицитного баланса гумуса. Отрицательно складывался баланс гумуса и при бессменном возделывании кукурузы на фоне навозно-минеральной системы удобрений. За 26-летний период содержание его в слое почвы 0-20 см уменьшилось с 2,44% до 2,28%.

1.4. Содержание гумуса в почве в зависимости от концентрации и режима использования многолетних трав в севообороте

В сельскохозяйственных организациях республики все еще большой удельный вес на пахотных землях занимают злаковые травы. Как правило, это старовозрастные травостои. В связи с этим представляет интерес проследить за динамикой содержания гумуса в почве в зависимости от концентрации трав в севообороте и продолжительности их использования. Результаты исследований показали (табл. 3), что увеличение удельного веса многолетних трав (травостой злаковый) от 33 до 83% за счет удлинения срока их использования от трех до семи лет не приводило к увеличению содержания гумуса в почве, а наоборот, наблюдалась тенденция к снижению его содержания. Такая же тенденция отмечена и в бессменных посевах многолетних трав. На наш взгляд это можно объяснить тем, что новообразование гумуса за счет ежегодного отмирания части корневой системы не компенсирует полностью убыль его в почве за счет процесса минерализации. Полной компенсации и увеличения накопления можно достигнуть при вовлечении в биологический процесс всей корневой массы, что достигается при перезалужении многолетних трав и чередовании их с однолетними культурами в севообороте.

Таблица 3. Влияние насыщения севооборотов многолетними травами на содержание гумуса в почве (0-20 см)

Показатели	% многолетних трав в севообороте				
	33	50	67	83	100
Продолжительность использования трав, лет	3	4	6	7	бессменно 26 лет
Содержание гумуса, %	2,32	2,32	2,31	2,30	2,29

Следовательно, положительная роль многолетних трав на накопление гумуса в почве зависит не только от их удельного веса в структуре посевных площадей, но и от режима использования их в севообороте. Наиболее сильно влияние трав проявляется при возделывании клевера с одногодичным ис-

пользованием или клеверозлаковой смеси с использованием не более двух лет. При одинаковой их доли в структуре севооборота преимущество сохраняется за клевером при одногодичном использовании.

Таким образом, совершенствование системы использования многолетних трав на пашне, оптимизация их структуры с заменой злаковых травостоев бобовыми и бобово-злаковыми и изменении режима использования в севооборотах будет способствовать не только повышению экономической эффективности травяного поля, но и воспроизводству плодородия почвы и, прежде всего, улучшению баланса органического вещества в земледелии.

1.5. Влияние запашки соломы и пожнивных культур на содержание гумуса в почве

В условиях республики Беларусь в результате сельскохозяйственной деятельности ежегодно накапливается более 5,0 млн тонн малоценной для кормопроизводства соломы (ржи, пшеницы, тритикале, гречихи, рапса). Малая часть ее используется для подстилки животных, а значительная в хозяйствах запахивается после уборки культур. В связи с этим встает вопрос оценки запахиваемой соломы как органического удобрения, влияния ее на плодородие почвы и, прежде всего, на воспроизводство органического вещества. В наших исследованиях на экспериментальной базе «Жодино» на протяжении 30 лет изучается влияние запашки соломы озимой ржи на содержание гумуса в зерновом севообороте с запашкой соломы дважды за 8-летнюю ротацию – под пропашные (картофель, кукуруза) и под яровые зерновые культуры (ячмень, овес). Запашка проводится в чистом виде, а также в сочетании с пожнивной крестоцветной культурой (редька масличная) с использованием на корм и зеленое удобрение. Результаты исследований за три ротации севооборота приведены в таблице 4.

Приведенные данные показывают, что за 26 летний период в вариантах с запашкой соломы имелась лишь тенденция увеличения накопления гумуса в почве. Прирост в варианте с пожнивными культурами на корм без запашки соломы составил 0,07%, с запашкой соломы – 0,08%, а в сочетании с пож-

нивным зеленым удобрением соответственно 0,02 и 0,05%. Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что запашка соломы не приводит к существенному повышению содержания гумуса в почве, а лишь стабилизирует его запасы.

Таблица 4. Содержание гумуса в зерновом севообороте в зависимости от систем удобрений, запашки соломы и способа использования пожнивной культуры

Система удобрений	Наличие и способ использования пожнивной культуры	Содержание гумуса, %		Изменение, ±	
		исходное, 1977 г.	конец 3-й ротации, 2003 г.	за 26 лет	в среднем за год
NPK	-	2,35	2,38	+0,03	+0,001
Нс + NPK	-	2,29	2,45	+0,16	+0,006
NPK	з/к	2,36	2,43	+0,07	+0,003
NPK	з/у	2,24	2,26	+0,02	+0,0008
Нс + NPK	з/к	2,21	2,40	+0,19	+0,007
Нс + NPK	з/у	2,25	2,38	+0,13	+0,005
NPK+солома	з/к	2,21	2,29	+0,08	+0,003
NPK+солома	з/у	2,23	2,28	+0,05	+0,002

Примечание: Нс – навоз соломистый, з/к – зеленый корм, з/у – зеленое удобрение.

Слабое влияние соломы на процесс гумусонакопления объясняется химической природой ее органического вещества, неблагоприятным соотношением углерода (С) к азоту (N). В соломе очень широкое соотношение С:N (много углерода и мало азота), в зависимости от типа соломы оно колеблется от 60:1 до 100:1. Это сильно замедляет ее разложение. Благоприятным для микробиологической деятельности и процесса гумусообразования является соотношение С:N как 20:1 (3).

В отличие от соломы, применение соломистого навоза обеспечило значительный прирост накопления гумуса. За 26 летний период увеличение составило 0,19% в варианте с пожнивными на корм и 0,13% в варианте с пожнивными на зеленое удобрение. Это соответственно в 6 и 4 раза больше, чем от запашки соломы. Одни минеральные удобрения без применения органиче-

ских обеспечили лишь бездефицитный (уравновешенный) баланс гумуса с положительным значением за период исследований +0,03%, а в среднем за год +0,001%.

В этом же стационарном опыте изучалось влияние пожнивных культур (редька масличная, горчица белая) с использованием на корм и зеленое удобрение на баланс гумуса в почве. Пожнивные культуры после озимой ржи на зерно возделывали в двух полях 8-польного севооборота, перед картофелем и перед яровой зерновой культурой (овес, ячмень). Полученные данные показали, что в специализированном зерновом севообороте (67% зерновых), применение пожнивных посевов с использованием на кормовые цели оказало положительное влияние на содержание гумуса в почве. За 26-летний период на фоне NPK увеличение составило от 0,03 до 0,07%, а на фоне навоз соломистый +NPK – от 0,16 до 0,19%. Прибавка эта обеспечена за счет дополнительного поступления в почву свежего органического вещества в виде корневых и пожнивных остатков.

Запашка пожнивных крестоцветных культур на зеленое удобрение повышала биологическую активность почвы, но не оказывала положительного влияния на содержание гумуса. Наоборот, в вариантах севооборота с зеленым удобрением имело место снижение его содержания. На фоне NPK прибавка за 26-летний период снизилась с 0,07 до 0,02%, а на фоне навоз соломистый +NPK – с 0,19 до 0,13%. Объясняется это неблагоприятным для гумусообразования соотношением углерода к азоту. Молодая зеленая масса с узким соотношением C:N (с малым содержанием углерода и высоким – азота) полностью разлагается до минеральных веществ, исключая процесс накопления гумуса.

1.6. Роль полевых культур в основных и промежуточных посевах в биологическом круговороте азота, фосфора и калия

Сельскохозяйственные растения потребляют из почвы и отчуждают с урожаем большое количество азота и зольных элементов. Часть потребленных питательных веществ возвращается в почву вместе с корневыми и пож-

нивными остатками. Отчуждение питательных элементов с урожаем и возврат их в почву с растительными остатками занимают важное место в биологическом круговороте веществ, изучение которого имеет большое значение для совершенствования и разработки эффективных систем земледелия. Исследования показали, что названные показатели в большой степени зависят от вида растений и значительно изменяются от фона удобрений. Наибольшее количество азота вовлекалось в биологический круговорот люцерной, клевером, кормовым люпином, сераделлой (227-397 кг/га), а из не бобовых культур – картофелем, морковью, брюквой, сахарной свеклой (113-159 к/га). Горох, бобы, вика, пелюшка по количеству вовлекаемого в биологический круговорот азота уступали люцерне, клеверу, люпину и сераделле в виду меньшей их продуктивности (92,2-150,0 кг/га). Меньшим количеством азота в биомассе растений характеризовались зерновые культуры, а из кормовых – кукуруза и кормовая свекла (71,1-109,0 кг/га).

Количество фосфора, вовлекаемого в биологический круговорот, у всех изучаемых культур было значительно меньше, чем азота. В меньшей степени выражены также различия в содержании этого элемента между культурами. Большим его накоплением в общей биомассе растений отличались люцерна, клевер и клеверо-тимофеечная смесь (58,8-90,7 кг/га) и меньшим – горох, кукуруза, гречиха (24,5-31,9 кг/га). Остальные культуры занимали промежуточное положение (35,7-51,1кг/га).

По количеству вовлекаемого в биологический круговорот калия среди полевых культур резко выделялись люцерна и клевер (326-371 кг/га). Большое количество его потребляли также корнеплодные культуры, картофель и подсолнечник (190-298 кг/га). Много калия, хотя и меньше, чем в названных культурах, содержалось в биомассе однолетних бобовых культур на зеленую массу и кукурузы (119-155 кг/га). Меньшим потреблением калия характеризовались зерновые и зернобобовые культуры (45,7-91,6 кг/га). Во всех культурах калий резко преобладал на фосфором, особенно в корнеклубнеплодах и культурах на зеленую массу. В биомассе всех не бобовых кормовых культур

на зеленую массу и корнеклубнеплодов калий в значительной степени преобладал также над азотом.

Из всего количества потребленных растениями питательных элементов большая часть их отчуждается с урожаем и изымается из биологического круговорота. По всем изучаемым культурам вынос азота составил 59,9-91,9%, фосфора 52,8-93,8 и калия -72,2-96,6% от общего их количества, вовлекаемого в биологический круговорот. С урожаем отчуждалось 43,5-287 кг/азота, 91,1 - 58,4 кг фосфора и 38,9-290 кг калия с 1 га. Таким образом, при возделывании сельскохозяйственных культур почва безвозвратно теряет большое количество элементов питания. Для возмещения их потерь, поддержания плодородия почвы, данные элементы необходимо вносить в виде удобрений. С пожнивными и корневыми остатками в почву возвращается меньшая часть усвоенных растениями питательных элементов. Тем не менее, и эти количества могут быть довольно значительными и иметь существенное значение в питании растений. По данным наших исследований с растительными остатками возвращалось в почву следующее количество элементов питания в кг/га: зерновые колосовые – N – 26-32, P_2O_5 – 7-9, K_20 – 16-21; люпин кормовой – N – 52, P_2O_5 –9, K_20 – 31; горох, бобы, вика яровая – N –22-30, P_2O_5 – 5-7, K_20 – 12-20; кукуруза – N –24, P_2O_5 – 8, K_20 – 35; клевер, люцерна – N – 100-110, P_2O_5 – 27-33, K_20 – 74-84; клевер + тимофеевка 2 г.п. – N – 79, P_2O_5 – 23, K_20 – 68; корнеклубнеплоды – N –12-17, P_2O_5 – 3-6, K_20 – 11-24.

Представляет интерес показатель отношения питательных элементов, оставляемых в почве с растительными остатками к их выносу с урожаем (степень возврата). Этот показатель характеризует какая часть от хозяйственного выноса элементов питания остается в почве после уборки культуры с корневыми и пожнивными остатками. Эти данные могут быть использованы при обосновании структуры посевных площадей, системы удобрений, мероприятий по воспроизводству плодородия почвы. Данный показатель определен нами у всех возделываемых культур (всего 30 культур в основных и промежуточных посевах). Анализ показал, что между культурами наблюда-

ются большие различия в степени возврата элементов питания в почву. В процентах по отношению к выносу с урожаем этот показатель (с интервалом от минимального до максимального) составил: у зерновых и зернобобовых культур: по азоту – 27-48%, фосфору – 22-37, калию – 19-42%; у культур на зеленую массу (однолетних и многолетних): по азоту – 17-67%, фосфору – 15-68, калию – 11-32%; у корне-клубнеплодов: по азоту – 11-15%, фосфору – 6-12%, калию – 4-11%.

Промежуточные культуры (озимая рожь на зеленую массу; пожнивные – редька масличная, горчица белая, озимый рапс; подсевная сераделла) характеризовались более высоким удельным весом возвращаемых в почву питательных элементов по отношению к их выносу с урожаем, чем культуры основных посевов. В процентах этот показатель составлял: по азоту – 40-82%, фосфору – 51-95, калию – 26-82%. Это объясняется тем, что в отличие от культур в основных посевах промежуточные культуры имеют иное распределение биомассы (сухого вещества) по частям и органам растений. Если у основных культур большая часть общей биомассы приходится на отчуждаемую часть урожая, а корни и пожнивные остатки составляют, как правило, меньшую часть, то у большинства промежуточных культур, наоборот, масса корней и пожнивных остатков преобладает над массой отчуждаемого урожая. Так у пожнивных крестоцветных культур масса корневых и пожнивных остатков была больше, чем отчуждаемая надземная масса, в 1,5-1,8 раза. Только у озимой ржи на зеленый корм растительные остатки по массе были меньше отчуждаемого урожая. Однако если при использовании на зерно они составляли 43%, то при использовании на зеленый корм – 78% от массы отчуждаемого урожая.

Выводы

1. По количеству поставляемого в почву органического вещества за счет растительных остатков культуры различаются в 8-10 раз. Наибольшая их масса поступает от многолетних трав (50,4-62,9 ц/га) и наименьшая – от корнеклубнеплодов (6,9-11,7 ц/га). Зерновые колосовые занимают среднее по-

ложение (26,2-32,3 ц/га). Большие различия и между видами севооборотов. В оптимальном зернотравяном, зернотравянопропашном и зерновом с клевером растительных остатков накапливалось 35,1-41,8 ц/га, а в пропашном и зернопропашном – 14,6-23,0 ц/га. В зернотравяном севообороте с 50% многолетних трав с четырехлетним их использованием растительных остатков запахивалось в почву в 1,6 раза меньше (25,9 ц/га), чем в севообороте с 33,3% трав при одно-двухгодичном использовании (40,6 ц/га).

2. В зернотравянопропашном и зернотравяном и севооборотах с 25 и 33,3% многолетних трав (клевер 1 г.п., клевер + злаки 2 г.п.) баланс гумуса складывался положительно не только при навозно-минеральной системе (за 26 лет + 0,20-0,24%), но и при минеральной системе удобрений (+0,01-0,04%). В пропашном и зернопропашном севооборотах баланс отрицательный как при минеральной (-0,21-0,29%), так и навозно-минеральной системе удобрений (-0,05-0,09%). Увеличение удельного веса многолетних трав в севообороте с 33 до 83%, за счет удлинения срока пользования с 3-х до 7-ми лет и бессменное возделывание злаковых трав (30 лет) не привело к увеличению накопления гумуса в почве, наоборот, имела место тенденция к снижению содержания (с 2,32 до 2,29%).

3. Применение промежуточных культур в севооборотах с использованием на кормовые цели оказывает положительное влияние на содержание гумуса в почве. За 26-летний период отмечена тенденция повышения с 0,16 до 0,19% на навозно-минеральном фоне и с 0,03 до 0,07% на минеральном фоне удобрений. Запашка пожнивных культур на зеленое удобрение повышала биологическую активность почвы, но не приводила к повышению содержания гумуса в почве из-за неблагоприятного для гумусообразования соотношения углерода к азоту. Наоборот, в вариантах с зеленым удобрением имела место тенденция к снижению содержания гумуса из-за усиления процессов минерализации органического вещества.

4. Запашка соломы не приводит к снижению содержания гумуса в почве, но и не обеспечивает существенного его повышения. Запасы его оставались

практически на исходном уровне. Прирост за 26-летний период составил всего лишь 0,02-0,03%. Влияние ее можно охарактеризовать как слабоположительное, а баланс гумуса уравновешенным. В то же время от соломистого навоза обеспечен значительный прирост накопления гумуса. За тот же период увеличение составило 0,19%, что в 6 раз больше, чем от запашки соломы.

5. При оптимальной структуре посевных площадей и внедрении рекомендуемых севооборотов в пахотные почвы республики ежегодно может поступить 13900 тыс.т абсолютно сухой органической массы за счет корневых и пожнивных остатков сельскохозяйственных культур и 8744 тыс. т за счет органических удобрений, а всего вместе 22704 тыс. т. На 1 га пахотных земель возможное поступление составит 3,0 т за счет культурных растений и 1,9 т за счет органических удобрений, что эквивалентно соответственно 12,0 и 7,6 т подстилочного навоза. В общем количестве поставляемой в почву органической массы доля растительных остатков (корневых и пожнивных) составит около 62% и органических удобрений 38%.

Литература

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь /И.М. Богдевич [и др.]; под редакцией И.М. Богдевича. –Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2006. - 287 с.

2. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев /Т.Н. Кулаковская. –Минск: «Ураджай», 1978. -270 с.

3. Баздырев, Г.И. Земледелие: учебник для вузов /Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков и др. – М.: «Колос», 2000. – С. 43-83.

УДК 631.56

ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЯ В 45-ЛЕТНЕМ СТАЦИОНАРНОМ ОПЫТЕ С УДОБРЕНИЯМИ В ИНСТИТУТЕ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР БОЛГАРИИ

Панайотова Г. Д.

Аннотация

Представлены результаты 45-летнего опыта с удобрениями, установленного в Институте польских культур, города Чирпана в Болгарии, на почвенного типа выщелоченый слитый чернозем (Pellic vertisol / FAO) при севообороте хлопок-твердая пшеница. Использовали N и P_2O_5 в двух культурах в нормах 0; 80; 120 и 160 кг/ха, и K_2O – 0; 80 и 120 кг/ха. Установлено что умеренные и высокие нормы улучшают содержание минерального N и подвижных форм P и K, существует тенденция к увеличению общего гумуса, валового N и P в 2-метровой глубине профиля, создается NPK бездефицитный и положительный баланс. Эффективный и устойчивый урожай образуется при умеренных N нормах в сочетание с низким до умеренного P уровня, при которых продуктивность зерна твердой пшеницы увеличилась на 78.4 %, а продуктивность хлопка - на 24.4 % в сравнении с неудобренного варианта.

Долголетние стационарные эксперименты являются богатым источником информации и позволяют сделать обоснованные прогнозы для изменения в плодородие почвы, продуктивности и качества сельскохозяйственных культур, фитосанитарного состояния культур при определенных погодных условиях, чтобы установить долгосрочные закономерности с научными и практическими применениями. В Болгарии поддерживаются некоторые долголетние опыты с удобрениями, среди которых и полевой опыт в Институте полевых культур, города Чирпана в Болгарии, созданного Георгием Даскаловым. За длительный период накоплены, проанализированы и опубликованы ряд данных о влиянии удобрений на рост, развитие, продуктивность и качество урожая культур, а также изменении физических, физико-химических и агрохимических свойств почвы.

Методы проведения исследований

Стационарный эксперимент с удобрениями в Институте полевых культур г. Чирпана заложен в 1966 году, в звене севооборота хлопок–твердая

пшеница на почвенном типе: выщелоченный слитый чернозем (Pellic vertisol/ FAO) по методу латинского прямоугольника в 4 повторениях (Даскалов, 1977; Панайотова, 1999). Учетная площадь делянки – 10 м^2 (2,4×4,2 м), повторность – 4-кратная. Схема опыта включала внесение 5 доз азотных и фосфорных, а также 2 дозы калийных. Азот (N) и фосфор (P_2O_5) под две культуры вносили в нормах 0; 40; 80; 120 и 160 кг/га, а калийные – только в двух вариантах (K_{80} и $N_{120}P_{120}K_{80}$). Азотные удобрения в форме аммиачной селитры под хлопок вносили перед посевом в апреле, а под пшеницу – осенью перед посевом 1/3 от нормы, а остальные 2/3 – в начале выхода в трубку. Фосфорные удобрения в виде гранулированного суперфосфата и калийные в виде KCl под хлопок вносили в августе-сентябре под основную обработку почвы, а под пшеницу – перед посевом в сентябре.

По сумме осадков и температурному режиму опытное поле относится к зоне умеренного климата, континентально-средиземноморской климатической области. В среднем за 83-летний период (1928-2010 гг.) годовое количество осадков составило 570 мм, а среднегодовая температура – +11,8 ^oC.

Результаты и обсуждение

Почва – выщелоченный слитый чернозем, с мощным гумусовым горизонтом, с низкой водопроницаемостью и высокой влагоемкостью из-за глинистого механического состава. Для пахотного слоя 0-30 см испытательная площадка имеет плотность 1,1-1,3 г/м^3, удельный вес – 2,4-2,6 и низкую общую пористость. Исходные данные с 1966 года (Даскалов, 1977) характеризуют почву со средним запасом гумуса, с нейтральной реакцией в обрабатываемых слоях, с низким до умеренным содержанием азота, с низким содержанием фосфора и с хорошим калия (табл. 1).

Длительное применение удобрений не оказывает существенных влияний на основные физико-химические свойства слое 0-60 см. Сумма обменных катионов составляет 41,0-46,1 мг/100 г почвы, общая кислотность ($pH_{8.2}$), а количество обменного Al составило 3,6мг/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями колебалась от 93,4 до 100 % (Panayotova, 2008).

Таблица 1. Почвенная характеристика опытного участка, 1966 г.

Показатель	Количество	
	0-30 см	30-60 см
pH $_{KCl}$	6,2	5,9
Гумус, %	2,50	2,15
Общ N, %	0,10	0,09
Подвижный P_2O_5, мг/кг	21	9
Усвояемый K_2O, мг/кг	34	28

В вариантах без удобрения после долгого периода исследований $pH_{(KCl)}$ в слое 0-60 см практически не изменилось и почва сохраняла нейтральную реакцию (Панайотова, 2005; Panayotova, 2000) (рис. 1). При высоких дозах применения N обменная кислотность в пахотном слое – слабо кислая (5,6). В слоях 150-200 см pH была близкой к нейтральной и достигала 7,7.

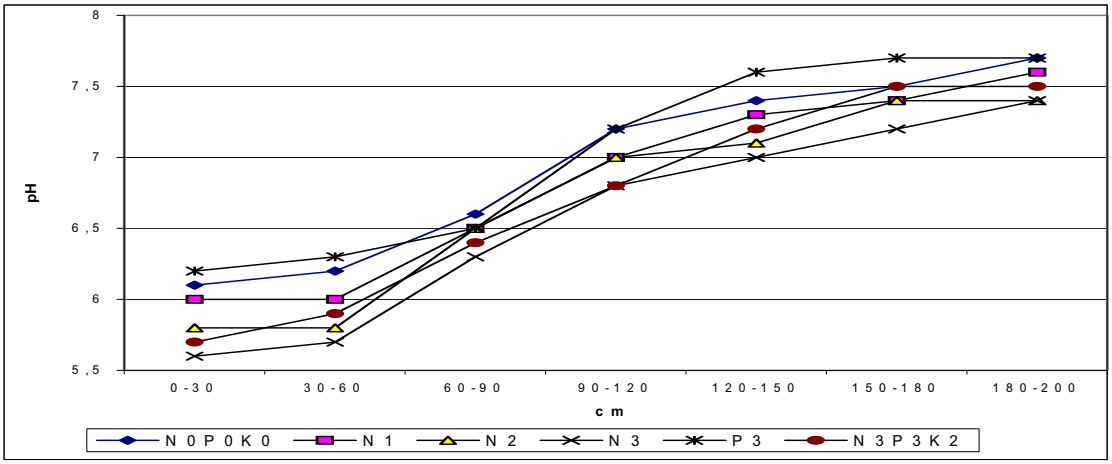


Рис. 1. Изменение кислотности (pH_{KCl}) выщелоченого слитого чернозема от применения минеральных удобрений

Содержание общего гумуса в диапазоне 2,15-2,68 % для пахотного слоя и 2,05-2,32 % для слоя 30-60 см является хорошим показателем плодородия почвы (рис. 2) (Panayotova, 2009). Без удобрения после длительного периода гумус уменьшается на 14,0 % в слое 0-30 см и на 4,6 % – для слоя 30-60 см в сравнение с начальными данными. Долголетние удобрения с умеренными и высокими нормами N стабилизируют содержание гумуса во всех слоях почвы, но его содержание резко снижается по глубине метрового профиля, а также в слое 180-200 см, где оно достигает 0,81-0,95 %.

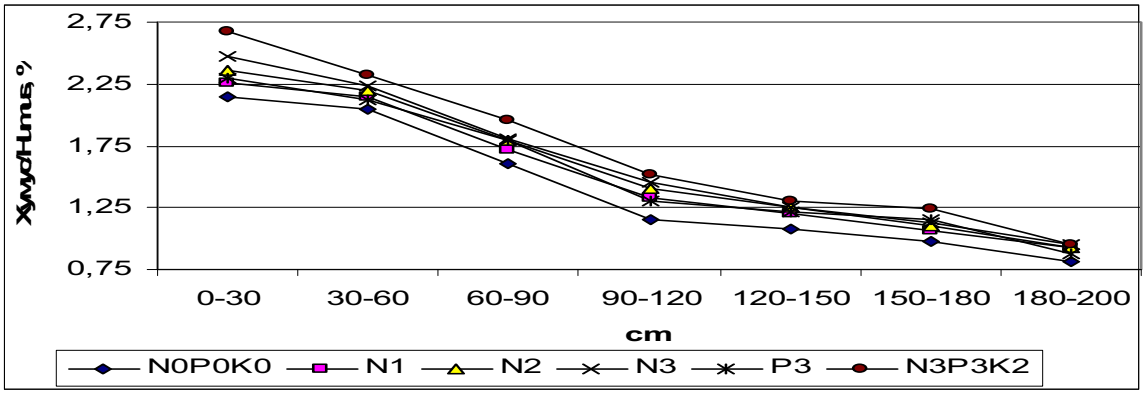


Рис. 2. Содержание общего гумуса в почве от применения удобрений, %

Содержание общего азота в пахотном слое составляет 0,095-0,140 %, а в слое 180-200 см снизилось до 0,022-0,032 % (Panayotova, 2009). Горизонтальные изменения по глубине профиля оказывают сильное действие на содержание общего азота по сравнению с удобрением. Содержание минерального азота и аммиачного в форме NH_4-N + NO_3-N в слое 0-60 см возрастает с увеличением нормы внесения азотных удобрений в сравнении с контролем. N_{min} изменяется в большей степени (VC = 60,3-92 %) по сравнению с подвижным K (VC=4,5-9 %) и P_2O_5 (VC=7,3-47,2 %).

Долголетнее применение фосфорных удобрений влияет на валовое содержание фосфора (Панайотова, 2002). Так в вариантах без удобрений в слое 0-30 см содержание составляет 0,085 %, при низком и умеренном уровне применения удобрений его содержание поддерживается на уровне 0,120-0,125 %, а при высоких нормах сохраняется тенденция к его увеличению, но с более высокими значениями – 0,152 %. В подпахотном слое содержание P_2O_5 повышение составляло 0,063 % от контроля, т.е. 0,108 %.

Внесение фосфорных удобрений увеличивает запасы подвижного фосфора в почвенном слое 0-200 см (рис. 3). При норме удобрения P_{160} содержание подвижного P_2O_5 в слое 0-30 см достигает 23,3 мг/100 г. На разных уровнях удобрения, значения его содержания уменьшается в слое 60-90 см до 0,4-2,0 мг/100 г., а затем увеличивается по глубине изучаемых горизонтов.

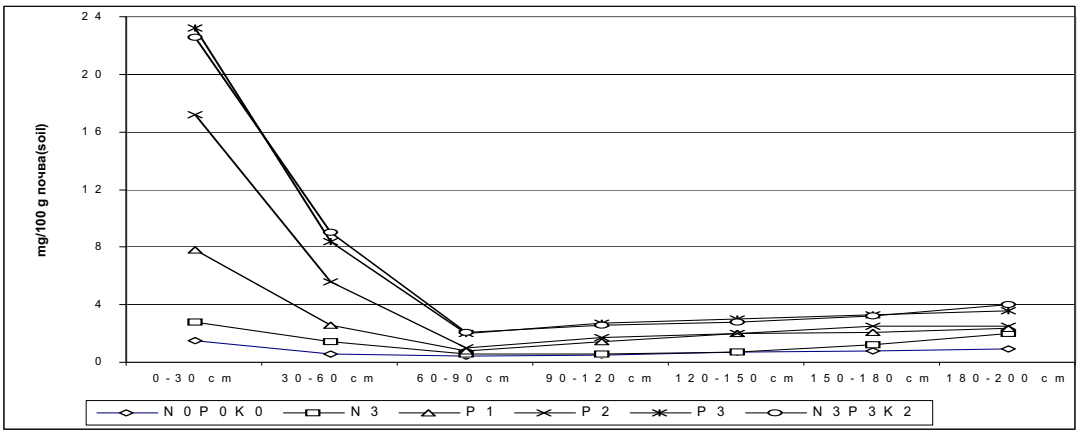


Рис. 3. Содержание подвижного фосфора в выщелоченом слитом черноземе в зависимости от доз и сочетаний удобрений, мг/100 г

При длительном внесении калийного удобрения содержание усвояемого К в слое почвы 0-30 см увеличивается на 31,2 %, а в слое 30-60 см – на 23,3 % по сравнению с неудобренной почвой (рис. 4). При умеренных дозах внесения калийных удобрений содержание K_2O достигает 49 мг/100 г в пахотном и 42 мг/100 г в слое 30-60 см. В нижележащих горизонтах содержание K_2O с глубиной снижается. В слое 180-200 см составляет всего 24-28 мг/100 г.

При систематическом применении удобрений 22-26% от внесенного количества фосфорных удобрений и 30-40% от калийных накапливаются в почве в усвояемой форме и могут использоваться растениями. Коэффициент использования питательных веществ от азотных удобрений находится в диапазоне 35,5-58,6 %, при этом его значения уменьшаются с увеличением норм удобрения. Коэффициенты использования фосфора составляют от 5,7 до 7,2 %, а калия в пределах – 22,9-31,8 % (Панайотова, 1998б).

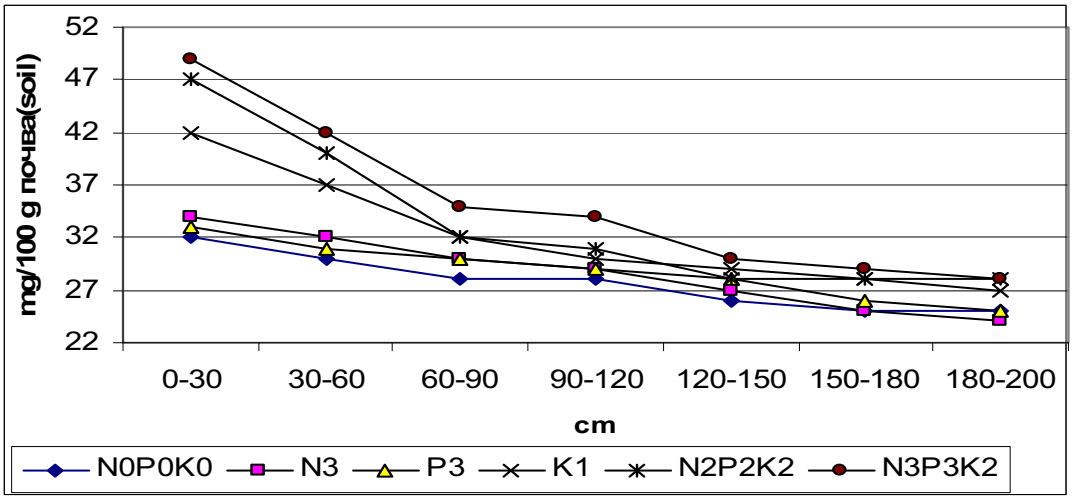


Рис. 4. Содержание обменного калия в зависимости от доз и сочетаний применяемых системных удобрений, мг/100 г.

Удобрение и почвенный запас значительно увеличили урожайность культур (Панайотова, 1996, 1998а; Панайотова, Генов, 2005; Panayotova, 1998, 2004, 2010; Kostadinova, Panayotova, 2002; Panayotova, Dechev, 2004). Урожайность зерна твердой пшеницы в среднем за последние 25 лет в варианте без удобрения 2,51 т/га, а хлопка – 1,55 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Средняя урожайность культур полевого севооборота в зависимости от доз и сочетаний удобрений, кг/га (1987-2011 гг.)

Удобрение	Твердая пшеница		Хлопок	
	т/га	%	т/га	%
$N_0P_0K_0$	2,51	100,0	1,56	100,0
N_{40}	2,87	114,2	1,65	105,6
N_{80}	3,70	147,5	1,75	112,0
N_{120}	4,22	168,3	1,88	120,4
N_{160}	4,13	164,6	1,90	121,8
P_{40}	2,63	104,9	1,63	104,5
P_{80}	2,68	106,9	1,68	107,7
P_{120}	2,84	113,3	1,71	109,4
P_{160}	2,59	103,1	1,75	112,4
$N_{120}P_{80}$	4,47	178,4	1,84	117,8
$N_{160}P_{120}$	4,36	173,6	1,92	123,2
$N_{80}P_{80}K_{80}$	4,00	159,5	1,91	122,2
$N_{120}P_{120}K_{120}$	4,42	176,4	1,94	124,4
$N_{160}P_{160}K_{120}$	4,40	175,4	1,92	122,8
НСР 0.5	0,29	11,64	0,17	10,70
НСР 0.1	0,37	14,91	0,19	12,12
НСР 0.01	0,51	20,30	0,20	12,56

Эффективный и стабильный урожай культур формируется при умеренной норме N в сочетании с низкой до умеренной норме P, где урожайность зерна увеличивается на 76,4-78,4%, а хлопка – на 24,6-26,1% по сравнению с неудобренным фоном.

Выводы

1. Длительное применение азотных, фосфорных и калийных удобрений в различных нормах и соотношениях существенно изменяет питательный режим выщелоченного слитого чернозема в Центральном регионе Болгарии. Умеренные и высокие дозы удобрений повышают содержание подвижных форм азота, фосфора и калия. Отмечается устойчивая тенденция к росту общих запасов гумуса, азота и фосфора в 2-метровой глубине профиля с большими различиями в слое 0-30 см.

2. Систематическое применение удобрений обеспечивает устойчивую тенденцию увеличения продуктивности и отрицательно не влияет на развитие культур. Эффективный и стабильный урожай культур формируется при умеренной норме азота в сочетании с низкой до умеренной нормы фосфора, что обеспечивает увеличение урожайности зерна на 78,4 %, а хлопка – на 26,1 % по сравнению с неудобренным участком.

Литература

1. Даскалов Г. Систематическое удобрение поливного хлопка с увеличивающимися нормами и количественными соотношениями удобрений навыщелоченный слитий чернозем //Диссертация, София, 1977.

2. Панайотова Г. Изменения продуктивности твердых пшеницы в зависимости от систематического удобрения и агроклиматических условиях // Научные труды Сельскохозяйственной Академии, София, 1996, № 3 (1), С. 32-33.

3. Панайотова Г. Возможности повышения продуктивности твердой пшеницы при минеральном удобрении //Сельскохозяйственные науки, 1998a,№ 6, С.10-13.

4. Панайотова Г. Условный баланс азота в севообороте хлопок - твердая пшеница в условиях выщелоченого слитого чернозема // Почвоведение, агрохимии и экологии, 1998 b, № 5, С. 37-39.

5. Панайотова Г. Минеральное питание твердой пшеницы (Tr.durum Desf.), выращенной в севообороте с хлопком // Диссертация, 1999 a, София.

6. Панайотова Г. Удобрение с калием хлопка// Международный семинар “Потребности калийных удобрений на основных сельскохозяйственных культур в Болгарии”, 9 июня 1999 г., София, 1999 b, С. 65-71.

7. Панайотова Г. Изменения агрохимических свойств выщелоченого слитого чернозема при систематическом удобрение // Научные труды Аграрного Университета - Пловдив, 2002, том XLVII, вып. 1, С.83-88.

8. Панайотова Г. Влияние 35-летнего минерального удобрения на агрохимические свойства двухметровом почвенном профиле выщелоченого слитого чернозема. II. Фосфатный режим почвы // Почвоведения, агрохимии и экологии, 2004 a, № 2, С. 6-50.

9. Панайотова Г. Влияние 35-летнего минерального удобрения на агрохимические свойства двухметровом почвенном профиле выщелоченого слитого чернозема. III. Содержание усвояемого калия в почве// Почвоведения, агрохимии и экологии, 2004 b, № 2,С. 66-71.

10. Панайотова Г. Влияние 35-летнего удобрения на агрохимические свойства 2-метровом почвенном профиле выщелоченого слитого чернозема. I. Реакция почвы и содержания гумуса// Почвоведения, агрохимии и экологии, 2005, № 2, С. 61-65.

11. Панайотова Г. Влияние 40-летнего удобрения на плодородия выщелоченого слитого чернозема и продуктивность севооборота хлопок – твердая пшеница. Field Crops Studies, 2007, vol. IV – 2, С. 251-260.

12. Панайотова Г. и Генов Г. Экономическая эффективность минерального удобрения при выращивании твердой пшеницы // Юбилейная конференция ”60 лет Аграрный университет – Пловдив", 19-20. X. 2005, вып. 4, С. 57-62.

13. Панайотова, Г., Карев, К. Содержание и динамика минерального азота и его форм в выщелоченном слитом черноземе под влиянии длительного внесения азотных удобрений// Почвоведения, агрохимии и экологии, 1998, № 5, С. 28-31.

14. Панайотова, Г. и Костадинова, Св. Вынос питательных веществ из хлопка в зависимости от удобрения// Field Crops Studies, 2006, вып. III - 4, С. 603-608.

15. Kostadinova, S. & Panayotova G. Energetical Efficiency of Durum Wheat Fertilization// Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2002, № 8, 555-560.

16. Panayotova, G. Changes in durum wheat productivity depending on long-term fertilization and agrometeorological conditions// Proc. of 2-nd Balkan Symposium on Field Crops, Novi Sad, Yugoslavia, 16-20 June 1998, vol. 2, p. 353-355.

17. Panayotova, G. Svojstva zemljista posle dugogodisnjed dubrenja// Tematski zbornik of Eko-konferencija 2000 "Zdravstveno bezbedna hrana", 27-30 September 2000, Novi Sad, Yugoslavia, p. 337-340.

18. Panayotova, G. Nutrient Accumulation and Use in Cotton as Influence by Fertilization. The Inter-Regional Cooperative Research Network on Cotton, Thessaloniki-Sindos, Greece, 30.09-02.10.2004, 122-129.

19. Panayotova, G. Physico-chemical properties of leached vertisols in the region of Chirpan after long-term fertilization// 17th Int. Symposium "Ecology & Safety" June 9-13, Sunny Beach resort, Sc. Publications, CD, 2008, Vol. 2, Part 1, 561-570.

20. Panayotova G. Agronomic and ecological assessment of leached vertisols fertility at conditions of a 43-years fertilizing trial// 18th Int. Symposium "Ecology & Safety", June 8-12, Sunny Beach resort, Bulgaria, J. of Intern. Sc. Publications Ecology & Safety, 2009, Vol. 3, Part 1, 397-410, published at: http://www.science-journals.eu.

21. Panayotova G. Effect of Soil Fertility and Direct Nitrogen Fertilization on the Durum Wheat Varieties in the Conditions of Central Southern Bulgaria// 12th International Symposium Materials, Methods & Technologies (MMT), June 11-15, 2010, Sunny Beach, Bulgaria, vol. 4, part 1, 281- 293.

22. Panayotova, G. & Dechev, D. Nitrogen Accumulation and Use in Durum Wheat (Triticum durum Desf.) as Influence by Fertilization// Proc. of III Int. Eco-conference on Safe Food, Novi Sad, Serbia and Montenegro, 22-25 September 2004, p. 263-267.

23. Panayotova, G. and Valkova, N. Potassium fertilization on cotton// Agricultural Science and Technology, 2010, vol. 2, n. 2, 78-83.

УДК 631.8:631.417:631.421.1

ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Архангельская А.М., Титова В.И.

Аннотация

В условиях длительного стационарного опыта изучено влияние органических и минеральных удобрений на гумусовое состояние светло-серой лесной легкосуглинистой почвы. Показано, что 45-летнее применение подстилочного полуперепревшего навоза обеспечило максимальную прибавку содержания гумуса и благоприятно повлияло на его качественный состав. Накоплению азота в пахотном слое почвы способствует систематическое внесение минеральных удобрений.

Серые лесные почвы являются одной из основных составляющих почвенного покрова Правобережья Нижегородской области южнее рек Оки и Волги. Они составляют 44% пахотных угодий, из которых 23% приходится

на светло-серые лесные почвы [1]. Большинство серых лесных почв распахано. При вовлечении почв в земледелие равновесие нарушается и содержание органического вещества в них существенно изменяется. Гумусовое состояние почвы подвержено значительному изменению под воздействием применяемой системы земледелия и ее элементов: севооборот, агротехники, уровня и технологии возделывания [2,3,4]. Поэтому для поддержания и повышения плодородия пахотных почв с благоприятным гумусовым состоянием необходимо применение удобрений. При этом важно, чтобы применяемые системы удобрений способствовали улучшению качественного состава гумуса.

Учитывая комплексность и масштабность воздействия природных и антропогенных факторов, необходимо констатировать, что наиболее доказательные и достоверные зависимости изменения гумусового состояния почвы можно получить не в краткосрочных опытах по изучению действия отдельных факторов на гумус почвы, а, прежде всего, в длительных исследованиях продолжительностью десятки лет.

Целью данной работы являлось изучение направленности и масштабов изменения гумусового состояния светло-серой лесной легкосуглинистой почвы при длительном применении минеральных и органических удобрений.

Условия, материалы и методы

Исследования выполнены в 2009-2011 гг. в условиях полевого стационарного опыта, заложенного в мае 1964 г. в учебно-опытном хозяйстве «Новинки» Богородского района Нижегородской области по модифицированной схеме Жоржа Вилля с увеличенным числом контролей. В целом территория характеризуется умеренно теплым и умеренно влажным климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет 3,1-3,4 ºС. Продолжительность периода с температурой выше 15 ^{0}С варьирует в пределах 80-90 дней, за это время сумма активных температур составляет 1500-1600 ºС [5]. Годовая сумма осадков в среднем составляет 536 мм, за вегетационный период – 244 мм.

Объект исследования – светло-серая лесная почва легкосуглинистого гранулометрического состава. На момент закладки опыта почва характеризуется нейтральной реакцией среды (pH 6,0), очень низким содержанием подвижных форм фосфора и калия (12,5 и 12,6 мг/100 г почвы соответственно), низкой гумусированностью (1,2%). Сумма поглощенных оснований в верхнем горизонте составляла 13,5 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями достигала 83%.

Схема опыта включает следующие варианты: Контроль без удобрений, N, P, NP, PK, NPK, NPK+навоз, ½ (NPK + навоз), Навоз. На год закладки полевого опыта (1964 г.) площадь делянки составляла 250 м^2. В 1972 году половина каждой делянки опыта была произвесткована, в результате чего площадь делянок сократилась в 2 раза (до 125 м^2). Чередование культур в зернотравяном севообороте включало озимую пшеницу, картофель, ячмень и 2 года многолетних трав. В отдельные годы вместо ячменя высевали овес, вместо пшеницы – рожь, а при выпадении и плохой перезимовке трав – викоовсяную или гороховую смесь.

При органической системе удобрений вносили полуперепревший подстилочный навоз КРС один раз за ротацию севооборота под картофель, а минеральные удобрения вносили под глубокую обработку почвы: азот в виде аммиачной селитры, фосфор – в виде фосфоритной муки, калий – хлористого калия. Насыщенность удобрениями составляет 8 т/га навоза КРС и по 60 кг/га NPK в среднем за 45 лет. Известкование проводилось доломитовой мукой в дозе по 1 г.к. один раз в 5-7 лет.

Образцы почвы для анализа были отобраны весной перед полевыми работами на глубину пахотного слоя почвенным буром с диаметром стакана 3-5 см с двух несмежных повторений. Средний образец составляли из 3 индивидуальных образцов, равномерно расположенных по диагонали делянки.

Агрохимические показатели определяли следующими методами: содержание гумуса – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (извлечение из ГОСТа 262113-91); определение фракционно-группового состава гумуса –

по методу Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой [6]; определение азота в почвах – методом Кьельдаля (ГОСТ 26107-84); запасы гумуса в почвах – расчетным методом. Полученные результаты обработали методом дисперсионного анализа [7].

Результаты исследований

Анализ существующих в настоящее время результатов исследований гумусового состояния почв показывает, что авторы с этой целью определяют разные показатели. В общем виде система показателей, оценивающих гумусовое состояние почв, включая уровни содержания и запасов органического вещества почв, обогащенность азотом, степень гумификации, типы гумусовых кислот и их особые признаки, предложена Л.А. Гришиной и Д.С. Орловым (1977) [8], которую в работе использовали и мы.

Исследования показали, что внесение одних минеральных удобрений (N, NP и NPK) позволило сохранить содержание гумуса на уровне неудобренного контроля (табл. 1).

Наибольшее повышение содержания гумуса на неизвесткованном фоне наблюдается в варианте с применением навоза. Систематическое внесение органических удобрений способствовало увеличению значения показателя на 0,35% относительно контроля. Это может быть объяснено тем, что органические удобрения оказывают большое влияние на агрофизические свойства почв, структурно-агрегатный состав и водный режим, тем самым усиливают процессы новообразования гумусовых веществ. Навоз содержит примерно равное количество легко- и трудноразлагающихся компонентов, что позволяет не только обеспечивать растения легкодоступными питательными веществами, но и поддерживать, а также накапливать органическое вещество в почве. На варианте с длительным использованием односторонних азотных удобрений не наблюдается увеличения содержания гумуса, так как разница в определениях составила лишь 0,03% (она меньше $НСР_{05}$). Известкование способствует большему накоплению гумуса во всех вариантах относительно неизвесткованного фона (за исключением варианта NPK), так как процессы гу-

мусообразования интенсивнее проходят при нейтральной реакции почвы и почвенного раствора.

Таблица 1. Влияние удобрений на содержание гумуса в светло-серой лесной почве

Вариант	Содержание $C_{общ}$, %	Содержание гумуса, %	Отклонение от контроля		Влияние извести	
			%	относ. %	%	относ. %
Неизвесткованный фон						
Контроль	0,83	1,43	-	-	-	-
N	0,85	1,46	0,03	2	-	-
NP	0,86	1,49	0,06	4	-	-
NPK	0,90	1,55	0,12	8	-	-
Навоз	1,03	1,78	0,35	24	-	-
Навоз+NPK	0,95	1,63	0,20	14	-	-
Известкованный фон						
Контроль	0,85	1,46	-	-	0,03	2
N	0,87	1,50	0,04	3	0,04	3
NP	0,89	1,54	0,08	5	0,05	3
NPK	0,91	1,57	0,11	8	0,02	1
Навоз	1,05	1,81	0,35	24	0,03	2
Навоз+NPK	0,97	1,67	0,20	14	0,04	2
$НСР_{05}$		*0,10****	*0,05**		*0,03***	

Примечание: здесь и далее * для оценки существенности разности средних по удобрениям, ** - извести, *** - частных различий.

Длительное воздействие агротехнологий, особенно с использованием высоких доз удобрений, приводит к перераспределению фракций в составе гумуса. Состав гумуса, определенный по обычной схеме Пономаревой-Плотниковой, приведен в таблице 2.

Следует отметить, что исследуемая почва характеризуется невысоким содержанием органического углерода, что связано с ее сравнительно легким гранулометрическим составом. Также установлено, что систематическое внесение удобрений значительно влияет на содержание фракций гуминовых и фульвокислот в составе гумуса. Длительное внесение удобрений приводит к снижению содержания свободных гуминовых кислот.

Наименьшее содержание углерода первой фракции гуминовых кислот и фульвокислот отмечено в варианте с органической и органо-минеральной системой удобрения.

Таблица 2. Содержание углерода во фракциях гумуса пахотного слоя светло-серой лесной почвы

Вариант	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты				НО	$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$
	1	2	3	1а	1	2	3		
Неизвесткованный фон									
Контроль	0,071* / 8,5**	0,193 / 23,3	0,055 / 6,6	0,061 / 7,3	0,105 / 12,6	0,113 / 13,6	0,085 / 10,2	17,9	0,88
N	0,067 / 7,9	0,228 / 26,9	0,067 / 7,9	0,052 / 6,1	0,099 / 11,7	0,119 / 14,0	0,075 / 8,8	16,7	1,05
NP	0,066 / 7,6	0,239 / 27,6	0,070 / 8,1	0,047 / 5,4	0,099 / 11,4	0,123 / 14,2	0,075 / 8,7	17,0	1,09
NPK	0,065 / 7,2	0,252 / 28,0	0,076 / 8,4	0,044 / 4,9	0,100 / 11,1	0,129 / 14,3	0,077 / 8,6	17,5	1,12
Навоз	0,067 / 6,5	0,298 / 28,9	0,093 / 9,0	0,042 / 4,1	0,106 / 10,3	0,156 / 15,1	0,077 / 7,5	18,6	1,20
Навоз+NPK	0,064 / 6,8	0,269 / 28,4	0,083 / 8,8	0,044 / 4,7	0,099 / 10,5	0,136 / 14,4	0,079 / 8,4	18,0	1,16
Известкованный фон									
Контроль	0,071 / 8,4	0,202 / 23,8	0,058 / 6,8	0,059 / 7,0	0,104 / 12,3	0,116 / 13,7	0,085 / 10,0	18,0	0,91
N	0,068 / 7,8	0,238 / 27,3	0,070 / 8,1	0,050 / 5,8	0,100 / 11,5	0,123 / 14,1	0,076 / 8,7	16,7	1,08
NP	0,067 / 7,5	0,254 / 28,4	0,075 / 8,4	0,047 / 5,3	0,101 / 11,3	0,128 / 14,3	0,077 / 8,6	16,2	1,12
NPK	0,064 / 7,0	0,262 / 28,8	0,080 / 8,8	0,043 / 4,7	0,099 / 10,9	0,131 / 14,4	0,077 / 8,5	16,9	1,16
Навоз	0,066 / 6,3	0,310 / 29,5	0,098 / 9,3	0,039 / 3,7	0,106 / 10,1	0,160 / 15,2	0,082 / 7,8	18,1	1,23
Навоз+NPK	0,064 / 6,6	0,282 / 29,1	0,087 / 9,0	0,043 / 4,4	0,101 / 10,4	0,140 / 14,5	0,079 / 8,2	17,8	1,19

Примечание: * - % к массе почвы; ** - % к С общ;
НО – негидролизуемый остаток, % к С общ.

Большее содержание подвижных фракций (ГК-1, ФК-1а и ФК-1) в вариантах с внесением минеральных удобрений относительно вариантов Навоз и Навоз+NPK может быть обусловлено двумя факторами. Во-первых, применение минеральных удобрений способствует увеличению поступления пожнивно-корневых остатков в пахотный горизонт почвы, активизируя деятельность почвенных микроорганизмов, что обеспечивает увеличение количества новообразованных подвижных гумусовых веществ; во-вторых, возможно за счет перехода в «свободное» состояние части фракций, связанных с Ca^{+2} (ГК-

2 и ФК-2). Внесение органических удобрений в светло-серую лесную легкосуглинистую почву обеспечило максимальное содержание второй фракции ГК и ФК при минимальном количестве фракций ФК-1а и ФК-1, относительно других вариантов опыта, что свидетельствует об образовании более устойчивых гумусовых соединений, обеспечивающих более прочное их закрепление в почве. Увеличение количества негидролизуемого остатка также свидетельствует об уменьшении гидролизуемости гумуса почвы данных вариантов.

Известкование почвы способствовало уменьшению содержания фракции ГК-1. Кроме этого, известкование увеличило содержание наиболее агрономически ценной 2-й фракции гуминовых кислот. Тенденция изменения третьей фракции гуминовых кислот аналогична второй. Вероятно, это объясняется тем, что в присутствии кальция закрепление гумусовых кислот идет прочнее, чем в кислой реакции среды и ненасыщенности почвы основаниями, что и проявляется в увеличении содержания как гуминовых, так и фульвокислот третьей фракции относительно неизвесткованного фона.

На фоне известкования наблюдается уменьшение содержания подвижных фракций фульвокислот (ФК-1а, ФК-1), что возможно либо за счет преобразования и частичного перехода их во фракцию ФК-2, либо за счет улучшения деятельности почвенной микрофлоры при снижении реакции среды, что приводит к меньшему накоплению низкомолекулярных гумусовых веществ. При оценке процентного отношения углерода отдельных фракций гуминовых кислот к сумме ГК установлено, что все варианты характеризуются очень низким содержанием первой и третьей фракций и высоким – второй.

Увеличение долевого участия углерода ГК в общем содержании углерода почвы указывает на усиление степени гумификации гумуса под влиянием удобрений как на известкованном, так и на неизвесткованном фонах. Одновременное уменьшение суммарных показателей фульвокислот в исследуемой почве приводит к расширению соотношения $C_{ГК}/C_{ФК}$ с 0,88 до 1,23, способствуя протеканию процессов гумусообразования в гуматном направлении.

Разноречивы выводы исследователей по изменению содержания нерастворимого остатка в гумусе серых лесных почв в процессе их окультуривания [9, 10]. В наших исследованиях наблюдается снижение содержания нерастворимого остатка в вариантах с минеральными удобрениями относительно контрольного варианта, что может быть объяснено недостаточным поступлением органического вещества (остатки растений и проч.) в почву. Увеличение суммы гуминовых кислот происходит за счет гумификации детрита, входящего в нерастворимый остаток гумуса. Органическая и органоминеральная системы удобрений способствуют сохранению и незначительному накоплению нерастворимого остатка в сравнении с контролем. Вероятно, происходит это за счет того, что вносимые дозы навоза усиливают развитие аммонифицирующей миклофлоры, способствующей разложению органических азотсодержащих соединений.

В целом, применение удобрений оказало положительное влияние на преобразование фракционно-группового состава гумуса, способствуя протеканию процессов гумусообразования в гуматном направлении на всех вариантах.

При оценке гумусового состояния почвы немаловажным является вопрос обеспеченности почв азотом. В целом содержание общего азота в серых лесных почвах зависит от содержания в них гумуса. Распределение общего азота по профилю почвы аналогично распределению гумуса, но колеблется, безусловно, в зависимости от характеристики фракционного состава гумусовых веществ [11]. Результаты исследований показали, что применение азотных минеральных удобрений (N и NP) доказательно повышает валовое содержание азота в почве (табл. 3). Максимальному повышению содержания азота способствовало систематическое внесение азотных удобрений на неизвесткованном фоне – на 0,004%. Азот, внесенный в составе навоза и полного минерального удобрения, не дает увеличения его содержания в почве, оставляя, однако, его концентрацию на уровне контрольного варианта.

Внесение минеральных удобрений (N и NP) на известкованном фоне способствует увеличению содержания азота относительно контрольного варианта. Максимальное увеличение содержание азота обеспечило внесение азотных удобрений полного минерального удобрения на 0,005 % относительно контрольного варианта, внесение навоза и совместного применения навоза с минеральными удобрениями – на 0,001%.

Таблица 3. Влияние удобрений на содержание азота в светло-серой лесной почве

Вариант	Содержание азота, %	Отклонение от контроля		Влияние извести	
		%	относит. %	%	относит. %
Неизвесткованный фон					
Контроль	0,059	-	-	-	-
N	0,063	0,004	7	-	-
NP	0,062	0,003	5	-	-
NPK	0,061	0,002	4	-	-
Навоз	0,060	0,001	3	-	-
Навоз + NPK	0,062	0,003	6	-	-
Известкованный фон					
Контроль	0,061	-	-	0,002	3
N	0,064	0,003	6	0,001	2
NP	0,064	0,003	5	0,002	3
NPK	0,066	0,005	9	0,005	8
Навоз	0,062	0,001	2	0,002	2
Навоз + NPK	0,062	0,001	2	-	-
$НСР_{05}$	0,004***	0,002*		0,003**	

Внесение известковых материалов в варианте NPK способствовало повышению содержания азота на 0,005 %. Совместное применение известковых материалов с удобрениями на других вариантах, за исключением варианта Навоз + NPK, дает увеличение содержания азота в пределах ошибки опыта. В варианте с систематическим применением навоза и полного минерального удобрения совместно внесение извести способствовало сохранению содержания азота на уровне неизвесткованного фона.

Выводы

1. Длительное применение удобрений способствует не только накоплению содержания гумуса, но и изменению его качественного состава. Наи-

большему повышению содержания гумуса способствовало систематическое внесение навоза.

2. Основным процессом, приводящим к изменению во фракционном составе гумуса, является перегруппировка – повышение количественного содержания второй фракции гумусовых кислот, связанной с кальцием, за счет уменьшения первой подвижной фракции. Аналогичная тенденция наблюдается и с фульвокислотами. Наблюдаемая динамика изменения фракционного состава гумуса способствует протеканию процессов гумусообразования в гуматном направлении. Тип гумуса изучаемой почвы оценивается как фульватно-гуматный, за исключением варианта с длительным внесением навоза, который относится к гуматному.

3. При исследовании влияния применения удобрений на количественное содержание азота выявлено, что наибольший эффект на его накопление в почве оказывает внесение минеральных удобрений.

Литература

1. Шафронов, О.Д. Динамика агрохимических показателей пахотных почв Нижегородской области // Нетрадиционные источники и приемы организации питаний растений: Мат. Междунар. научно-прак. конф. – Н.Новгород: Изд-во ВВАГС, 2011. – С. 11-17.

2. Назарюк, В.М. Влияние удобрений и растительных остатков на плодородие почвы, продуктивность и химический состав зерновых культур / В.М. Назарюк, Ф.Р. Калимуллина // Агрохимия. – 2010. – № 6. – С. 18-27.

3. Чендев, Ю.Г. Агротехногенное изменение темно-серых лесных почв Центральной лесостепи за последние 200 лет / Ю.Г. Чендев // Почвоведение. – 1997. – № 1. – С. 10-21.

4. Бурлакова, Л.М., Антропогенная трансформация почвообразования и плодородия черноземов в системе агроценозов / Л.М. Бурлакова, Г.Г. Морковкин // Агрохимический вестник. – 2005. - №1. – С. 2-3.

5. Агроклиматический справочник Горьковской области. Л.: Гидрометеоиздательство. 1959. – 253 с.

6. Практикум по агрохимии: Учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. Акад. РАСХН В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

7. Доспехов, Б.Л. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.Л. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

8. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч. / Под ред. В. А. Ковда, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование. – М.: Высш. шк., 1988. – 400 с.

9. Лыков, А.М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья (актуальность и состояние проблемы, рабочие гипотезы исследований, сопряженность агрономических и экологических функций, динамика в агроценозах, принципы моделирования и технологии воспроизводства) / А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков. – М.:Россельхозакадемия. – ГНУ ВНИПТИОУ, 2004. – 630 с.

10. Костина, Ю.Н. Динамика органического вещества серых лесных почв при земледельческом использовании: Автореф. дис. … канд. биол. наук. – М.: «Издательство МСХА», 2001. – 19 с.

11. Лаврентьева, А.С. Трансформация азота и функционирование агроэкосистем в звене севооборота на серой лесной почве лесостепи Предбайкалья: Автореф. дис. … канд. биол. наук. – Иркутск: «Изд-во ИГУ», 2002. –19с .

УДК 631.58.430

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Башков А.С., Бортник Т.Ю., Загребина М.Н., Карпова А.Ю.

Аннотация

Показано, что достигнутый в предыдущие годы, за счет химизации земледелия, уровень плодородия почв в основной массе хозяйств слабо поддерживается, что приводит к значительному уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур и к снижению плодородных свойств почв. Поэтому важнейшей задачей агрономической науки является разработка таких систем применения удобрений, которые бы позволяли получать запланированные урожаи и более длительное использование созданного уровня плодородия.

Важнейшее свойство почвы – плодородие, является главным и часто определяющим фактором уровня продуктивности земледелия. Более 70% пахотных угодий Среднего Предуралья представлены дерново-подзолистыми почвами, которые имеют большей частью повышенную кислотность, низкую катионную емкость поглощения и недостаточное содержание доступных элементов питания, особенно азота и фосфора. Решающее значение в повышении производительности этих почв, наряду с другими важными приемами,

имеет применение минеральных и органических удобрений и химических мелиорантов.

Реформы, начатые в России без научной и практической проработки, привели к резкому снижению производительности в аграрном секторе экономики, значительному падению объемов известкования и фосфоритования, а применение органических и минеральных удобрений уменьшилось в несколько раз. В решении этой проблемы в современных условиях имеют значение рекомендации, разработанные на основе исследований в многолетних опытах в севооборотах при системном применении всех удобрительных средств во времени. Многолетний полевой опыт кафедры агрохимии и почвоведения Ижевской ГСХА на тему: «Влияние систематического внесения различных доз удобрений, их сочетаний и соотношений на продуктивность 4-х польного севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы», заложен в 1979 г. на опытном поле ФГУП УОХ «Июльское» Воткинского района Удмуртской Республики. Данный опыт входит в Географическую сеть опытов с удобрениями РФ (№ 067 реестра Геосети). Общая схема опыта представлена в таблице 2.

Дозы внесения минеральных удобрений определены по зональным рекомендациям на планируемую урожайность: под вико-овсяную смесь – $N_{60}P_{40}K_{60}$; озимую рожь – $N_{60}P_{50}K_{50}$; картофель – $N_{80}P_{60}K_{80}$; кормовые корнеплоды – $N_{80}P_{70}K_{100}$; ячмень – $N_{60}P_{40}K_{40}$ [2]. Известь, в дозе, определенной по гидролитической кислотности, была внесена пятый раз в 2009 г. Навоз КРС в дозах 20 и 40 т/га согласно схеме опыта вносили под пропашную культуру.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая на красно-буром опесчаненном суглинке. Исходная агрохимическая характеристика представлена в таблице 1.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы перед закладкой опыта ($А_{пах}$) Учхоз «Июльское», 1979 г.

Гумус, %	pH_{KCl}	S	Hг	V, %	P_2O_5	K_2O
		ммоль / 100 г почвы			по Кирсанову, мг/кг почвы	
2,15	5,25	10,8	2,75	79,7	69	91

Землепользование учебно-опытного хозяйства, согласно природно-сельскохозяйственному районированию России, является частью территории Среднего Предуралья в пределах южно-таежной подзоны таежно-лесной зоны. В данной местности средняя многолетняя годовая температура воздуха составляет 1,5°С; продолжительность вегетационного периода с температурой более 5 и 10°С – 164 и 123 дня соответственно; длительность безморозного периода – 120 и 125 дней; сумма активных температур (более 10°С) – 1900-2000°С; средняя многолетняя сумма осадков за год – 475-500 мм, за вегетационный период – 250-270 мм. Средняя высота снежного покрова – 45-55 см; гидротермический коэффициент – 1,1; приход ФАР за вегетационный период с температурой выше 10°С – 2,0-2,5 млрд. ккал/га [2]. Климатические условия данной местности позволяют получать достаточно высокие урожаи возделываемых сельскохозяйственных культур, особенно при улучшении использования агроклиматических ресурсов.

Учеты, наблюдения и анализы проводили в соответствии с общепринятыми методиками.

Длительное использование различных систем удобрений (более 30 лет) приводит к ярко выраженной дифференциации агрохимических свойств почвы по вариантам опыта (табл. 2).

В сравнении с исходной почвой на варианте без внесения удобрений произошло снижение содержания гумуса на 0,52 %, т.е. почти на четверть к исходному уровню.

Таблица 2. Влияние удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. ФГУП УОХ «Июльское», 2010 г.

Варианты	Гумус, %	pH_{KCl}	$H_г$	S	Al	P_2O_5	K_2O
			ммоль/100 г почвы		мг/100 г	мг/кг почвы	
1 Без удобрений	1,63	4,61	2,8	13,8	1,44	59	47
2 Известь	2,09	5,14	1,5	15,8	1,04	83	62
3 Известь + N_1P_1	2,03	5,70	1,6	15,7	н.опр.	122	56
4 Известь + N_1K_1	1,93	5,66	1,8	14,5	н.опр	71	71
5 Известь + P_1K_1	2,26	5,50	2,0	15,6	н.опр	147	91
6 Известь + $N_1P_1K_1$	2,32	5,21	2,1	15,3	1,49	151	69
7 $N_1P_1K_1$	2,12	4,08	3,4	11,9	2,25	165	86
8 Известь + навоз 40 т/га + $N_1P_1K_1$	2,16	5,35	2,3	16,0	1,29	171	81
9 Известь + навоз 40 т/га + $N_{1,5}P_{1,5}K_{1,5}$	2,15	5,15	2,3	16,5	1,14	219	116
10 Известь + навоз 40 т/га	2,28	5,58	1,6	13,7	0,90	91	69
11 Известь + $N_1P_1K_1$ + NPK экв. навозу 40 т/га	2,12	5,34	2,1	14,8	н.опр	157	102
12 Известь + навоз 20 т/га + $N_1P_1K_1$	2,16	5,64	2,6	15,7	н.опр	159	87
13 Известь + навоз 40 т/га + $N_1P_1K_{0,5}$	2,38	5,92	2,3	14,9	н.опр	226	91
14 Известь + навоз 40 т/га + $N_1P_{1,5}K_1$	2,43	5,33	2,3	17,2	н.опр	215	110
15 Известь + навоз 40 т/га + $N_{1,5}P_1K_1$	2,25	5,48	2,9	15,9	н.опр	207	108
16 Известь + навоз 40 т/га + $N_{0,5}P_{0,5}K_{0,5}$	2,32	5,79	2,4	17,6	н.опр	132	67
17 Известь + $N_{0,5}P_{0,5}K_{0,5}$	2,02	5,57	2,0	15,7	1,17	112	75
$НСР_{05}$	0,15	0,40	1,0	2,1	$F_ф<F_т$	54	36

На вариантах с внесением навоза и полным минеральным удобрением в сочетании с навозом уровень гумусированности почвы сохранился. Насыщенность навозом 5 и 10 т/га несущественно влияла на содержание гумуса. В сравнении с контрольным вариантом все удобрения, независимо от доз, сочетания и соотношения, способствовали сохранению содержания гумуса достоверно выше.

Важнейшим показателем плодородия дерново-подзолистых почв является обменная кислотность (pH_{KCl}). Показатель pH_{KCl} на контроле составил 4,61. При внесении извести выявлено достоверное увеличение на 0,53 единицы. Гидролитическая кислотность составила 1,5 ммоль/100 г почвы, что достоверно ниже контрольного варианта. Во всех вариантах, где была внесена из-

весть, выражено снижение $H_г$, причем наиболее значительно (на 1,2 ммоль/100 г почвы) при использовании органической системы удобрения. Минеральные удобрения без извести существенно подкисляют почву; снижение pH_{KCl} составило 0,53 единицы, а увеличение гидролитической кислотности – на 0,6 ммоль/100 г почвы в сравнении с почвой контрольного варианта. Применение органо-минеральной системы удобрения показало значительное достоверное увеличение pH_{KCl} – на 0,74 и 0,54 единицы относительно контроля.

Как известно, в кислых дерново-подзолистых почвах значительное количество алюминия находится в подвижной форме. Вред от подвижных форм алюминия на дерново-подзолистых почвах больше, чем от кислотности как таковой. Проявляется отрицательное действие алюминия при содержании 1 мг/100 г и более [1]. В наших исследованиях содержание подвижного алюминия по Соколову в почве составляет наибольшую величину при длительном использовании минеральной системы удобрения – 2,25 мг/100 г. Относительно благоприятное содержание подвижного алюминия выявлено в вариантах с периодическим известкованием и при использовании органической системы удобрения – 1,04 и 0,90 мг/100 г соответственно.

Существенное увеличение суммы обменных оснований происходило при применении органо-минеральной системы удобрения – на 3,8 ммоль/100 г почвы. Минеральные удобрения без навоза и извести способствуют тенденции снижения суммы обменных оснований на 1,9 ммоль/100 г почвы.

Установлено, что на дерново-подзолистых почвах Уральского региона внесенный в составе удобрений фосфор остается в почве в доступной форме длительное время [4]. В наших исследованиях было выявлено, что наиболее высокое достоверное увеличение содержания подвижного фосфора происходило при использовании органо-минеральной системы удобрения, которая обеспечила увеличение на 167 мг/кг. Несущественно влияет на накопление фосфора в почве применение извести совместно с азотными и калийными удобрениями, а также органическая система удобрения. Содержание фосфора

при применении только извести без минеральных и органических удобрений практически равно аналогичному показателю в контрольном варианте.

Выявлено наиболее высокое достоверное увеличение содержания обменного калия при использовании органо-минеральной системы удобрения на 69 мг/кг по сравнению с контролем. Применение только извести и азотных и фосфорных удобрений существенно не влияет на накопление обменного калия в почве.

С 2001 г. на фоне изучаемых систем удобрений было предпринято систематическое внесение сульфата магния; дозы по MgO в зависимости от культуры составили 20-40 кг/га. В таблице 3 представлены результаты анализа почвы на содержание доступных форм магния и серы. При рассмотрении изменения содержания подвижного магния в почве наблюдается достоверное увеличение его содержания только на фоне внесения полного минерального удобрения. Это возможно связано с тем, что за счет минеральных удобрений произошло подкисление почвенного раствора, а как известно, подкисление питательного раствора резко сказывается на уменьшении поглощения магния, поэтому происходит его накопление. На всех фонах при внесении сульфата магния выражена тенденция увеличения содержания подвижной серы, то есть происходит ее накопление в почве.

Таблица 3. Влияние сульфата магния на содержание обменного магния и подвижной серы в дерново-подзолистой суглинистой почве ФГУП УОХ «Июльское», 2009 г.

Вариант - системы удобрений (фактор А)	Внесение сульфата магния (фактор В)	MgO, мг/кг	SO_4^{2-}, мг/кг
1 (1) Без удобрений	-	71,9	2,31
	$MgSO_4$	81,2	12,44
2 (2) Известь	-	62,5	4,06
	$MgSO_4$	81,2	20,43
3 (6) Известь + NPK	-	68,8	8,08
	$MgSO_4$	96,9	8,62
4 (7) NPK	-	78,1	7,19
	$MgSO_4$	231,2	12,17
5 (10) Известь + навоз	-	137,5	2,04
	$MgSO_4$	118,8	16,25
$НСР_{05}$ по фактору А	ч. р.	36,3	3,75
	гл. эф.	47,0	2,65
$НСР_{05}$ по фактору В	ч. р.	25,7	$F_ф < F_{05}$
	гл. эф.	33,3	$F_ф < F_{05}$

Для уточнения связи урожайности культур с показателями плодородия почвы был проведен корреляционный анализ, который показал, что урожайность вико-овсяной смеси и озимой ржи находится в прямой тесной корреляционной связи с содержанием подвижного фосфора (r = 0,60-0,82) и в прямой средней корреляционной связи с содержанием обменного магния и сульфатной серы в почве (r = 0,43-0,60 и 0,44).

В нашей стране и за рубежом проведено значительное количество исследований по влиянию удобрений на биологическую активность почв. Установлено, что внесение удобрений в умеренных дозах, особенно на фоне извести, не только не угнетало, а, напротив, увеличивало численность агрономически важных физиологических групп почвенных микроорганизмов, повышало ферментативную активность почв и интенсивность продуцирования почвенной углекислоты [3]. Результаты проведенных нами в полевых условиях исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4. Влияние систем удобрений на выделение углекислого газа дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвой

Вариант	Выделение, мг $CO_2/м^2 \cdot$ час	Отклонение от контроля	
		мг $CO_2/м^2 \cdot$ час	%
1. Контроль (без удобрений)	53,6	-	-
2. Известь	65,6	12,1	23
3. Известь + $N_1P_1K_1$	58,4	4,80	9
4. $N_1P_1K_1$	24,4	-29,2	-54
5. Известь + навоз 40 т/га + $N_1P_1K_1$	43,8	-9,80	-18
6. Известь + навоз 40 т/га + $N_{1,5}P_{1,5}K_{1,5}$	73,0	19,4	36
7. Известь + навоз 40 т/га	39,0	-14,6	-27
$НСР_{05}$		$F_Ф < F_{05}$	

Как видно из полученных данных, использование минеральной системы удобрения вдвое снизило продуцирование почвой углекислого газа по сравнению с контролем. Тенденция к снижению данного показателя выявлена и при внесении органических удобрений, хотя в научной литературе отмечается положительное влияние органической системы удобрения.

В то же время использование известково-органической системы удобрений с повышенной дозой минеральных удобрений и известковой системы уве-

личивало интенсивность выделения почвой углекислого газа до 73 и 66 мг $CO_2/м^2$ в час. Это можно предположительно объяснить тем, что с органическими удобрениями вносится большое количество микроорганизмов, а сочетание с минеральными удобрениями обеспечивает большее накопление органической массы растений и поступление ее в почву. Это создает условия для активной деятельности микрофлоры, что и способствует интенсивному продуцированию почвой углекислого газа.

Урожай всегда следует оценивать как комплексный продукт, полученный из основных составляющих почвенной системы: физических, химических и биологических свойств, связанных между собой как прямыми, так и обратными связями [5]. Средняя продуктивность культур за две ротации севооборота в зависимости от различных систем удобрений представлена в таблице 5. Многолетнее использование систем удобрений способствовало получению существенных прибавок продуктивности; наиболее стабильные результаты получены при использовании органоминеральной системы на фоне периодического известкования – средняя ежегодная прибавка продуктивности по отношению к контролю составила 2,13 т з.е./га или 127 %.

Таблица 5. Влияние систем удобрений при длительном их использовании на продуктивность сельскохозяйственных культур
(ФГУП УОХ «Июльское», 2005-2011 гг.)

Вариант	Средняя продуктивность в год , т.з.е./га	Отклонение от контроля		Отклонение от варианта 2	
		т.з.е./га	%	т.з.е./га	%
1 (1) Без удобрений (к)	1,68	-	-	-	
2 (2) Известь	2,07	0,39	23	-	
3 (6) Известь + $N_1P_1K_1$	3,40	1,72	102	1,33	64
4 (7) $N_1P_1K_1$	3,03	1,35	80	0,96	46
5 (8) Известь+ навоз 40 т/га + $N_1P_1K_1$	3,81	2,13	127	1,74	84
6 (10) Известь +навоз 40 т/га	2,95	1,27	76	0,88	43
$НСР_{05}$		0,68	24		

Минеральная система удобрений и органическая система на фоне извести практически всегда достоверно уступали органоминеральной, хотя и в этих вариантах из года в год получены существенные прибавки продуктивности по отношению к абсолютному контролю.

На рисунке 1 наглядно представлена отзывчивость различных сельскохозяйственных культур на удобрения.

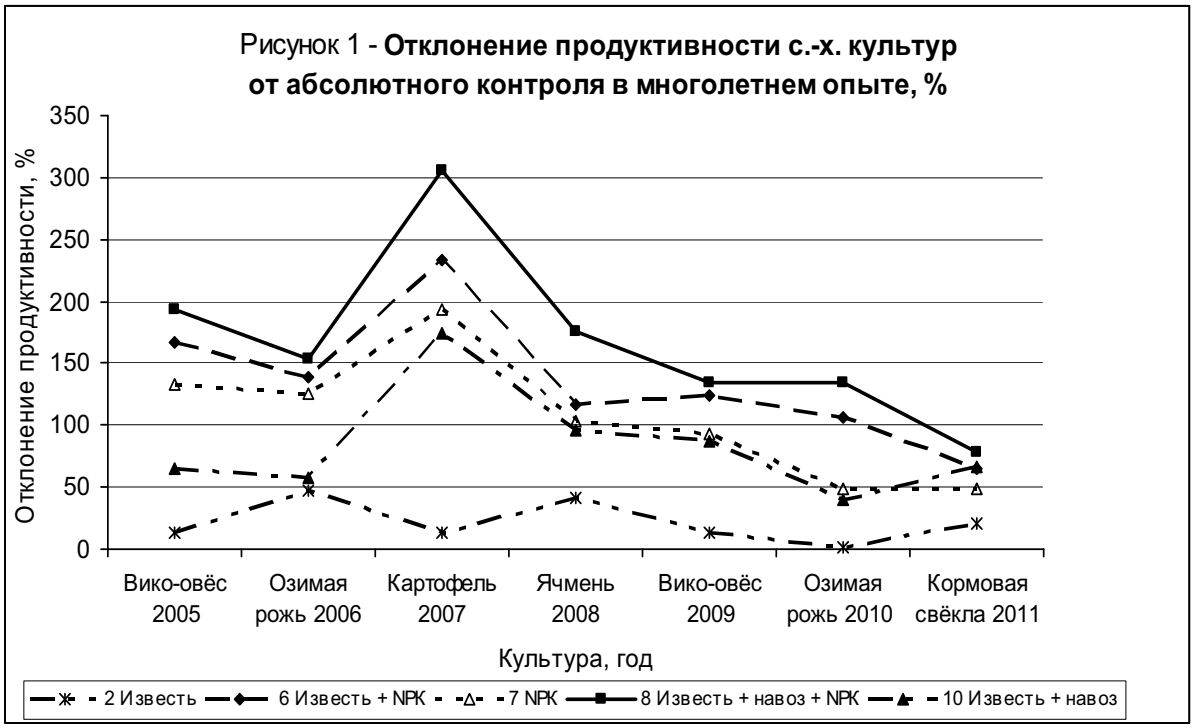


Рисунок 1 - **Отклонение продуктивности с.-х. культур от абсолютного контроля в многолетнем опыте, %**

Как видно из представленных данных, наиболее отзывчивой культурой на удобрения оказался картофель, который дал увеличение продуктивности по всем системам удобрения в 1,5-3 раза по отношению к абсолютному контролю. Хорошую отзывчивость также показали вико-овсяная смесь и ячмень, несколько ниже – озимая рожь. Наименее отзывчивой культурой в условиях 2011 г. оказалась кормовая свёкла, что обусловлено высокой продуктивностью данной культуры на абсолютном контроле.

Заключение

За восьмую и девятую ротации полевого севооборота, как и прежде, наиболее высокое действие на сохранение плодородия почвы оказала органоминеральная система удобрения по фону систематического известкования.

Отказ от известкования при применении минеральных удобрений приводит к значительному снижению плодородия почвы и потере продуктивности практически всех культур в сравнении с органо-минеральной системой удобрения на фоне известкования.

В связи с тем, что только в многолетних опытах можно получить исключительно ценные с научной точки зрения, данные об изменении плодородия почв и продуктивности культур при систематическом действии изучаемых факторов, следует предпринять все возможные меры для сохранения и продолжения многолетних опытов как достояния отечественной сельскохозяйственной науки.

Литература

1. Авдонин, Н. С. Повышение плодородия кислых почв / Н. С. Авдонин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Колос, 1969. – 304 с.

2. Адаптивно-ландшафтная система земледелия /Под ред. В. М. Холзакова и др. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2002. – 479 с.

3. Духанин, Ю. А. Агрохимия, биология и экология песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

4. Михайлова, Л.А. оптимизация питания ячменя, озимой ржи, картофеля и клевера и эффективность минеральных удобрений при разной окультуренности дерново-подзолистых почв Предуралья // Автореф. доктор. с.-х. наук / Пермь, 2008. – 41 с.

5. Минеев, В. Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В. Г. Минеев, Е. Х. Рempe. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.

УДК 631.08.44

ПРИЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Гарбарчук Е.В., Иванюшин Е.А.

Аннотация

Раскрыты пути и способы использования органических удобрений растительного происхождения, которые не требуют дополнительных затрат и предложены возможности на фоне имеющегося потенциала органического вещества дополнять его из других источников (сидератов, соломы).

При использовании почвы в сельскохозяйственном производстве нарушается естественный ход почвообразования. Сокращение количества растительногоопада, которое ежегодно вовлекалось в биокруговорот – основная причина уменьшения количества и мощности плодородного слоя сельскохозяйственных земель.

Есть множество исследований и рекомендаций, в которых предлагаются, безусловно, эффективные способы применения навоза, торфа, различных компостов и других органических удобрений. Но во многих исследованиях не учитывается возврат в почву соломы и других, малоценных с хозяйственной точки зрения частей урожая. Климатические и почвенные условия Зауралья существенно отличаются от других зон и областей, где проводились исследования по применению соломы в качестве удобрения. Далеко не все выводы и рекомендации из этих исследований, возможно применить в условиях Курганской области.

Условия и методика

В настоящее время при возделывании яровых зерновых культур используются разнообразные ресурсосберегающие технологии. Технология разработанная Губановым Михаилом Степановичем приносит определенный экономический эффект с начала 90-х годов, как самому главе фермерского хозяйства, так и многим сельхозтоваропроизводителям Курганской области.

В связи с вышеизложенным целью нашей работы является изучение динамики свойств чернозема обыкновенного при длительном использовании соломы на удобрение и влияние её на плодородие почвы.

КФХ «Губанова М.С.» располагается в восточной лесостепной зоне Курганской области на бывших землях совхоза «Лисьевский», который располагается в непосредственной близости от полей КФХ. Кроме этого восточная зона характеризуется резко континентальным климатом, с преобладание черноземов обыкновенных и солонцеватых с тяжелым гранулометрическим составом.

Последний раз обследование почв КФХ «Губанова М.С.» проводилось в 1999 году, где были закреплены точки, в которых были выкопаны полуямы. В 2010 году из этих точек были отобраны образцы почвы до глубины 1 метр. Согласно почвенной карте земельный участок располагается на черноземе обыкновенном маломощном средне- и тяжелосуглинистом. В хозяйстве был введен зернопаровой севооборот, со следующим чередованием культур: пар чистый – яровая пшеница – горох – яровая пшеница.

По содержанию гумуса почва относится к малогумусной, т.к. даже в слое 10 см его отмечается менее 6%.

Сравнительный анализ содержания гумуса в почве показал, что в слое 0-10 см в варианте с пшеницей по гороху (5,0%), на парах (4,9%) и несколько ниже под горохом и на поле совхоза «Лисьевский» (4,5%). В слое 10-20 см в варианте пшеница по гороху отмечено 4,5% гумуса и ниже по гороху и на парах. В слое 20-30 см на варианте пшеница по гороху содержалось 4,1% гумуса, на остальных полях – в пределах 3,4-3,7 % и только на поле совхоза «Лисьевский» наблюдается резкое его снижение до 2,5 % (табл. 1).

Таблица 1. Влияние плотности почвы и содержание гумуса на его запасы на полигоне КФХ «Губанова М.С.» Лебяжьевского района Курганской области

Место определения	Слой почвы, см	Плотность, г/см^3		Содержание гумуса, %		Запасы гумуса, т/га	
		1999 г.	2010 г.	1999 г.	2010 г.	1999 г.	2010 г.
№ 1 пар чистый	0-10	1,00	1,08	4,90	5,41	49,0	58,4
	10-20	1,09	1,18	3,60	5,44	39,2	64,2
	20-30	1,11	1,24	3,40	3,51	37,7	43,5
№ 2 пшеница по гороху	0-10	1,09	1,14	5,00	5,05	54,5	57,6
	10-20	1,09	1,25	4,50	4,48	49,1	56,0
	20-30	1,17	1,23	4,10	3,97	48,0	48,8
№ 3 горох	0-10	1,10	1,15	4,50	5,04	49,5	58,0
	10-20	1,07	1,22	3,80	4,45	40,7	54,3
	20-30	1,14	1,22	3,70	4,10	42,2	50,0
№ 4 поле совхоза «Лисьевский»	0-10	1,06	0,94	4,50	4,62	47,7	43,4
	10-20	1,13	1,07	4,50	3,94	50,8	42,2
	20-30	1,24	1,11	2,50	3,66	31,0	40,6

Анализируя 2010 год по содержанию гумуса в почве, можно отметить тенденцию к его повышению на отдельных полях КФХ «Губанова М.С.», так в слое 0-10 см произошло его незначительное повышение на 0,5-0,54%.

Соседнее поле совхоза «Лисьевский», также имеет положительную динамику в слое 0-10 см, однако как нам видно слой 10-20 см заметно отличается по годам, в 1999 году было 4,5% гумуса, а в 2010 году стало 3,94%.

Установлено [1,2,3], что ежегодное внесение 4-5 т/га соломы способствует увеличению гумуса на 13 % в относительном выражении или в среднем на 4,5 т/га.

В 1999 году после урожая яровой пшеницы в 3,5 т/га в верхний слой почвы было внесено около 6,2 т/га воздушно-сухой органической массы. Если учесть, что в хозяйстве «Губанова М.С.» вся солома после уборки урожая с 1993 года вносится в поверхностный слой почвы, то незначительное увеличение гумуса в отдельных полях, вероятно и связано с гумификацией части внесенной в почву соломы.

При взятии образцов из полуям, была определена также плотность (объемная масса) почвы, почвенным объемным буром Качинского (марка БП-50). Проведен расчет плотности в 4^x кратной повторности по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см на всех полях КФХ «Губанова М.С.» в 1999 году и до слоя 0-40 см в 2010 году в тех же точках.

Плотность почвы в годы обследования в слоях 0-10, 10-20 см относится к категории рыхлой по всем вариантам и только в слое 20-30 см почва находится на уровне уплотненной.

Результаты, полученные по объемной массе подтверждают, что черноземные почвы Зауралья в частом глубоком рыхлении не нуждаются. Объемная масса почвы в любом случае не превышает оптимального значения для возделывания сельскохозяйственных культур, а оптимальная равновесная плотность в пахотном слое, по литературным данным, для черноземов суглинистых и тяжелосуглинистых составляет 1,0-1,25 г/см^3.

Зная, содержание гумуса и плотность почвы, мы можем найти его запасы. Все поля КФХ «Губанова М.С.» отличаются положительной динамикой в накоплении запасов гумуса. Слой почвы 0-20 см уверенно относятся к среднему уровню плодородия почвы по классификации Д.С. Орлова и А.А. Гришиной [4], а вот вариант совхоза «Лисьевский» потерял за 11 лет почти 13 т/га гумуса.

Наши исследования мы продолжили в 2011 году. Была определена влагоемкость почвы, что дало возможность установить потенциальные возможности накопления влаги при той или иной влагоемкости. Мы определяли полную влагоемкость (ПВ), когда все поры в почве заполнены водой, капиллярную влагоемкостъ (КВ), когда водой заполнены капиллярные поры и они соединяются с грунтовыми водами и наименьшую полевую влагоемкость (НВ), при которой наступает физическая спелость почвы и имеется возможность выехать в поле для закрытия влаги (табл. 2).

Таблица 2. Влагоемкость почвы на полях полигона КФХ «Губанова М.С.» Лебяжьевского района Курганской области, %.

Место определения	Слой почвы, см	1999 г.			2011 г.		
		ПВ	КВ	НВ	ПВ	КВ	НВ
№ 1 пар чистый	0-10	43,0	41,1	30,2	44,6	35,8	21,5
	10-20	37,1	34,3	34,2	40,1	32,5	20,2
	20-30	33,0	40,7	25,7	34,8	32,2	21,7
	0-30	40,1	38,7	30,0	39,8	33,5	21,1
№ 2 пшеница по гороху	0-10	44,8	38,1	24,0	43,9	33,5	22,3
	10-20	44,6	30,4	25,5	42,4	31,4	24,9
	20-30	45,9	37,2	25,4	36,0	29,8	23,0
	0-30	45,1	35,4	26,3	40,8	31,6	23,4
№ 3 горох	0-10	42,0	35,9	37,2	45,1	36,4	28,7
	10-20	49,5	36,1	27,0	42,2	36,0	26,2
	20-30	33,0	38,2	24,0	34,4	32,7	20,1
	0-30	41,5	36,7	26,1	40,6	35,0	25,0
№ 4 поле совхоза «Лисьевский»	0-10	41,6	37,3	24,3	47,6	37,4	23,5
	10-20	36,7	35,7	28,3	41,7	36,1	23,2
	20-30	39,1	31,9	19,8	38,9	32,5	23,2
	0-30	39,1	34,8	24,2	42,7	35,3	23,9

Материал таблицы 2 показывает, что, несмотря на отсутствие глубокой обработки во всех полях севооборота, все виды влагоемкости имеют довольно высокие значения по сравнению с соседним полем совхоза, где ежегодно под все культуры проводится отвальная обработка на 22-25 см.

При отборе образцов на влажность также были взяты образцы почвы для определения питательных элементов (P_2O_5 и K_2O) по слоям. Анализ проведен в лаборатории агрономического факультета Курганской ГСХА.

Из таблицы 3 видно, что в слое 0-10 см, куда внесена солома, пожнивные и корневые остатки яровой пшеницы, количество фосфора и калия находится на максимальном уровне, таким образом, вполне подтверждаются ранее высказанные мысли о том, что при систематическом внесении в поверхностный слой почвы всей соломы, пожнивных и корневых остатков, в условиях благоприятного водного и теплового режима в конце августа и сентябре месяцах происходит усиленная минерализация органических остатков прошлого и текущего годов при которой отмечено накопление в почве питательных элементов.

Таблица 3. Содержание питательных веществ в почве на полигоне КФХ «Губанова М.С.» Лебяжьевского района Курганской области, мг/кг

Место определения	Слой почвы, см	1999 г.		2011 г.	
		P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
№ 1 пар чистый	0-10	71,0	300,0	61,6	319,4
	0-30	48,3	247,0	43,3	242,3
	0-60	36,6	199,3	37,7	206,4
	0-100	30,5	175,0	25,3	189,8
№ 2 пшеница по гороху	0-10	56,0	286,0	55,2	273,3
	0-30	29,0	190,3	36,8	235,2
	0-60	27,2	160,0	27,5	194,2
	0-100	23,1	150,0	25,0	173,9
№ 3 горох	0-10	-	-	59,8	308,1
	0-30	-	-	39,2	237,3
	0-60	-	-	24,2	200,4
	0-100	-	-	20,8	171,8
№ 4 поле совхоза «Лисьевский»	0-10	17,5	187,0	19,6	203,2
	0-30	19,2	181,0	18,4	184,5
	0-60	-	-	15,2	156,7
	0-100	-	-	14,8	145,8

Однако определение P_2O_5 и K_2O на соседнем поле совхоза после яровой пшеницы, как в слое 0-10, так и в слое 0-30 см, отмечено значительно меньшее содержание питательных элементов, что касается 2011 года, то здесь проявляется аналогичная картина по сравнению с 1999 годом.

Если сравнивать между собой промежуток в 11 лет, то мы можем наблюдать тенденцию к увеличению содержания калия и незначительное уменьшение содержания фосфора.

Применение оригинальной технологии возделывания яровой пшеницы и гороха, при отсутствии глубокой обработки во всех полях севооборота в сочетании с внесением сразу же после уборки измельченной соломы в поверхностный слой почвы в виде органического удобрения, чистота полей от сорняков качественное и своевременное выполнение всех агротехнических приемов позволяет ежегодно получать высокие и устойчивые урожаи яровой пшеницы.

Наблюдения показали, что лишь за последние годы произошло снижение урожайности по сравнению с предыдущими периодами. На это есть объективные причины, так как 2007-2009 гг. были засушливые, что и сыграло отрицательно роль в стабилизации урожайности зерновых культур на уровне последних лет (рис. 1).

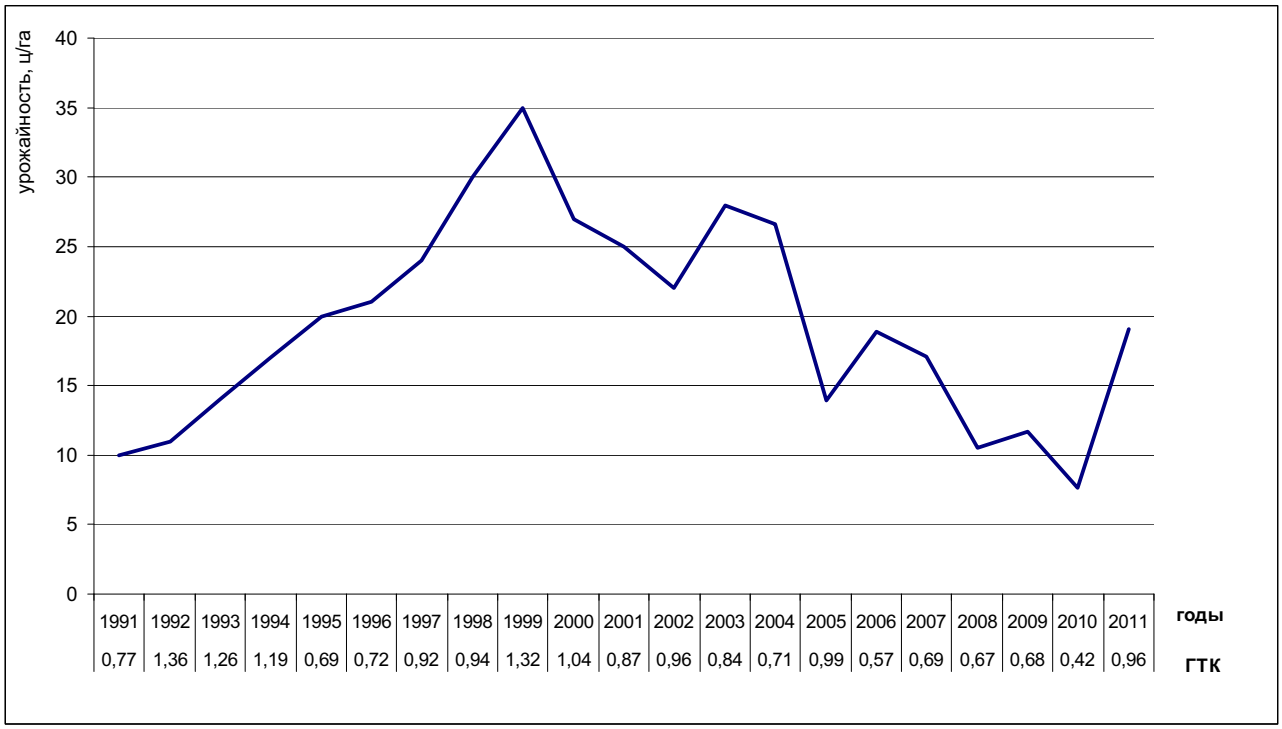


Рис. 1. Изменение урожайности зерновых культур в КФХ «Губанова М.С.» по годам освоения оригинальной технологии

Все вышесказанное подтверждает, что внесение соломы в качестве органического удобрения и минимальная обработка почвы дают положительный эффект в распространении ресурсосберегающей технологии предложенной Губановым Михаилом Степановичем.

Выводы

1. Анализ деятельности КФХ «Губаново М.С.» показывает, что в хозяйстве разработана и успешно внедрена новая, оригинальная технология возделывания всех культур в севообороте с чистым паром, где в качестве органических удобрений используется вся получаемая при уборке солома и полова, которая измельчается и в виде ленты, рассеивается сзади комбайна (шириной около 4 м), после чего на поле пускается агрегат МТЗ-80 с навесной прицепкой и средними боронами в 1 след для равномерного распределения по полю соломы, которая заделывается и перемешивается с почвой ротационной бороной БМШ-15 в два следа. После уборки яровой пшеницы ежегодно в почву поступает от 4,0 до 6,0 т/га соломы, пожнивных и корневых остатков.

2. Использование соломы в качестве органического удобрения значительно повышает количество доступной влаги, обеспечивает среднее содержание фосфора и высокое калия.

3. Плотность почвы во всех точках отбора исследуемым по слоям находится в пределах оптимальной, но в слое 0-30 см происходит её повышение в среднем на 0,09-0,14 г/см^3.

4. Ежегодное внесение в поверхностный слой почвы соломы создает благоприятные условия для минерализации и гумификации органического вещества, что способствует увеличению содержания питательных веществ и гумуса.

Литература

1. Авров О.Е. Использование соломы в сельском хозяйстве. / З.М. Мороз, О.Е. Авров. – Л.: Колос, 1979. – 200 с.

2. Кольбе Г. Солома как удобрение. / Г. Штумпе, Г. Кольбе. – М.: Колос, - 1972. – 88 с.

3. Мишустин Е.М. Санитарная микробиология почвы. / М.И. Перцовская, В.А. Горбов и др. – М.: Наука, 1979. – 304 с.

4. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса. / Л.А. Гришина, Д.С. Орлов – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 272 с.

УДК 631.872:631.452

ЛЕГКО РАЗЛАГАЕМОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ

Русакова И.В.

Аннотация

Показано, что даже при полной мобилизации всего потенциала традиционных органических удобрений потребность пашни для воспроизводства гумуса почв может быть удовлетворена лишь на 17-20%. Важнейшим дополнительным источником органического вещества и питательных элементов являются возобновляемые ресурсы агроценозов: пожнивные остатки, солома зерновых и зернобобовых культур, излишки которой, не нашедшие применения в животноводстве и других отраслях, составляют ежегодно не менее 40-64 млн. т.

До настоящего времени в сельскохозяйственных предприятиях РФ всех форм собственности сохраняется крайне низкий уровень применения органических удобрений, который за последние годы стабилизовался (с тенденцией к дальнейшему снижению) на уровне 60-48 млн. т в год, или менее 1 т/га посевной площади.

Ценность соломы как удобрения определяется, прежде всего, высоким содержанием органических соединений – 82-86 %, представленных моно- и полисахаридами, белками, лигнином, которые при поступлении в почву служат материальной базой для формирования различных фракций гумусовых веществ. В ряде отечественных и зарубежных работ установлена агроэкологоэкономическая целесообразность оставления соломы на поле, ее эффективность в отношении оптимизации содержания и качества почвенного органического вещества [1-5]. Многие исследователи сходятся во мнении, что возможности расширенного воспроизводства и существенного накопления гумуса за счет возврата пожнивных остатков сельскохозяйственных культур в почву весьма ограничены. Этот ресурс оценивается и рассматривается в основном как средство поддержания и сохранения существующего уровня ПОВ в сельскохозяйственных почвах [3, 6-8]. Вместе с тем, в ряде экспериментов [9-11] установлено существенное влияние внесения растительных остатков на содержание лабильных, легко разлагаемых органических веществ, обеспечивающих повышение уровня биологической активности, агрегированности и водопрочности почвенных агрегатов. Однако, экспериментальные данные длительных полевых опытов, устанавливающих количественные параметры изменений содержания и качественного состава органического вещества почв, особенно его лабильных, легкоразлагаемых компонентов, при многолетнем систематическом использовании соломы на удобрение, в научной литературе малочисленны.

Цель работы – оценка изменений содержания и состава почвенного органического вещества дерново-подзолистой супесчаной почвы под влиянием

использования соломы зерновых и зернобобовых культур в качестве удобрения за 2 ротации 5-польного зернопропашного севооборота.

Методика и условия проведения исследований

В полевом опыте ВНИИОУ с 1997 г. проводятся исследования по оценке влияния длительного применения соломы зерновых и зернобобовых культур при одно-, двух- и трехкратном ее использовании за ротацию зернопропашного севооборота (озимая пшеница – люпин – картофель – ячмень – однолетние травы) на показатели плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы и продуктивность культур. Схема опыта включает следующие варианты: 1. Без удобрений (контроль); 2. N54P51K57 - фон; 3. Фон + солома озимой пшеницы, люпина, ячменя – 18 т/га; 4. Фон + солома озимой пшеницы, люпина – 12 т/га; 5. Фон + солома озимой пшеницы – 6 т/га. Дозы минеральных удобрений указаны в среднем за год, соломы – суммарно за 2 ротации. Площадь делянки – 44,8 $м^2$, повторность вариантов – 4-х кратная. Солома злаковых культур и люпина измельчается (5-10 см) и равномерно распределяется по делянкам опыта одновременно с уборкой зерна комбайном САМПО-500 с измельчителем, заделывается в верхний слой (0-10 см) почвы дисковой бороной БДТ-3, через 2-3 недели запахивается плугом ПЛН-3-35 при зяблевой обработке. Минеральные удобрения вносятся перед предпосевной культивацией.

Для характеристики почвенного органического вещества (ПОВ) определяли: содержание органического углерода ($С_{орг}$) - по Тюрину в модификации Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Орлову-Гриндель; углерода, экстрагируемого горячей водой ($С_{эгв}$) - по методике Шульц [12]; лабильного углерода – в 0,1 М нейтральной пирофосфатной вытяжке [12]; биомассу почвенных микроорганизмов ($С_{мик}$) – методом регидратации-экстракции [13]; мортмассу (ММ) - отмыванием из почвенных образцов на сите 0,25 мм; углерод ММ ($С_{мм}$) – по Анстету [14]. Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием компьютерных программ Exel и Statistica 6,0.

Результаты и обсуждение

До закладки опыта пахотный слой исследуемой дерново-подзолистой супесчаной почвы характеризовался низким содержанием $C_{орг}$ – 0,67-0,70%. В конце 2-ой ротации севооборота содержание углерода на варианте без удобрений осталось на исходном уровне, на фоне NPK изменения составили 0,01% и не выходили за пределы ошибки определения. Однократное за ротацию применение соломы (3 т/га) на фоне NPK также не оказало заметного влияния на содержание $C_{орг}$. Достоверное увеличение содержания органического углерода в пахотном слое почвы установлено при внесении максимальной дозы соломы – 18 т/га - за 2 ротации севооборота. Оно составило 0,07 %, что в пересчете соответствует 2100 кг углерода на 1 га, или около 10% от общих его запасов в пахотном слое. Согласно полученным экспериментальным данным, из 1 т применяемой на удобрение соломы, содержание органического углерода в которой в среднем составляло 430 кг, 75 - 100 кг углерода включилось в состав гумуса. Коэффициент гумификации ($К_г$) органического вещества соломы составил, таким образом, 0,17-0,23 (табл. 1).

Согласно современным представлениям, ПОВ – весьма динамичная сложная гетерогенная система, состоящая как минимум из двух пулов, характеризующихся различной устойчивостью к деструкционным процессам: 1) пассивной, стабильной и 2) активной, легкоразлагаемой [15-17]. Свежие растительные остатки пополняют запасы активного биологически трансформируемого ПОВ, с которым сопряжены краткосрочные круговороты С и N, поддерживающие микробную деятельность, питательный режим, эмиссию и сток биогенных газов, другие динамические характеристики почв и выполняющие ведущую роль в формировании эффективного плодородия почв [17].

В условиях сельскохозяйственного использования утрата или накопление органического вещества почв сопряжены с потерей или накоплением преимущественно легко трансформируемых компонентов, запасы которых обеспечиваются объемами поступления растительных остатков и количеством мортмассы.

Таблица 1. Изменения в содержании $C_{орг}$, $C_{эгв}$, $C_{мб}$, $C_{лаб}$ в пахотном слое (0-20 см) дерново-подзолистой супесчаной почвы опыта за 2 ротации зернопропашного севооборота (1997-2007 гг.)

Вариант	$C_{орг.}$, %	Прибавка $C_{орг.}$				$K_г$	$C_{эгв}$	$C_{мб}$	$C_{лаб}$
		%	% к исход-ному	кг/га	кг на 1 т со-ломы				
1.Без удобрений	0,67* / 0,67	-	-	-	-	-	148** / 2,21	289** / 4,31	860** / 12,8
2.N54P51K57 - фон	0,68 / 0,69	0,01	1,5	300	-	-	165 / 2,39	333 / 4,83	942 / 13,7
3. Фон + солома 18 т/га	0,69 / 0,76	0,07	10,1	2100	100	0,23	208 / 2,74	397 / 5,22	1340 / 17,6
4. Фон + солома 12 т/га	0,68 / 0,73	0,05	7,4	1500	75	0,17	186 / 2,55	395 / 5,41	1131 / 15,5
5. Фон + солома 6 т/га	0,70 / 0,72	0,02	2,9	600	100	0,23	173 / 2,40	376 / 5,22	970 / 13,5

НСР05 0,052 17 29 109 *Над чертой – исходное содержание (1997 – 1998 гг.); под чертой – в конце 2-ой ротации севооборота (2006 – 2007 г).
**Над чертой – мг/кг почвы; под чертой – в % к $C_{орг}$

Согласно полученным данным, систематическая заделка фитомассы соломы обеспечила увеличение запасов ММ в пахотном слое в 1,34-1,48 раза, а также органического углерода, сосредоточенного в этой ММ, на 13-40% (рис.1). Следует отметить также относительное увеличение доли углерода ММ по отношению к $C_{орг}$ с 7,5 на контроле до 10% на вариантах с внесением 18 т/га соломы.

Ключевым компонентом активного пула ПОВ и чувствительным индикатором изменений его состояния, вызываемых природными и антропогенными факторами является биомасса почвенных микроорганизмов [10, 17, 18]. По завершении 2-ой ротации севооборота содержание $C_{мик}$ на всех вариантах с использованием соломы было достоверно более высоким не только по сравнению с контролем без удобрений, но и с фоновым вариантом NPK.

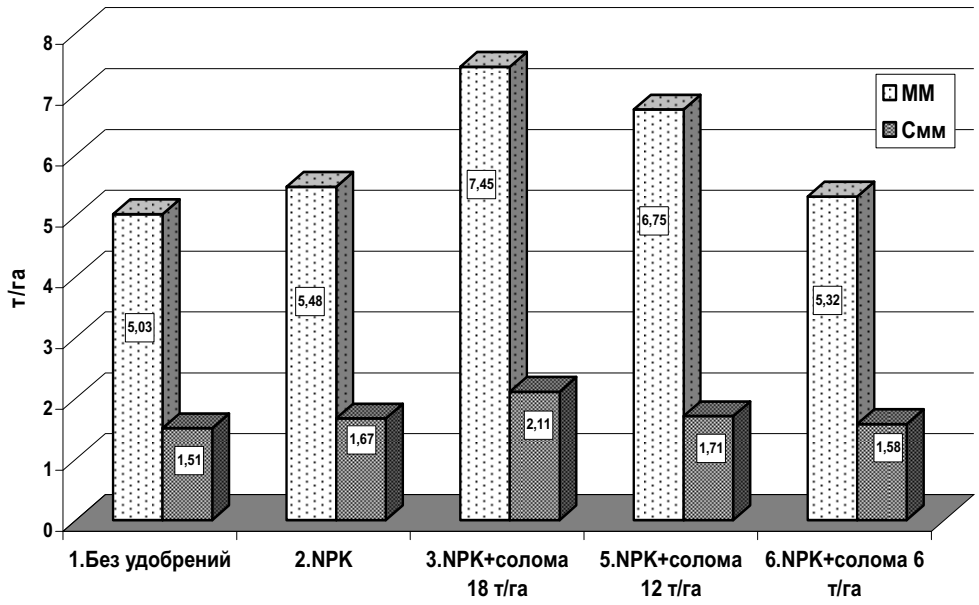


Рис. 1. Запасы ММ и $С_{мм}$ в пахотном слое дерново-подзолистой почвы в конце 2-ой ротации севооборота.

Максимальными значениями этого показателя характеризовался пахотный слой в вариантах с заделкой 12 и 18 т/га соломы на фоне минеральных удобрений – 395-397 мг/кг почвы, что выше в 1,4 раза, чем на контроле и в 1,2 раза по сравнению с NPK. Следует отметить не только абсолютное увеличение содержания микробной биомассы на вариантах с соломой, но и доли ее по отношению к $С_{орг}$. Так, на контрольном варианте содержание $С_{мик}$ составило 4,31 % от общего содержания углерода в пахотном слое, увеличиваясь до 4,83-5,41 % на вариантах с систематическим применением соломы озимой пшеницы, люпина и ячменя (табл. 1).

Одним из надежных критериев уровня содержания в почве легкоразлагаемого органического вещества и показателем эффективного плодородия пахотных почв может служить углерод, экстрагируемый горячей водой – $С_{эгв}$. Этот углерод представлен в основном органическими соединениями, образующимися на самых ранних стадиях трансформации растительных остатков, а также частью микробной биомассой. В исследуемой почве по окончании 2-ой ротации севооборота пахотный горизонт контрольного варианта характеризовался низкой обеспеченностью углеродом этой фракции – в среднем 148

мг/кг почвы. Достоверное увеличение углерода этой фракции зафиксировано при 2-х и 3-х кратном использовании соломы в севообороте, относительно контроля - на 38-60 мг/кг (26-41 %) и варианта NPK - на 21-43 мг/кг (13-26 %) соответственно. Увеличение содержания $С_{эгв}$ сопровождалось возрастанием его доли в составе $С_{орг}$. Так, в пахотном слое контрольного неудобренного варианта относительное содержание $С_{эгв}$ составило 2,21 % от $С_{орг}$, увеличиваясь до 2,55-2,74 % на вариантах 3 и 4 (табл. 1). При анализе динамики $С_{эгв}$ под различными культурами севооборота установлено снижение его содержания под картофелем, что подтверждает роль пропашных культур как минерализаторов почвенного органического вещества (рис.2).

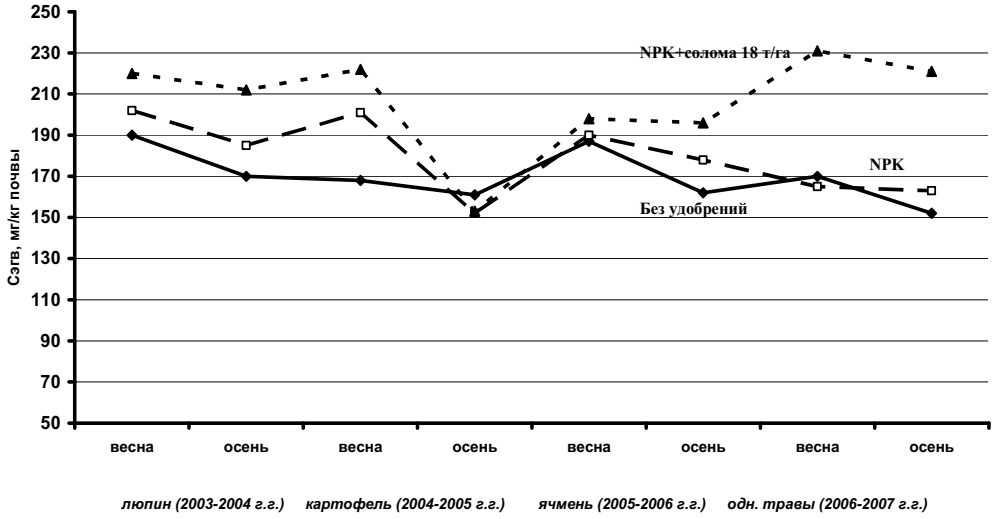


Рис. 2. Динамика $С_{эгв}$ в пахотном слое дерново-подзолистой почвы во 2-ой ротации зернопропашного севооборота.

При часовом кипячении с горячей водой из исследуемой дерново-подзолистой почвы извлекается небольшое количество органического углерода ($С_{эгв}$) - 2,2-2,8 % от содержания $С_{орг}$. Более высокое количество лабильных гумусовых веществ - до 17,6 % от $С_{орг}$. - экстрагируется нейтральным децимолярным раствором пирофосфатом натрия. В их составе присутствуют главным образом «молодые», «незрелые» гумусовые соединения, образующиеся на ранних стадиях гумификации растительных остатков, свободные и

непрочно связанные с минеральной частью почвы. В вариантах с удобрениями наблюдалось увеличение содержания $С_{лаб}$ на 82-480 мг/кг почвы, или на 10-56% по отношению к контролю без удобрений. В вариантах с внесением 12-18 т/га соломы отмечены достоверно более высокие значения этого показателя по отношению не только к контрольному варианту – на 271-480 мг/кг, но и к фону минеральных удобрений – на 189-398 мг/кг почвы (табл.1).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что систематическое внесение соломы зерновых и зернобобовых культур в дозе 12-18 т/га за 2 ротации 5-польного зернопропашного севооборота сопровождалось достоверным увеличением содержания в дерново-подзолистой супесчаной почве лабильных, легкоразлагаемых компонентов ПОВ: углерода мортмассы; углерода, экстрагируемого горячей водой; микробной биомассы; лабильного гумуса, а также возрастанием их доли по отношению к общему содержанию органического углерода. Изменения в содержании $С_{орг}$, происшедшие под влиянием внесения соломы, были менее существенными: достоверное увеличение $С_{орг}$ в пахотном слое исследуемой почвы зафиксировано при 3-х кратном внесении максимальной в опыте дозы соломы – 18 т/га. Отмеченные изменения в содержании и качественном составе ПОВ, обусловленные систематическим возвратом в почву побочной продукции зерновых и зернобобовых культур в качестве удобрения, предопределяют повышение его биохимической неустойчивости и потенциальной минерализуемости, а также более активное участие в биологическом круговороте веществ, почвообразовательных процессах и формировании эффективного плодородия дерново-подзолистой почвы.

Литература

1. Алиева Е.И. Итоги 12-летнего использования соломы на удобрение // Бюллетень ВИУА им. Д.Н. Прянишникова. 1985, № 72. С. 44-48.

2. Asmus F., Völker U., Einfluß von Strohdüngung auf Ertrag und Bodeneigenschaften in Fruchtfolgen mit unterschiedlichem Getreideanteil // Arch. Acker Pflanzenbau Bodenkd. Berlin, 1984. B. 28. H. 7.

3. Bakht J., Shafi M., Jan M.T., Shah Z. Influence of crop residue management, cropping system and N fertilizer on soil N and C dynamics and sustainable wheat (Triticum aestivum L.) production ///Soil and Tillage Research. 2009, V. 104, I. 2, P. 233-240.

4. Karlen D., Wollenhaupt N., Erbach D., Berry E., Swan J., Eash N., Jordahl J. Crop residue effects on soil quality following 10-years of no-till corn // Soil and Tillage Research. 1994. V. 31, I. 2-3, P. 149-167.

5. Saffih-Hdadi K., Mary B. Modeling consequences of straw residues export on soil organic carbon // Soil Biologie Biochemistry. 2008, V. 40, I. 3, P. 594-607.

6. Шарков И.Н. Удобрения и проблема гумуса в почвах // Почвоведение. 1987, № 11. С. 70-81.

7. Лошаков В.Г., Иванова С.Ф.,Франк Эллмер, Синих Ю.Н. Изменение некоторых показателей плодородия дерново-подзолистой почвы в специализированных зерновых севооборотах и при бессменном возделывании зернофуражных культур с использованием пожнивного сидерата и соломы в качестве удобрения // Известия ТСХА. 1995. вып. 1. С. 3-15.

8. Фокин А.Д., Карпухин А.И. Включение продуктов разложения растительных остатков (меченых ^{14}C) в гумусовые вещества // Почвоведение. 1974. № 11. С. 72-78.

9. Lupwayi N., Rice W., Clayton G. Soil microbial biomass and carbon dioxide flux under wheat as influenced by tillage and crop rotation //Canadian Journal of Soil Science, 1999, 79:(2) 273-280.

10. Powlson D., Prookes P. , Christensen B. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation // Soil Biology and Biochemistry. 1987, V. 19, I. 2 , P. 159-164.

11. Bremer E., Janzen H.H., Johnston A.M. Sensitivity of total, light fraction and mineralizable organic matter to management practices in a Lethbridge soil // Canadian Journal of Soil Science. 1994, 74: (2), P. 131-138.

12. Методы определения активных компонентов в составе гумуса почв. М.:ВНИИА, 2010. 32 с.

13. Благодатский С.А., Благодатская Е.В. Горбенко А.А., Паников Н.С. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве // Почвоведение. 1987, № 4. С. 71-81.

14. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука. 1980. 288 с.

15. Когут Б.М., Травникова Л.С., Титова Н.А., Куваева Ю.В., Ярославцева Н.В. Влияние длительного применения удобрений на содержание органического вещества в легких и илистых фракциях черноземов // Агрохимия. 1998, №5. С. 13-20.

16. Шарков И.Н., Букреева С.Л. Разложение меченой ^{14}C пшеничной соломы в субстратах различного гранулометрического состава // Почвоведение. 2004, №4. С. 485-488.

17. Семенов В.М., Кравченко И.К., Иванникова Л.А. и др. Экспериментальное определение активного органического вещества в некоторых почвах природных и сельскохозяйственных экосистем // Почвоведение. 2006, №3. С.282-292.

18. Anderson T.-H., Domsch K.H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils //Soil Biology and Biochemistry. 1989, V. 21, I. 4, P. 471-479.

УДК 631.452: 631.582

ПРИЁМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО В КРАТКОСРОЧНОМ СЕВООБОРОТЕ

Сиухина М.С., Вязунов С.Н.

Аннотация

В производственном опыте установлено, что использование донника на сидерат совместно с запашкой соломы яровой пшеницы устраняет дефицит гумуса, увеличивает содержание подвижного фосфора и доступного азота в агрочернозёме обыкновенном.

Важнейшей проблемой современного земледелия является сохранение существующего плодородия, создание механизмов и процессов его воспроизводства в старопахотных почвах. Одним из основных показателей уровня плодородия почв является количество и качество в них гумуса. В большинстве агроценозов этот показатель имеет тенденцию к существенному снижению (1, 2, 3). В настоящее время для стабилизации гумусового состояния старопахотных почв особую актуальность приобретает использование биологических ресурсов. По мнению В.И. Вернадского (4) в самом почвообразовательном процессе заложено непрерывное возрастание плодородия почвы за счет жизнедеятельности растений и микроорганизмов. Но это утверждение справедливо до той поры пока не происходит ежегодного отчуждения большей части накопленной энергии в виде органического вещества, как это происходит в агроценозах.

В системе мер по повышению плодородия почв существенное место занимают севообороты. Д.Н. Прянишников отмечал, что рациональное ис-

пользование земли возможно только через оптимальное соотношение возделываемых растений в определенных экологических условиях. А это не что иное, как структура посевных площадей, которая составляет основу любого севооборота, определяя его тип и вид (5).

Внедрение севооборотов с короткой ротацией, большая доля зерновых в структуре посевных площадей и практически прекращение внесения удобрений приводит к значительному снижению плодородия чернозёмных почв (6).

В сложившихся условиях особую актуальность приобретает применение биологических приемов сохранения и повышения плодородия почв, в том числе использование сидератов и побочной продукции.

Цель наших исследований состояла в оценке влияния сидерального донникового пара и запахивания соломы яровой пшеницы на свойства чернозёма обыкновенного, как наиболее приемлемых и наименее затратных приемов повышения плодородия почвы.

Объекты и методы исследования.

Нами изучено влияние чистого, сидерального донникового пара и запахивания соломы яровой пшеницы на плодородие чернозёма обыкновенного среднегумусового среднемощного среднесуглинистого. Опыт заложен в производственных условиях на территории крестьянского хозяйства, расположенного в Панкрушихинском районе Алтайского края. Хозяйство занимается производством зерна мягкой яровой пшеницы в трехпольном севообороте: чистый пар – пшеница – пшеница. Для проведения опыта выделено 9 га земли, площадь каждого участка 3 га. В опыте изучено влияние трех севооборотов на плодородие почвы. Поле 1: яровая пшеница – яровая пшеница – чистый пар; поле 2: яровая пшеница с подсевом донника – пар сидеральный донниковый – яровая пшеница; поле 3: чистый пар – яровая пшеница – яровая пшеница. В качестве сидеральной культуры использовали донник желтый сорта Альшеевский, норма высева 20 кг/га. Пшеница районированного сорта Алтайская 92, агротехника общепринятая для данной зоны. Всю соло-

му яровой пшеницы после измельчения запахивали при зяблевой обработке на глубину 20 см. Зеленую массу донника 220 ц/га запахивали в начале цветения на глубину 22-25 см. Для определения содержания гумуса, питательного режима и агрофизических свойств ежегодно на каждом поле отбирали смешанные образцы в двух кратной повторности с глубины 0-20 и 20-40 см перед посевом и после уборки. Анализы выполнены общепринятыми методами (7, 8).

Погодные условия лет исследования заметно отличались. Вегетационные периоды 2001 и 2002 гг. были благоприятны по метеорологическим условиям для возделывания сельскохозяйственных культур. Осадков за вегетационные периоды 2001 и 2002 гг. выпало соответственно на 33 и 12 мм больше нормы (199 мм). Вегетационный период 2003 г. был жарким, засушливым и, следовательно, неблагоприятным для возделывания сельскохозяйственных культур. Сумма активных температур была выше нормы на 261°С, а осадков выпало на 108 мм меньше нормы. Такой большой недостаток влаги стал причиной получения довольно низкого урожая пшеницы.

Обсуждение результатов

Урожай пшеницы кроме предшественника в значительной степени зависит от погодных условий. Максимальный урожай пшеницы 3,3 т/га был получен в 2002 году при посеве по чистому пару, благодаря не только накоплению в паровом поле значительного количества доступных элементов питания, но и благоприятным погодным условиям. Низкая урожайность пшеницы 1,7 т/га по сидеральному пару обусловлена недостатком влаги, т.к. донник желтый в процессе своего развития (2001-2002 гг.) и формирования урожая зеленой массы 220 ц/га использовал большое количество влаги, а вегетационный период 2003 года был засушливым. При возделывании яровой пшеницы по пшенице урожай напрямую зависел от погодных условий лет проведения опыта. В благоприятные по погодным условиям вегетационные периоды 2001 и 2002 гг. урожайность составила 2,7 и 2,5 т/га, а в засушливый вегетационный период 2003 г. – 2,0 т/га.

Критерием оценки почвенного плодородия является содержание в почве органического вещества, которое в последнее время рассматривается и с точки зрения экологической устойчивости почвы как компонента агроландшафта (9). Изучаемые нами предшественники оказали различное влияние на содержание гумуса в почве. В поле чистого пара, где проводилась механическая обработка, процессы минерализации органического вещества преобладали над его образованием, что привело к потере гумуса и его содержание уменьшилось на 0,09–0,13% в пахотном и на 0,05–0,06% в подпахотном слое почвы. В результате гумификации запаханной соломы наметилась тенденция стабилизации гумусового состояния чернозёма обыкновенного. Запахивание всей биомассы сидерата (поле 2) и измельченной соломы повышает поступление в почву органического вещества, что сопровождается увеличением содержания гумуса на 0,13% в слое почвы 0-20 см и на 0,1% в слое 20-40 см.

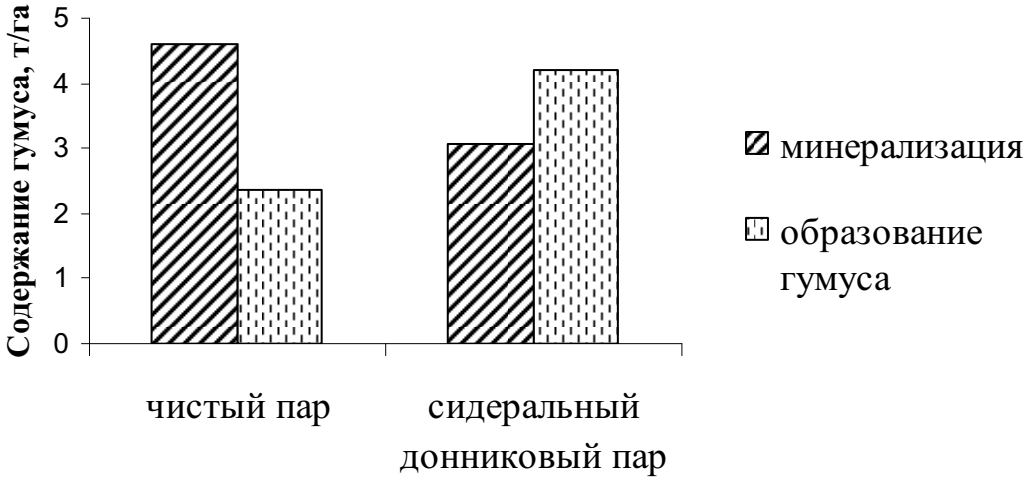


Рис.1. Баланс гумуса в севооборотах с чистым и сидеральным донниковым паром.

Балансовые расчеты показали, что за три года исследований запасы гумуса в севообороте с чистым паром уменьшились на 2,25 т/га (рис.1).

Сидерация путем запахивания всей растительной массы донника способствует улучшению гумусового состояния и азотного режима. Содержание гумуса в севообороте сидерального донникового пара увеличилось на 1,37 т/га.

Содержание нитратного азота в основном зависело от предшественника. Больше всего нитратов накапливалось в поле чистого пара, чему способствовала повышенная биологическая активность и интенсивная минерализация органического вещества в период парования, что привело к увеличению $N\text{-}NO_3$ до 18,6 мг/кг в пахотном и до 15,7 мг/кг в подпахотном слое почвы. Удобрительный эффект донника обусловлен питательными веществами, которые высвобождаются при разложении его биомассы. Особое значение имеет обогащение почвы азотом. Донник благодаря симбиотической азотфиксации усваивает азот атмосферы, поэтому в поле сидерального пара накопилось нитратного азота до 18,3 мг/кг в слое 0-20 см и 17,7 мг/кг почвы в слое 20-40 см. После пшеницы содержание нитратного азота было очень низким, в пахотном слое не более 4 мг/кг почвы, на глубине 20-40 см определялись лишь «следы» нитратов, что объясняется интенсивным потреблением азота растениями яровой пшеницы. Возделываемые культуры в годы исследований не испытывали недостатка в азотном питании, т.к. содержание доступного для растений азота ($N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$) в почве перед посевом было более 40 мг/кг почвы.

На содержание подвижных форм фосфора и калия чистый пар оказал положительное воздействие. Количество подвижного фосфора за период парования увеличилось на 1,7-2,2; подвижного калия – на 3,7-4,0 мг/кг почвы.

Интенсивно разветвленная глубоко проникающая корневая система донника желтого благодаря корневым выделениям усваивала фосфор труднорастворимых фосфатов и перераспределяла его в верхние слои почвы. После запахивания донника на зеленое удобрение и его минерализации, содержание доступного для растений фосфора увеличилось на 4,6 мг/кг в пахотном слое и на 5,7 мг/кг на глубине 20-40 см. После возделывания пшеницы по сидеральному пару содержание подвижных фосфатов в почве заметно уменьшалось. Обеспеченность пшеницы подвижным калием в годы исследований была больше 120 мг/кг почвы.

Возделывание донника как сидеральной культуры оказало положительное влияние и на агрофизические свойства чернозёма обыкновенного. Корневая система донника, глубоко проникая в почву, способствует разуплотнению как пахотного, так и подпахотного горизонтов. В поле донникового пара произошло уменьшение плотности сложения на 0,07 г/см^3. Во всех вариантах она находилась в оптимальных пределах для возделываемых культур – 1,0-1,25 г/см^3 и была характерной для данного типа почв. Под влиянием донника улучшилось структурное состояние почвы. Содержание агрономически ценных агрегатов в поле сидерального пара было на 12,4% выше, чем после чистого пара, в основном за счет увеличения содержания фракций 1-3 мм.

Представленные нами данные показывают, что для сохранения и повышения плодородия чернозёма обыкновенного в данной почвенно-климатической зоне (северная лесостепь Алтайского края) рекомендуется регулярное запахивание соломы яровой пшеницы и замена чистого пара сидеральным донниковым паром.

Литература

1. Русский чернозём: 100 лет после Докучаева / под ред. В.А. Ковды, Е.М. Самойловой. – М.: Наука, 1983. – 304 с.

2. Лыков А.М. Гумус и плодородие почв. – М., 1985. – 192 с.

3. Сиухина М.С., Быкова С.Л. Изменение свойств чернозёма выщелоченного при различной антропогенной нагрузке // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2010. - № 8. – С. 12-16.

4. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М., 1989. – С. 36, 260.

5. Прянишников Д.Н. Севооборот и его значение в деле поднятия наших урожаев. – М.: Сельхогиз, 1963. – Т. 3. – С. 176, 688.

6. Антропогенная эволюция чернозёмов / под ред. А.П. Щербакова, И.И. Васенёва. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 412 с.

7. Воробьева Л.А. Химический анализ почв / Л.А. Воробьева. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.

8. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

9. Клёнов Б.М. Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – 176 с.

УДК 631.38(642)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКЦИОННО-ГРУППОВОГО СОСТАВА ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Завьялова Н.Е.

Аннотация

Известкование почвы основное и повторное по фону полного минерального удобрения не изменило общую направленность процесса гумусообразования, но обеспечило накопление гуматов кальция в составе гумуса. Оптически более плотные ГК образуются при известковании почвы. Минеральные удобрения способствовали увеличению подвижности гумусовых веществ и снижению их оптической плотности.

При оценке гумусного состояния почв важное место отводится определению фракционно-группового состава, который отражает почвенно-генетические особенности гумусообразования. Благодаря исследованиям И.В. Тюрина [1], М.М. Кононовой [2], Н.П. Бельчиковой [3], Л.Н. Александровой [4] и других, достаточно полно изучен состав гумуса почв основных почвенно- климатических зон, выявлены общие закономерности в изменении состава гумуса, связанные с гидротермическими условиями почвообразования, характером почвообразующих пород и типом растительности. При обнаружении и изучении гумусовых кислот применяют спектрофотометрический анализ. Широкое распространение этот метод получил после работ М.М. Кононовой и Н.Б. Бельчиковой (1961), которые оценили изменение оптических плотностей гуминовых кислот зонального ряда почв. Сегодня определение экстинции растворов гумусовых веществ стало одним из важнейших приемов почвенно-генетических исследований, которым оценивают соотношение ароматических и алифатических фрагментов в молекулах гумусовых веществ [Т.А. Плотникова, В.В. Пономарева [5]; В.А. Черников, В.А. Кончиц [6],Д.С. Орлов [7], Д.С. Орлов, Н.А. Пивоварова [8]; В.Г. Мамонтов и др. [9], А.В. Литвинович и др.[10]; А.М. Лыков [11]; Н.Е. Орлова, Л.Г. Бакина [12].

Установлено, что интенсивность и тон окраски гумусовых веществ, извлекаемых из почвы щелочными растворами, находятся в положительной корреляционной связи со степенью бензоидности ароматического ядра. Химически более «зрелые» соединения дают более интенсивную окраску растворов, и характеризуются более высокой оптической плотностью [Д.С. Орлов [13].

Цель работы - изучить влияние известкования и длительного применения минеральных удобрений на фракционно-групповой состав гумуса и оптические характеристики гуминовых кислот дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья.

Методика исследований

Исследования проводили в длительном стационарном опыте, заложенном в 1980 г. на опытном поле Пермского НИИСХ. Почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Содержание гумуса по методу Тюрина 2,72%, общего азота по Кьельдалю – 0,155%, pH_{KCl} – 4,6; гидролитическая кислотность – 5,1; сумма обменных оснований – 19,0 мг-экв./100 г почвы; содержание подвижных форм фосфора и калия по Кирсанову – 80 и 120 мг/кг почвы соответственно. Фракционно-групповой состав гумуса определяли по методу Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой.

Действие извести изучали на 3-х уровнях минерального питания: без удобрений, NPK, 2NPK. Насыщенность на 1 га на фоне NPK составила N21P34K35.В опыте использовали аммиачную селитру или мочевину, суперфосфат и хлористый калий. Основное известкование проводили перед закладкой опыта из расчета 1,0 г.к., повторное в дозе 0,5 г.к. (варианты 3,6) в паровых полях II и IV ротаций севооборота.

Севооборот семипольный со следующим чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница с подсевом клевера, клевер 1 г.п., клевер 2 г.п., ячмень, овес. Размещение вариантов рендомизированное, повторность 3-х кратная, общая площадь делянки 107 $м^2$. Почвенные образцы для исследования отбирали в паровом поле после третьей ротации севооборота

с двух несмежных повторений в слое 0-20 см в трех точках на каждом ручным буром.

Результаты и их обсуждение

Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва длительного опыта характеризуется высоким исходным уровнем гумусированности ($C_{исх.}$= 1,58%). В составе гумуса гуминовые и фульвокислоты представлены примерно поровну, вследствие чего тип гумуса фульватно-гуматный. Наблюдается четкое доминирование гумусовых веществ 2-й и 3-й фракций, доля подвижных форм углерода (фракция 1) невысокая и составляет около 10% от общего его содержания в почве (табл. 1). Проведение основного и повторного известкования привело к изменению соотношения гуминовых и фульвокислот во фракции 1. В известкованной по 1,0 г.к. почве наблюдалось достоверное уменьшение гуминовых кислот и увеличение фульвокислот относительно контрольного варианта, при этом содержание общего углерода гумусовых веществ, экстрагируемых непосредственно 0,1н щелочью, практически не изменилось.

Минеральные удобрения, изучаемые в опыте (вариант 2NPK), способствовали некоторому увеличению подвижных гумусовых веществ, содержание углерода в 1-й фракции составило 12,4% относительно 10,5% на контроле. При известковании почвы по фону полного минерального удобрения, особенно повторном, наметилась тенденция снижения подвижности гумуса за счет уменьшения гуминовых и фульвокислот 1-й фракции.

Таблица 1. Влияние минеральных удобрений и извести на фракционно-групповой состав гумуса дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы, (слой почвы 0-20 см),% к $C_{общ.}$

Вариант	$C_{орг.}$	Фракция 1			0.1н H_2SO_4	Фракция 2			Фракция 3			Сумма		$C_{гк}$: $C_{фк}$	Н.О.
		$C_{общ}$	$C_{гк}$	$C_{фк}$		$C_{общ}$	$C_{гк}$	$C_{фк}$	$C_{общ}$	$C_{гк}$	$C_{фк}$	ГК	ФК		
1.Без удобрений (контроль)	1.27	10.5	5.0	5.5	4.6	24.0	17.2	6.8	20.6	5.5	15.1	27.7	32.0	0.86	40.3
2.Са по 1.0 г.к.	1.37	10.7	3.9	6.8	2.5	28.7	20.3	8.4	19.6	4.6	15.0	28.8	32.7	0.88	38.5
3.Са по 1.0 г.к.+Са по 0.5 г.к.	1.35	9.6	2.2	7.4	3.5	30.4	23.7	6.7	20.5	5.9	14.6	31.8	34.2	0.93	34.0
4. 2NPK	1.36	12.4	6.4	4.3	3.7	25.9	18.8	7.1	24.2	6.0	18.2	31.2	35.6	0.87	33.8
5. 2NPK + Са по 1.0 г.к.	1.55	8.9	5.2	3.7	5.2	29.7	21.5	8.2	22.8	5.6	17.2	32.3	34.4	0.94	33.3
6. 2NPK + Са по 1.0 г.к.+ Са по 0.5 г.к.	1.64	10.0	3.9	6.1	4.9	28.8	20.1	8.7	22.7	6.1	16.6	30.1	31.4	0.96	38.5

Длительное применение минеральных удобрений (вариант 2NPK) оказало слабое, но положительное влияние на качественный состав гумуса, соотношение $C_{гк} : C_{фк}$ расширилось до 0,87 относительно 0,83 на контроле. Известкование почвы способствовало углублению процессов трансформации органического вещества, которые протекали по пути образования устойчивого и более зрелого гумуса за счет накопления в его составе гуминовых кислот, связанных с кальцием. Максимальным количеством гумусовых веществ гуматного типа характеризуется почва при повторном известковании по фону 2NPK, соотношение $C_{гк} : C_{фк} = 0,96$. Тип гумуса – фульватно-гуматный.

Оптические характеристики гуминовых кислот отражают влияние длительного применения минеральных удобрений и извести отдельно и совместно на трансформацию органического вещества исследуемой почвы. Спектры поглощения гумусовых веществ, полученных непосредственной экстракцией 0,1н щелочью наглядно свидетельствуют о качественной разновидности этих веществ (рис.1). Оптическая плотность гуматов 1-й фракции существенно варьируют в широком интервале значений. Минимальную величину оптической плотности имеют растворы гумусовых веществ варианта 2NPK, значение $E_{465}^{С/л}$ равно 3,05. Следовательно, систематическое внесение минеральных удобрений способствует накоплению подвижных гумусовых веществ с развитой алифатической частью молекул. Высокие значения экстинкции (8,17-11,83) имеют гуматы натрия 1-й фракции, выделенные из известкованной почвы. Внесение извести отдельно и по фону полного минерального удобрения снижает подвижность гумуса, ускоряет процесс разложения и гумификации органического вещества и способствует образованию более «зрелых» гумусовых веществ.

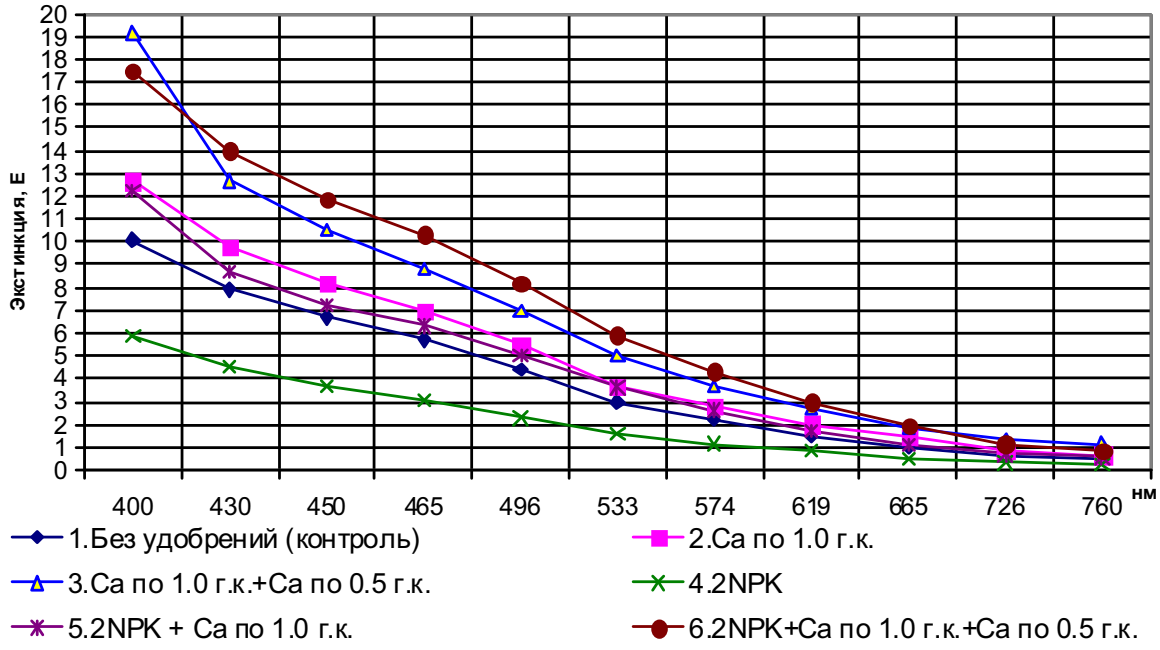


Рис. 1. Спектры поглощения растворов гумусовых веществ фракции ГК-1

Следует отметить, что экстинкция гумусовых веществ, полученных экстракцией 0,1н NaOH из декальцированной почвы, изменяется в узком интервале в зависимости от вариантов опыта (рис. 2). Минимальной величиной экстинкции характеризуются гуматы суммы фракций ГК-1 + ГК-2 варианта 2NPK, что еще раз доказывает, что минеральные удобрения увеличивают подвижность гумусовых веществ и способствуют образованию слабоконденсированных алифатических соединений с низкой оптической плотностью, т. е. ухудшают качество почвенного гумуса.

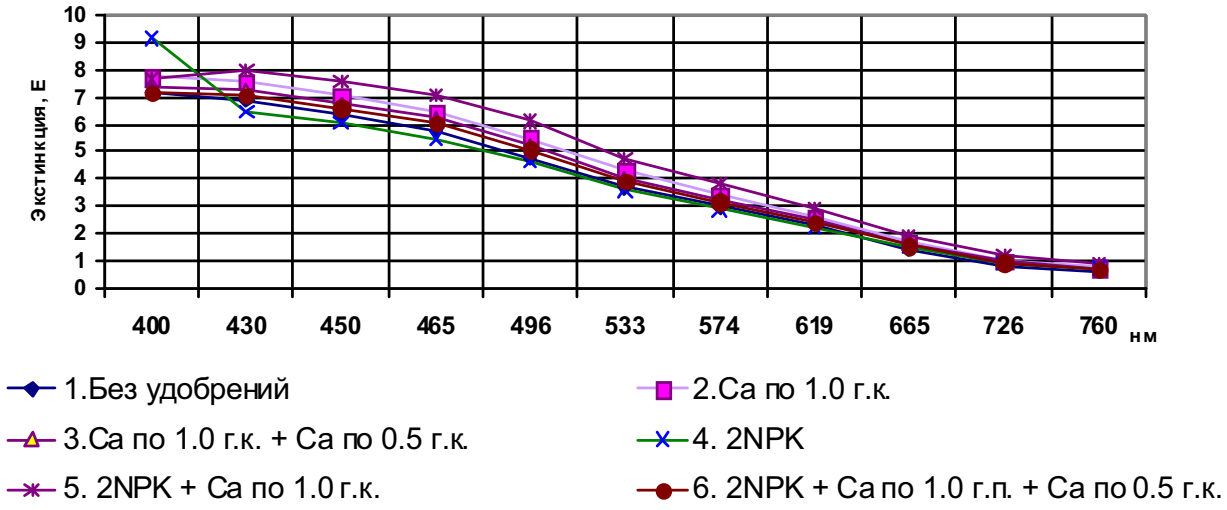


Рис. 2. Спектры поглощения растворов гумусовых веществ суммы фракций ГК-1 + ГК-2

Результаты анализа фракционно-группового состава известкованной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы указывают на увеличение фракции гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+}, которые придают гумусу боль-шую агрономическую ценность. Полученные нами оптические характеристики подтвердили это положение. Внесение извести совместно с NPK приводит к образованию гумусовых кислот, в молекулах которых ароматические фрагменты преобладают над алифатическими, на что указывает более интенсивная окраска гуматов суммы фракций ГК-1 + ГК-2.

Известкование почвы, по-видимому, способствует росту степени бензоидности молекул гуминовых кислот, уплотнению их структуры, что придает гумусу большую «зрелость» и устойчивость к микробиологическому разложению.

Анализ спектров поглощения фракции ГК-3 свидетельствует о влиянии минеральных удобрений и извести на гумусовые вещества этой фракции. Основное и поддерживающее известкование привело к значительному повышению экстинкции растворов гуматом 3-й фракции (рис. 3). Величи-

ны экстинкции при 465 нм варьируют с 5,56 на контроле до 8,88 – в варианте $CaCO_3$ по 1,0 г.к. + $CaCO_3$ по 0,5 г.к. Высокие величины экстинкции указывают на то, что более «зрелые» гумусовые вещества фракции ГК-3 образуются при известковании почвы по фону полного минерального удобрения.

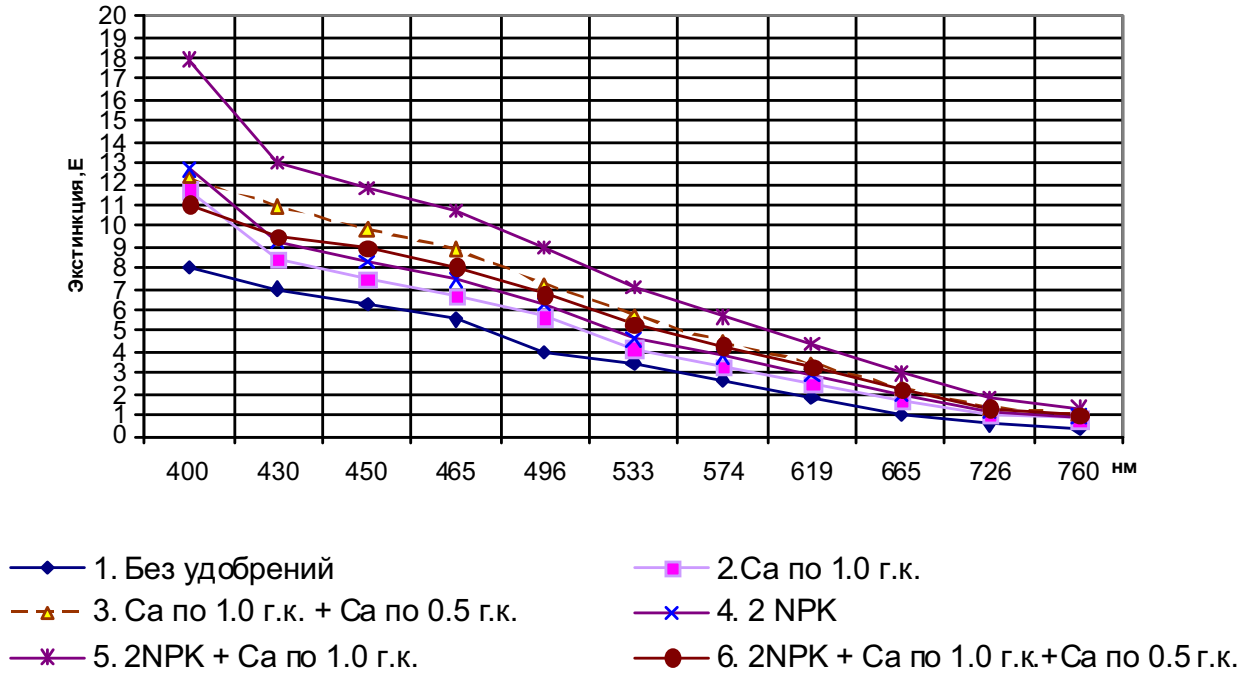


Рис. 3 - Спектры поглощения растворов гумусовых веществ фракции ГК-3

На основании полученных экспериментальных данных следует отметить, что известкование кислой дерново-подзолистой почвы положительно влияло на состав гумуса, способствовало формированию гуминовых кислот с высокой степенью «химической зрелости», но не изменило общую направленность процесса гумусообразования. Внесение извести сопровождалось некоторым уменьшением лабильности гумусовых веществ исследуемой почвы и повышением оптической плотности их растворов.

Литература

1. Тюрин И.В. Органическое вещество почв.- М.-Л.: Сельхозгиз.- 1937. -287 с.

2. Кононова М.М. Органическое вещество почв, его природа, свойства и методы изучения.- М., 1963 . -314 с.

3. Кононова М.М., Бельчикова Н.П. Ускоренные методы определение состава гумуса минеральных почв // Почвоведение.- 1961. № 10. -С. 75-87.

4. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л. 1980. -287 с.

5. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Некоторые данные о степени внутримолекулярной окисленности гумуса разных типов почв // Почвоведение.- 1967. № 7. -С. 85-95.

6. Черников В.А., Кончиц В.А. Взаимосвязь между коэффициентом цветности и элементным составом гуминовых кислот // Изв. ТСХА.- 1975.- Вып. 3. - С. 87-92.

7. Орлов Д.С. Современные химические и физико-химические методы изучения природы и строения гумусовых веществ почв // Почвоведение.- 1972. № 7.- С. 55-62.

8.Орлов Д.С., Пивоварова Н.А. О необходимости стандартизации препаратов гумусовых кислот при спектроскопических и других исследованиях. Науч. докл. Высшей школы, сер. «Биол. науки».-1971. № 3. - С. 31-36.

9. Мамонтов В.Г., Кончиц В.А., Диалло В. А., Андрусенко И.И. Спектры поглощения и порог коагуляции фракций гуминовых кислот орошаемых и неорошаемых темно-каштановых почв // Изв. ТСХА.-1986. Вып. 4.- С. 62-67.

10. Литвинович А.В., Павлова О.Ю., Чернов Д.В. Изменение показателей почвенного плодородия и лабильной части гумуса дерново-подзолистой песчаной почвы при интенсивности окультуривания и в условиях хозяйственного истощения //Агрохимия.- 2003. № 4.- С. 14-21.

11. Лыков А.М., Еськов А.Л., Новиков М.П. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М.: Россельхозакадемия.–ГНУ ВНИИТИОУ, 2004.-630 с.

12. Орлова Н.К., Бакина Л.Г. Современные процессы гумусообразования в окультуренных дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России // Агрохимия.- 2002. № 11.- С. 5-12.

13. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ.- 1990. -325 с.

УДК 631.06.360

ПЛОДОРОДИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ АГРОТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Лученок Л.Н.

Аннотация

Изложены проблемы оптимизации плодородия осушенных торфяных почв большого разнообразия – от торфянисто-глеевых до мощных (с мощностью торфа более 2 м) с учетом того, что в процессе сельхозиспользования сформировались комплексы, представленные почвенными разновидностями: от торфяных почв с содержанием органического вещества (ОВ) 70-80% и до минеральных постторфяных с содержанием ОВ < 5%.

Маломощные, торфянисто-и торфяно-глеевые почвы трансформировались в минеральные остаточно-торфяные и постторфяные с содержанием органического вещества (ОВ) менее 20%. Они характеризуются особыми водно-физическими и агрохимическими свойствами, которые определяют их плодородие и лимитируют возможность ведения высокоинтенсивного кормопроизводства. Такие топографические и почвенные условия типичны для большинства повышенных элементов мезорельефа (10-30% площади) в верховьях мелиоративных систем или на песчаных повышенных элементах рельефа. Обычно эти территории переосушены, а урожайность, традиционно возделываемых на мелиорированных землях культур, ниже средней и очень неустойчива по годам. Растения страдают от недостатка влаги даже в средние по водности годы. В большинстве случаев эти земли не используются в сельском хозяйстве как малоэффективные и постоянно обсуждается вопрос о выводе таких сельхозугодий (до 200 тыс.га). Однако это может повлечь в свою очередь за собой ряд социальных проблем (безработица, затраты на возможное переселение сельских жителей и создание на новых местах их жительства производственной и социальной инфраструктуры). Кроме того, выведение больших площадей осушенных антропогенно преобразованных торфяных почвенных комплексов приведет к резкому снижению объемов производства сельскохозяйственной продукции

и дестабилизации хозяйственной деятельности не только на селе, но и в перерабатывающей промышленности городов региона, что в итоге может негативно сказаться на продовольственной безопасности Республики Беларусь. Таким образом, необходимо пересмотреть подход к использованию минеральных остаточно-торфяных и постторфяных почв и создать на них высокопродуктивные и экологически безопасные агрофитоценозы.

Условия и методика проведения

Цель исследований заключается в создании эффективных агроценозов, составляющих основу системы кормопроизводства на осушенных антропогенно-преобразованных торфяных почвенных комплексах Полесья, обеспечивающих повышение экологической устойчивости и продуктивности агроландшафтов при сохранении плодородия этих земель.

Исследования проводили в 2006-2010гг. на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства (ПОСМЗиЛ). Почва: дегроторфозем минеральный постторфяный с содержанием ОВ 3,5-7,5%, подстилаемый с глубины 25-30 см песком. Агрохимические показателями: pH_{KCl} 5,5-6,0, содержание (по Кирсанову) P_2O_5 184-312 и K_2O – 114-277 мг/кг почвы. Уровни грунтовых вод течение вегетационного периода 1,2-1,7 м.

В опыте возделывали: кукурузу (сорта силосного направления в 2006 г. сорт Молдавская-253, в 2007 – Крыничная, в 2008-2010 – Бемо 172), яровое тритикале (сорт Лана), озимую рожь (сорт Игуменская) (предшественник пелюшко-овсяная смесь), просо (сорт Галинка), многолетние бобовые травы: люцерну посевную (сорт Будучыня), лядвенец рогатый (сорт Московский-287), галегу восточную (сорт Садружность). Все культуры выращивали для использования на зеленую массу, тритикале и озимую рожь на зерно, просо на зерно или зеленую массу. Продуктивность кормовых культур изучали на трех фонах минерального питания: без удобрения, NPK, NPK + навоз. Для кукурузы: $N_{30+45+45}P_{90}K_{90+45}$, 50 т/га навоза + $N_{30+45+45}P_{90}K_{90+45}$. Для ярового тритикале: $N_{60+30+30}P_{60}K_{90}$, 30 т/га навоза + $N_{60+30+30}P_{60}K_{90+45}$. Для пелюшко-овсяной смеси – $N_{45}P_{60}K_{90}$, для озимой ржи: $N_{30+60+30}P_{60}K_{90+45}$, 30 т/га навоза +

$N_{30+60+30}P_{60}K_{90+45}$ (навоз и N_{30} вносили осенью в основную обработку почвы). Для проса: $N_{80}P_{50}K_{80}$. Для многолетних бобовых трав: $N_{30}P_{90(\text{для люцерны+45})}K_{90+45}$, 50 т/га навоза $+P_{90(\text{для люцерны+45})}K_{90+45}$. Минеральный азот ($N_{30}$) и 50 т/га навоза вносили только в год закладки опыта в основную обработку почвы. Семена трав перед посевом обрабатывали фунгицидом «Фундазол» и растворами микроэлементов: молибденовокислым аммонием (20-30 г/ц) и борной кислотой – 20-30 г/ц. Сев проводили беспокровно ранней весной. Предшественником для всех культур были многолетние злаковые травы.

Для оценки влияния интенсивности растениеводства на плодородие минеральных постторфяных почв был проведен мониторинг содержания в органогенном слое ОВ, подвижных форм фосфора и калия. В ходе исследований за 5 лет снижения содержания ОВ в почве не установлено (рис. 1).

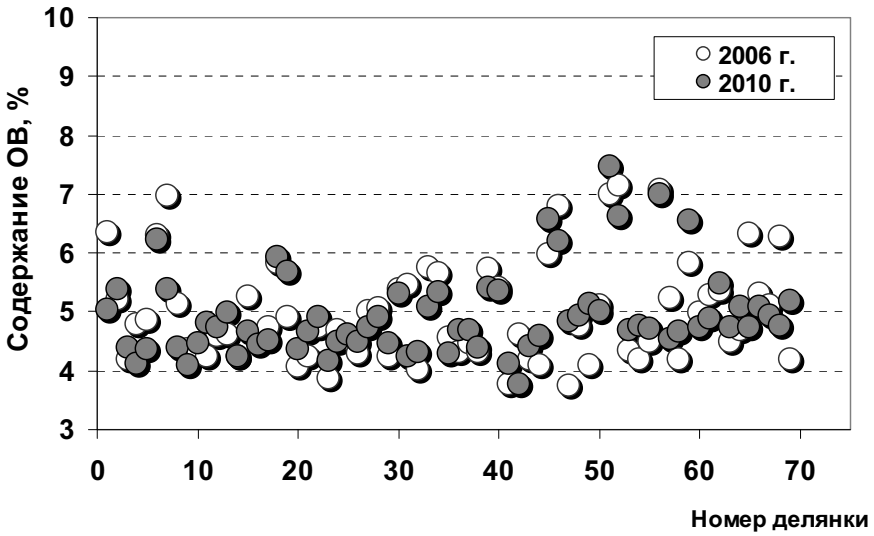


Рис. 1. Динамика содержание органического вещества в органогенном слое на полевом стационаре на ПОСМЗиЛ

Отмечена тенденция к повышению содержания ОВ на вариантах применения органоминеральной системы удобрений. Ежегодное применение которой на антропогенно преобразованных сильноминерализованных торфяных почвах способствовало накоплению ОВ (повышение на 3,6%) (рис.2). Под многолетними бобовыми травами не отмечено изменения содержания ОВ на контрольных вариантах, на вариантах с предпосевным внесением ми-

нерального азота на ежегодном фосфорно-калийном фоне отмечалась тенденция к увеличению содержания ОВ (4,2%), на вариантах с предпосевным внесением 50 т/га навоза КРС, наоборот, тенденция к снижению содержания ОВ (2,8%) (рис.2).

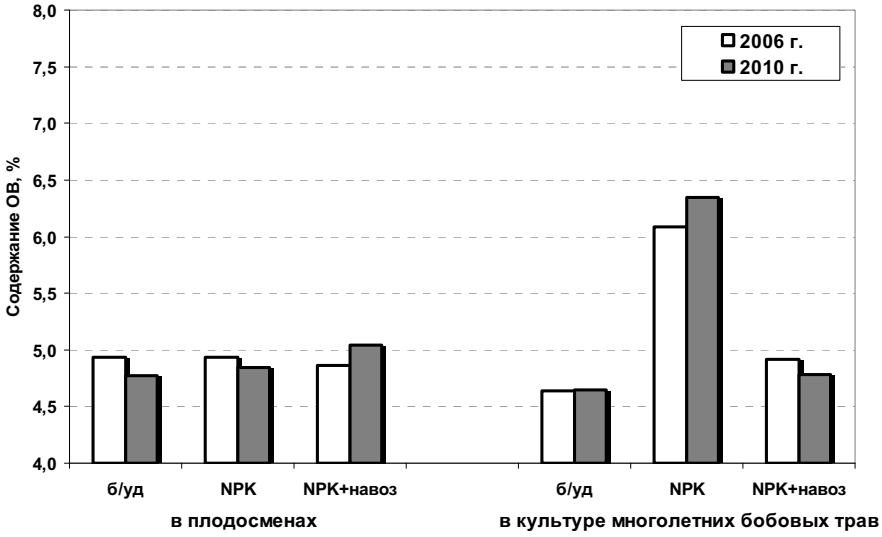


Рис. 2. Изменение содержания органического вещества в зависимости от приема интенсификации и возделываемых культур

Плодородие почвы, помимо содержания ОВ в органогенном слое, определяется и содержанием основных макроэлементов: азота, фосфора и калия. С высокими урожаями кормовых культур, например кукурузы (на зеленую массу) и бобовых трав, выносится из почвы и отчуждается с растениеводческой продукцией большое количество макроэлементов. Поэтому важной задачей при подборе систем удобрений является достижение бездефицитного баланса азота, фосфора и калия в почве.

Расчет баланса основных питательных элементов за 2006-2009 г. показал, что в целом баланс всех макроэлементов отрицательный (рис. 3).

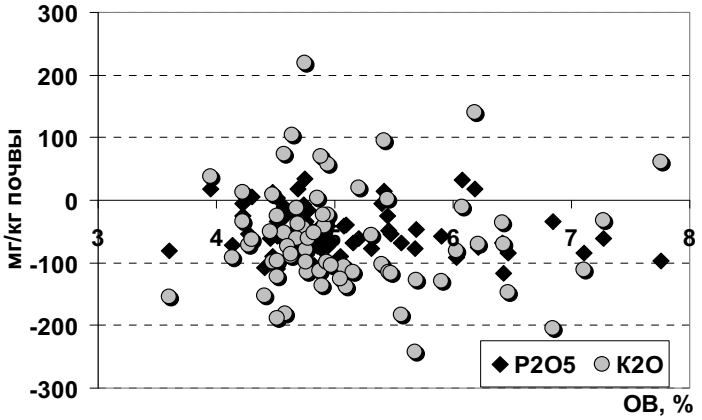


Рис. 3. Изменение содержания фосфора и калия в почве (0-30 см) в зависимости от ОВ

Только ежегодное применение органоминеральной системы удобрений обеспечивает положительный или близкий к 0 баланс по фосфору и по калию. Основной культурой из однолетних, которой для формирования зеленой массы и высокой урожайности необходимо достаточное количество питательных элементов, является кукуруза. Вынос ею азота, фосфора и калия варьирует по годам и зависит от погодных условий вегетационного периода. Поэтому при возделывании этой культуры на антропогенно преобразованных торфяных почвах с содержанием ОВ < 10%, на которых потенциальная урожайность кукурузы высокая, необходимо вести расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность с учетом содержания элементов в почве. Под многолетними травами отмечен положительный баланс по фосфору на вариантах предпосевного внесения органических удобрений.

Значительные потери подвижного калия связаны с его выносом высокопродуктивными культурами (кукурузой, бобовыми травами) культурами и частичного вымывания. Таким образом, на антропогенно преобразованных сильноминерализованных торфяных почвах с содержанием ОВ <10% для предотвращения вымывания калия необходимо вносить калий в несколько приемов совместно с минеральными азотными удобрениями в виде подкормок.

Положительное влияние на почву органоминеральной системы удобрений подтвердила и ферментативная активность полифенолоксидазы (ПФО) и пероксидазы (ПО), катализирующие процессы превращения органических соединений ароматического ряда в компоненты гумуса и их окисление (пероксидаза). Изучение активности ПФО и ПО в полевых исследованиях в зависимости от возделываемых культур и систем удобрений показало, что на вариантах с применением комплекса органических и минеральных удобрений значительно увеличивается полифенолоксидазная активность, катализирующая образование гумусоподобных веществ и способствующая повышению почвенного плодородия. Аналогичные процессы преобладают и под всеми бобовыми травами.

Коэффициент условной гумификации (ПФО/ПО), отражающий направленность почвенных процессов, показал, что внесение органических удобрений способствует его увеличению (Кг >1), т. е. на этих вариантах, а также под всеми бобовыми травами сохраняется плодородие сильноминерализованных торфяных почв (рис. 4).

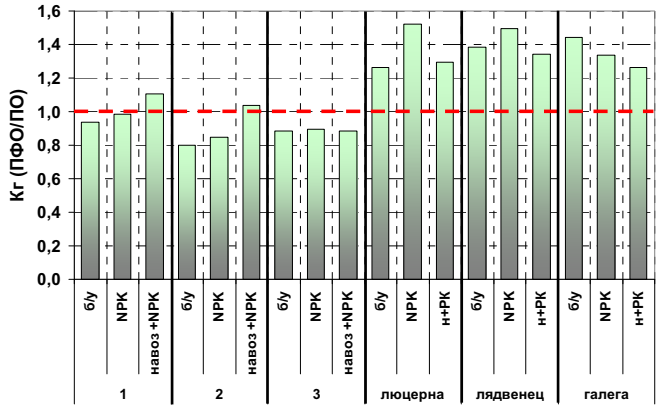


Рис. 4. Коэффициент условной гумификации при различных способах использования минеральных постторфяных почв

(1. кукуруза → яровое тритикале с пожнивным подсевом редьки масличной → кукуруза; 2. яровое тритикале с пожнивным подсевом редьки масличной → кукуруза → озимая рожь с пожнивным подсевом редьки масличной; 3. пелюшко-овсяная смесь с последующим посевом озимой ржи → озимая рожь с пожнивным подсевом редьки масличной → яровое тритикале с последующим подсевом редьки масличной)

Учитывая влияния таких агробиотехнологических приемов, как подбор кормовых культур и систем удобрений, возможно конструировать высокоэффективные экологически и экономически целесообразные севообороты

(табл. 1).

Таблица 1. Агроэкономическая эффективность севооборотов и монокультур бобовых трав на антропогенно преобразованных торфяно-песчаных почвенных комплексах с содержанием ОВ 3,5-7%, в среднем за 5 лет

Севооборот	Вариант	Продуктивность, ц к.ед./га	Обменная энергия, ГДж/га	Переваримый протеин, ц/га
Кукуруза (на зеленую массу или зерно) → яровое тритикале с пожнивным посевом редьки масличной → кукуруза → озимая рожь с пожнивным посевом редьки масличной→ просо (зерно или зеленую массу) посевное с пожнивным посевом редьки масличной	$N_{112}P_{70}K_{124}$	66,7-73,4	73,8-84,8	5,28-6,12
	NPK+ 32 т/га навоза КРС	62,9-75,8	70,0-79,3	4,90-6,36
Пелюшко-овсяная смесь → озимая рожь с пожнивным посевом редьки масличной → яровое тритикале с пожнивным посевом редьки масличной → кукуруза (на зеленую массу) → озимая рожь с пожнивным посевом редьки масличной	$N_{105}P_{66}K_{126}$	4,72	46,4	4,13
	NPK+ 28 т/га навоза КРС	4,81	47,2	4,35
Люцерна посевная 5 лет жизни	N_6* $P_{126}K_{126}$	94,9	111,2	10,5
	$P_{126}K_{126}$+ 10 т/га навоза КРС*	92,3	108,1	10,2
Лядвенец рогатый 5 лет жизни	N_6* $P_{126}K_{126}$	64,3	72,3	6,16
	$P_{126}K_{126}$+ 10 т/га навоза КРС*	56,2	63,3	5,39
Галега восточная 5 лет жизни	N_6* $P_{126}K_{126}$	62,1	71,2	5,95
	$P_{126}K_{126}$+ 10 т/га навоза КРС*	45,4	52,1	4,36
модели севооборотов				
Кукуруза (на зеленую массу или зерно) → просо (зерно) с пожнивным посевом редьки масличной → кукуруза (на зеленую массу)→ озимая рожь с пожнивным посевом редьки масличной→ просо (зерно) посевное с пожнивным посевом редьки масличной; люцерна посевная (выводное поле до 5 лет)	$N_{104}P_{68}K_{113}$ люцерна: N_6* $P_{126}K_{126}$	68,2	88,2	7,32
	$N_{110}P_{99}K_{128}$+ 36 т/га навоза КРС люцерна: 10 т/га навоза КРС*	78,9	88,9	7,35
Кукуруза (на зеленую массу или зерно)→ просо (зеленая масса или зерно) с	$N_{104}P_{68}K_{113}$ люцерна: N_6* $P_{126}K_{126}$	56,1-72,1	79,2-94,5	7,33-7,80

пожнивным посевом редьки масличной → кукуруза (на зеленую массу) → озимая рожь с пожнивным посевом редьки масличной→ просо (зерно) посевное с пожнивным посевом редьки масличной; люцерна посевная (выводное поле до 5 лет)	$N_{110}P_{99}K_{128}$+ 36 т/га навоза КРС люцерна: 10 т/га навоза КРС*	70,5-83,1	78,0-95,7	7,29-7,88
Пелюшко-овсяная смесь → озимая рожь с пожнивным посевом редьки масличной → просо (на зеленую массу) с пожнивным посевом редьки масличной → кукуруза (на зеленую массу)→ озимая рожь с пожнивным посевом редьки масличной; люцерна посевная (выводное поле)	$N_{97}P_{64}K_{115}$ люцерна: N_6* $P_{126}K_{126}$	59,0	84,1	7,70
	$N_{97}P_{64}K_{115}$ + 30 т/га навоза КРС люцерна: 10 т/га навоза КРС*	73,8	83,2	7,69
Кукуруза (на зеленую массу или зерно) → просо (зерно или зеленую массу) с пожнивным посевом редьки масличной → кукуруза (на зеленую массу) → озимая рожь с пожнивным посевом редьки масличной→ просо (зерно) посевное с пожнивным посевом редьки масличной; лядвенец рогатый (3 г.ж.)	$N_{104}P_{68}K_{113}$ лядвенец: N_{10}*$P_{90}K_{135}$	68,2-72,1	74,6-80,9	5,80-6,29

Примечание: * Минеральные азотные (N_{30}) удобрения и навоз (50 т/га) вносили в год посева многолетних бобовых трав

Проанализировав полученные данные по продуктивности севооборотов установлено, что на минеральных постторфяных почвах возможно получать от 61,7 до 92,9 ц к.ед./га сбалансированных по переваримому протеину кормов.

Заключение

При внесении удобрений усиливается активность полифенолоксидазы, а коэффициент условной гумификации в среднем за три года на вариантах с внесением органических удобрений под однолетними культура составил 1,04-1,11. Под многолетними бобовыми травами Кг на всех вариантах был больше 1, а на некоторых вариантах вырос до 1,56-1,66, что свидетельствует о положительных изменениях почвообразовательных процессов, ведущих к формированию гумусоподобных веществ.

Для сохранения плодородия антропогенно-преобразованных торфяных почв на сельхозугодиях с недостаточным увлажнением, являющихся типич-

ными для возвышенных участков Белорусского Полесья оптимальные условия гумификации достигается при ежегодном внесении органических удобрений.

ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ И ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Лапа В.В., Ивахненко Н.Н.

Уровень применения минеральных и органических удобрений в севообороте является одним из наиболее важных факторов, определяющих его продуктивность и состояние агрохимических показателей почвенного плодородия. Оценить правильность систем удобрения можно только в условиях их длительного применения в севооборотах. Уровень применения удобрений в севооборотах, обеспечивающий их максимальную продуктивность и благоприятный баланс элементов питания, может быть важным нормативным материалом при разработке мероприятий по сохранению или повышению плодородия почвы.

Цель исследований – разработать агрохимическую модель формирования высокой урожайности сельскохозяйственных культур, обеспечивающую рациональное использование почвенных запасов элементов питания при сохранении плодородия почвы и окупаемость 1 кг NPK 8-10 к. ед.

В 1995-2010 гг. в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района в длительном стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой с глубины 0,3-0,5 м песком почве, хорошо обеспеченной фосфором и калием, изучалась эффективность доз азотных удобрений на фоне фосфорных и калийных в расчете на дефицитный, поддерживающий и положительный балансы. Опыт заложен в 1986 г. и до 1995 г. прошло две ротации зернопропашного севооборота. Опыт развернут в пространстве в трех полях со следующим чередованием культур в се-

вооборотах: 3 (третья ротация – зернопропашного 1995-2000 гг.) – картофель Орбита, ячмень Сябра, озимая рожь Верасень, овес Дукат; 4 – зернотравяно-пропашной (1999-2005 гг.) – картофель Скарб, ячмень Дзівосны, озимая рожь Ігуменская с подсевом клевера лугового, клевер луговой Слуцкий ранний, озимая тритикале Міхась; 5 – зернотравяной (2004-2010 гг.) – горохоовсяная смесь, ячмень Гонар, озимая рожь Зарніца с подсевом клевера лугового, клевер луговой Устойлівы, озимая тритикале Вольтарио.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя перед началом третьей ротации севооборота: pH $_{KCl}$ 5,9-6,2, гидролитическая кислотность – 1,58-1, 92 смоль (+)/кг почвы, сумма обменных оснований – 9,10-9,52 смоль (+)/кг почвы, обменные кальций 4,4-4,8 и магний 1,3-1,6 смоль (+)/кг почвы, содержание подвижных: P_2O_5 – 170-290, K_2O – 130-230 мг/кг почвы; гумуса – 2,5- 3,0%.

Осенью 1994, 1995 и 1996 гг. под картофель внесен соломистый навоз крупного рогатого скота (НКРС) из расчета 70 т/га; осенью 1998, 1999 и 2000гг. под картофель внесено 60 т/га КРС; осенью 2003, 2004 и 2005 гг. под горохоовсяную смесь внесено 40 т/га соломистого навоза КРС.

Минеральные удобрения (аммиачная селитра, аммонизированный простой суперфосфат и хлористый калий) вносили под предпосадочную и предпосевную культивацию согласно схеме опыта (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта и распределение удобрений по трем севооборотам на дерново-подзолистой супесчаной почве (1995-2010 гг.)

№	Сумма NPK по трем севооборотам, кг/га			Сумма NPK за три севооборота	В среднем за год, кг/га д.в.
	3 зернопропашной	4 зернотравяно-пропашной	5 зернотравяной		
1	Контроль без удобрений				
2	70 т/га НКРС – фон	60 т/га НКРС – фон	40 т/га НКРС – фон	170 т/га – фон	12,1 т/га – фон
3	N300P280	N300P350	N300P350	N900P980	N64 P70
4	N300K510	N300K630	N300K600	N900K1740	N64 K124
5	P280 K510	P350 K630	P350 K600	P980 K1740	P70K124
6	N180P280K510	N180P350K630	N180P350K600	N540P980K1740	N39P70K124
7	N300P280K510	N300P350K630	N300P350K600	N900P980K1740	N64P70K124
8	N420P280K510	N420P350K630	N420P350K600	N1260P980K1740	N90P70K124

9	P160 K360	P200 K440	P200 K400	P560 K1200	P40 K86
10	N180P160K360	N180P200K440	N180P200K400	N540P560K1200	N39P40K86
11	N300P160K360	N300P200K440	N300P200K400	N900P560K1200	N64P40K86
12	N420P160K360	N420P200K440	N420P200K400	N1260P560K1200	N90P40K86
13	P80K180	P100K220	P100K200	P280K600	P20K43
14	N180P80K180	N180P100K220	N180P100K200	N540P280K600	N39P20K43
15	N300P80K180	N300P100K220	N300P100K200	N 900P280K600	N64P20 K43

Общая площадь делянки – 45 м^2 (9 м×5 м), учетная для зерновых 32 м^2 (8 м×4,0 м), для пропашных – 22,4 м^2 (8 м×2,8 м), повторность вариантов – 4-х кратная.

Предпосадочную и предпосевную обработку почвы и уход за растениями осуществляли в соответствии с отраслевыми регламентами. В опыте применяли интегрированную систему защиты растений от сорняков, болезней и вредителей. Анализ почвенных и растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками.

В исследованиях установлено, что органо-минеральная система удобрения, предусматривающая внесение $N_{45-105}P_{20-70}K_{45-127,5}$ на фоне 17,5 т/га НКРС, обеспечила продуктивность зернопропашного севооборота на уровне 54-62 ц к.ед./га при сохранении реакции почвенной среды и сохранении или повышении содержания гумуса на 0,15-0,47% и подвижных фосфора и калия – на 17-18 мг/кг и 11-39 мг/кг почвы соответственно. Содержание калия достоверно снизилось на 38 мг/кг почвы при применении $N_{75}P_{20}$ K_{45} на фоне 17,5 т/га НКРС.

При последействии минеральных и органических удобрений (12 лет без удобрений) недобор продуктивности составил 6,9-28,0 ц к.ед./га при сохранении кислотности пахотного слоя и наметившейся тенденции снижения гумуса на 0,09%. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое сохранилось на первоначальном уровне, а калия достоверно снизилось на 20 мг/кг почвы (табл. 2,3).

Таблица 2. Продуктивность севооборотов и динамика pH_{KCl} пахотного слоя (1995–2010 гг.)

Среднегодовой уровень применения удобрений, кг/га д.в.	Среднегодовая продуктивность севооборотов, ц к.ед./га				pH_{KCl}				
	3	4	5	средняя	1994-1996 гг.	1998-2000 гг.	2003- 2005 гг.	2008-2010 гг.	±
1. Без удобрений	34,0	56,7	60,5	50,4	6,2	6,1	5,82	5,66	-0,54
2. Навоз КРС-12,1 т/га – фон	40,9	64,4	70,2	58,5	6,2	6,2	5,87	5,72	-0,48
3. N_{64} P_{70}	56,7	81,7	90,1	76,2	6,1	6,2	5,78	5,55	-0,55
4. N_{64} K_{124}	56,2	83,4	87,1	75,6	6,1	6,2	5,84	5,65	-0,45
5. $P_{70}K_{124}$	50,9	74,7	81,7	69,1	6,3	6,2	5,86	5,67	-0,63
6. $N_{39}P_{70}K_{124}$	56,9	81,8	93,1	77,3	6,2	6,2	5,81	5,54	-0,66
7. $N_{64}P_{70}K_{124}$	60,4	83,1	93,9	79,1	6,2	6,1	5,78	5,47	-0,73
8. N_{90}*$P_{70}K_{124}$	62,0	87,7	95,5	81,7	6,2	6,1	5,72	5,38	-0,82
9. P_{40} K_{86}	47,2	72,7	80,4	66,8	6,2	6,2	5,82	5,62	-0,58
10. $N_{39}P_{40}K_{86}$	57,2	78,8	91,1	75,7	6,1	6,1	5,77	5,57	-0,53
11. $N_{64}P_{40}$ K_{86}	56,8	83,0	93,1	77,6	6,0	6,1	5,76	5,50	-0,5
12. N_{90}*P_{40} K_{86}	61,4	87,5	95,9	81,6	6,1	6,1	5,75	5,42	-0,68
13. $P_{20}K_{43}$	45,9	70,6	76,0	64,2	6,1	6,2	5,80	5,69	-0,41
14. $N_{39}P_{20}K_{43}$	54,4	76,6	85,4	72,1	6,0	6,1	5,81	5,62	-0,38
15. $N_{64}P_{20}$ K_{43}	56,2	79,7	89,2	75,0	6,0	6,1	5,84	5,59	-0,41
$НСР_{05}$	1,91	1,41	1,17	0,86	0,08	0,09	0,14	0,15	

* Дробное внесение азотных удобрений в два или три срока

При действии и последействии 70 т/га органических удобрений среднегодовой недобор продуктивности севооборота составил 13,5-21,1 ц к.ед./га, кислотность пахотного слоя не изменилась, содержание гумуса имело тенденцию к накоплению на 0,15%, содержание подвижных фосфора и калия практически сохранилось на первоначальном уровне.

При последействии фосфорных или калийных удобрений и внесении парных комбинаций $N_{75}P_{70}$ или $N_{75}K_{127,5}$ продуктивность формировалась ниже, чем при применении полной дозы NPK на 5,3-5,8 ц к.ед./га при сохранении почвенной кислотности и повышении содержания гумуса на 0,19-0,36%. При внесении $N_{75}P_{70}$ содержание фосфора в почве повысилось на 30 мг/кг, а калия снизилось – на 17 мг/кг почвы. При внесении $N_{75}K_{127,5}$ содер-

жание фосфора сохранилось на первоначальном уровне, а калия – повысилось на 24 мг/кг.

При применении парных комбинаций $P_{20,40,70}$ $K_{45,90,127,5}$ недобор продуктивности севооборота составил 8,5-11,1 ц к.ед./га при сохранении реакции почвенной среды и повышении содержания гумуса на 0,25-0,28%. Содержание подвижных фосфора и калия имело тенденцию к повышению или достоверно увеличилось (табл. 2,3).

Таблица 3. Динамика агрохимических показателей пахотного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы, 1995-2010 гг.

Вариант	P_2O_5, мг/кг					K_2O, мг/кг					Гумус, %				
	1994-1996 гг.	1998-2000 гг.	2003-2005 гг.	2008-2010гг.	+/-	1994-1996 гг.	1998-2000 гг.	2003-2005 гг.	2008-2010гг.	+/-	1994-1996 гг.	1998-2000 гг.	2003-2005 гг.	2008-2010гг.	+/-
1.	190	181	168	136	-54	153	133	110	71	-82	2,93	2,84	2,60	2,63	-0,3
2.	194	200	185	154	-40	169	158	125	92	-77	2,79	2,94	2,79	2,76	-0,03
3.	215	245	256	226	11	162	145	114	74	-88	2,78	3,14	2,83	2,81	0,03
4.	197	203	187	158	-39	201	225	247	220	19	2,97	3,16	3,02	2,90	-0,07
5.	238	268	270	257	19	230	275	275	238	8	2,89	3,12	2,90	2,85	-0,04
6.	235	263	275	264	29	200	239	246	213	13	2,91	3,08	2,94	2,83	-0,08
7.	238	276	285	258	20	218	233	239	202	-16	2,86	3,09	2,87	2,86	0
8.	264	281	281	264	0	226	235	238	202	-24	2,90	3,09	2,91	2,90	0
9.	241	270	277	250	9	206	238	246	216	10	2,92	3,12	2,99	2,89	-0,03
10	252	260	255	245	-7	244	234	226	188	-56	2,97	3,37	2,98	2,90	-0,07
11	268	270	260	235	-33	232	222	206	154	-78	2,90	3,35	2,91	2,89	-0,01
12	238	257	240	222	-16	202	213	192	148	-54	2,89	3,25	2,89	2,91	0,02
13	246	259	237	214	-32	220	224	197	161	-59	2,84	3,17	2,88	2,85	0,01
14	232	241	221	199	-33	192	203	162	133	-59	2,99	3,26	3,00	2,98	-0,01
15	248	249	217	187	-61	210	172	146	109	-101	2,80	3,27	2,81	2,90	0,10
НСР	26	24	25	46		22	19	18	32		0,35	0,32	0,31	0,48	

Продуктивность зернотравяно-пропашного севооборота при применении органо-минеральной системы удобрения, предусматривающей среднегодовое внесение $N_{36,60,84}P_{20,40,70}K_{44,88,126}$ на фоне 12 т/га НКРС, формировалась на уровне 77-88 ц к.ед./га при повышении почвенной кислотности пахотного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы на 0,3 - 0,4 ед. и снижении содержания гумуса на 0,14-0,46%. Содержание подвижных фосфора и калия в пахотном слое за севооборот при внесении $N_{36,60,84}P_{40,70}K_{88,126}$ на фоне 12 т/га НКРС сохранилось на первоначальном уровне. Достоверное снижение содержания фосфора и калия в пахотном слое почвы наблюдалось при применении системы удобрения в расчете на дефицитный баланс этих элементов $P_{20}K_{44}$ и внесении на их фоне $N_{36,60}$, а также при применении $N_{84}P_{40}K_{88}$ на фоне 12 т/га НКРС.

В варианте без удобрений получена среднегодовая продуктивность 56,7 ц к.ед./га. Недобор кормовых единиц, по сравнению с полной дозой $N_{36,60,84}P_{20,40,70}K_{44,88,126}$ на фоне 12 т/га НКРС, составил 19,9-31,0 ц к.ед./га при повышении в пахотном слое почвы кислотности на 0,3 ед. и снижении содержания гумуса на 0,24%. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы изменялось в пределах ошибки опыта при тенденции к снижению, а содержание подвижного калия достоверно снизилось на 23 мг/кг почвы.

При последействии минеральных удобрений и внесении за ротацию севооборота 60 т/га НКРС (органическая система удобрения) продуктивность севооборота составила 64,4 ц к.ед./га, что на 12,2-23,3 ц к.ед./га ниже, чем при полной дозе NPK на фоне НКРС, при снижении pH на 0,3 ед. и гумуса – на 0,15%. Содержание подвижного фосфора изменялось в пределах ошибки опыта при тенденции к снижению, а содержание подвижного калия достоверно снизилось на 33 мг/кг почвы.

При последействии фосфорных или калийных удобрений и применении парных комбинаций $N_{60}P_{70}$ или $N_{60}K_{126}$ на фоне среднегодового применения 12 т/га НКРС получена продуктивность 81,7 и 83,4 ц к.ед./га при по-

вышении почвенной кислотности на 0,4 ед., снижении содержания гумуса на 0,31 и 0,14% соответственно. При внесении $N_{60}P_{70}$ содержание фосфора изменялось в пределах ошибки опыта с тенденцией к накоплению, а содержание калия снизилось на 31 мг/кг почвы.

При применении $N_{60}К_{126}$ на фоне 12 т/га НКРС содержание калия достоверно повысилось на 22 мг/кг почвы, а содержание фосфора изменялось в пределах ошибки опыта с тенденцией к снижению.

Применение парных комбинаций $Р_{20,40,70}$ $К_{44,88,126}$ на фоне 12 т/га НКРС способствовало формированию продуктивности севооборота на уровне 70,6-74,7 ц к.ед./га при снижении pH_{KCl} пахотного слоя на 0,4 ед. и гумуса на 0,13-0,37%**.** При внесении $Р_{40,70}$ $К_{88,126}$ на фоне 12 т/га НКРС содержание фосфора и калия сохранилось на первоначальном уровне. При применении $Р_{20}К_{44}$ на фоне органических удобрений содержание подвижных фосфора и калия в почве снизилось на 22 и 27 мг/кг почвы соответственно.

За ротацию зернотравяно-пропашного севооборота органо-минеральная система удобрения (12 т/га НКРС + $N_{36,60}$ $Р_{40,70}К_{88,126}$) обеспечила сохранение подвижных фосфора и калия в пахотном слое дерново-подзолистой супесчаной почвы. При применении $N_{84}P_{40}К_{88}$ и $N_{36,60}$ $Р_{20}К_{44}$ на фоне 12 т/га НКРС содержание подвижных форм фосфора и калия в пахотном слое за ротацию зернотравяно-пропашного севооборота достоверно снижается.

Продуктивность зернотравяного севооборота при применении органо-минеральной системы удобрения, предусматривающей внесение $N_{36,60,84}P_{20,40,70}$ $К_{40,80,120}$ на фоне 8 т/га соломистого навоза КРС формировалась на уровне 85-96 ц к.ед./га при снижении pH_{KCl} на 0,19-0,34 ед., при сохранении содержания гумуса и снижении содержания подвижных фосфора и калия в пахотном слое.

Продуктивность зернотравяного севооборота в варианте без удобрений составила 60,5 ц к.ед./га при повышении почвенной кислотности и сохране-

нии гумуса, и достоверном снижении содержания фосфора на 32 мг/кг, калия – на 39 мг/кг почвы.

Применение 40 т/га органических удобрений обеспечило повышение продуктивности до 70,2 ц к.ед./га при повышении реакции почвенной среды на 0,15 ед., сохранении гумуса и снижении содержания подвижных фосфора на 31 мг/кг и калия – на 33 мг/кг почвы

Внесение парных комбинаций $Р_{20-70}$ $К_{40-120}$ на фоне 8 т/га НКРС обеспечило продуктивность севооборота на уровне 76-82 ц к.ед./га при повышении кислотности пахотного слоя на 0,11-0,20 ед., сохранении гумуса и снижении содержания подвижных фосфора на 13-27 мг/кг и калия – на 30-37 мг/кг почвы.

При применении $N_{60}P_{70}$ или $N_{60}К_{120}$ на фоне 8 т/га НКРС получена продуктивность севооборота на уровне 87–90 ц к.ед./га при снижении содержания подвижных фосфора и калия на 29-30 мг/кг и 27-40 мг/кг почвы соответственно.

Установлено, что за период (14 лет) возделывания трех севооборотов (зернопропашного, зернотравяно-пропашного и зернотравяного) на дерново-подзолистой супесчаной почве, применение органо-минеральной системы удобрения, предусматривающей среднегодовое внесение $N_{36-84}P_{20-70}К_{41-124}$ на фоне 12 т/га НКРС, обеспечило среднегодовую продуктивность на уровне 72-82 ц к.ед./га при повышении кислотности пахотного слоя на 0,38-0,82 ед. и сохранении содержания гумуса на первоначальном уровне (табл. 2, 3).

В варианте без органических и минеральных удобрений 14 лет реакция почвенной среды стала кислее на 0,54 ед., содержание гумуса снизилось на 0,30%. При органической системе удобрения кислотность пахотного слоя повысилась на 0,48 ед. при сохранении гумуса на первоначальном уровне. При применении парных комбинаций $N_{64}P_{70}$, $N_{64}К_{124}$ и $Р_{20-70}$ $К_{43-124}$ реакция почвенной среды снизилась на 0,41-0,63 ед. при сохранении содержания гумуса на первоначальном уровне.

Выводы

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве за три севооборота (зерно- пропашной, зернотравяно-пропашной и зернотравяной) наиболее эффективной является органо-минеральная система удобрения при среднегодовом внесении $N_{90}P_{40}K_{86}$ на фоне 12 т/га органических удобрений. Данная система удобрения обеспечила среднегодовую продуктивность севооборотов 81,6 ц к.ед./га, при окупаемости минеральных удобрений 10,5 кг к.ед. Однако плодородие почвы при этом ухудшилось: кислотность почвы повысилась на 0,68 единиц, содержание подвижных фосфора и калия снизилось на 16 и 54 мг/кг почвы соответственно при сохранении содержания гумуса.

2. При среднегодовом применении $N_{90}P_{70}K_{126}$ на фоне 12 т/га НКРС формировалась среднегодовая продуктивность севооборотов 81,7 ц к.ед./га, при окупаемости 1 кг NPK 8,1 кг к.ед., при сохранении содержания гумуса, подвижного фосфора, повышении кислотности пахотного слоя на 0,82 ед. и снижении содержания подвижного калия на 24 мг/кг почвы.

3. Исключение из системы удобрения сельскохозяйственных культур в севооборотах фосфора или калия приводило к уменьшению продуктивности севооборотов на 2,9-3,5 ц к.ед./га и к снижению содержания отсутствующего элемента питания в почве.

4. Сохранение гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве за три севооборота с двумя полями клевера лугового и одним полем горохоовсяной смеси при среднегодовой продуктивности севооборотов 58-82 ц к.ед./га обеспечивалось при применении не менее 12,0 т/га НКРС.

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПОСЛЕ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО 1 Г.П.

Мудрых Н.М., Олехов В.Р.

Яровая пшеница является одной из ведущих продовольственных культур России. В Пермском крае на долю яровой пшеницы приходится 206 тыс. га (43% уборочной площади зерновых). В то же время средняя по краю урожайность пшеницы на 2,4 ц/га меньше, чем по России, и составляет 11,9 ц/га.

Одним из основных путей повышения продуктивности яровой пшеницы является улучшение азотного питания растений, которое может быть обеспечено за счёт применения минеральных азотных удобрений и выращивания пшеницы по бобовым предшественникам. В настоящее время в связи с увеличением стоимости удобрений и затрат на их внесение азотные удобрения не используются в количествах, обеспечивающих приемлемый уровень урожайности. В свою очередь, многолетние бобовые травы являются поставщиком значительных количеств дешёвого и экологически безопасного азота. Традиционно считается, что при выращивании сельскохозяйственных культур по бобовым предшественникам для создания оптимальных условий азотного питания растений необходимо вносить азотные удобрения. Однако вопрос обоснования доз азота под яровые зерновые, возделываемые после многолетних бобовых трав, изучен недостаточно.

Цель исследований – оценить совместное действие азотных удобрений и биологического азота, оставляемого клевером луговым, на яровой пшенице в условиях дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв Предуралья.

Совместное действие азотных удобрений и биологического азота, оставляемого клевером луговым 1 г.п., изучали на яровой пшенице сорта Иргина в условиях вегетационного опыта. Закладку трёхфакторного опыта выполняли по методике, описанной З.И. Журбицким (1968), в вегетационном домике Пермской ГСХА. В опыте изучали совместное действие азотных

удобрений и биологического азота клевера 1 г.п. по следующей схеме: фактор А – предшественник (A_0 – озимая рожь; A_1 – клевер 1 г.п.); фактор В – пожнивно-корневые остатки предшественников (ПКО) (B_0 – с ПКО; B_1 – без ПКО); фактор С – удобрения (C_0 – контроль (без удобрений); C_1 – $(РК)_{0,1}$ – фон; C_2 – фон + $N_{0,05}$; C_3 – фон + $N_{0,10}$; C_4 – фон + $N_{0,15}$).

В соответствии с представленной схемой, для установления роли биологического азота в формировании продуктивности яровой пшеницы клевер сравнивался с небобовым предшественником – озимой рожью. Поэтому почву для проведения опыта брали с двух полей, на которых в предыдущем году выращивали соответствующие культуры.

В схему опыта введены варианты с наличием и отсутствием пожнивно-корневых остатков предшествующих культур. Это связано с тем, что ряд авторов (Левин Ф.И., 1977; Суков А.А., 1979; Трепачев Е.П., Алейникова Л.Д., 1989) указывает на неполноту учёта органического вещества бобовых предшественников путём отмывки монолитов, взятых одновременно с уборкой урожая, по причине наличия в почве не учитываемых тонких живых и отмерших в течение вегетации корней, клубеньков, корневых выделений, прижизненного опада. Те же авторы считают, что неучтённое органическое вещество играет основную роль в повышении урожайности последующих культур. Исходя из этого утверждения, нами при подготовке почвы были удалены пожнивно-корневые остатки из соответствующего схеме опыта количества сосудов.

Действие азотных удобрений изучали на фосфорно-калийном фоне, составленном из средних рекомендуемых доз фосфора и калия для вегетационных опытов – по 0,1 г/кг абсолютно сухой почвы.

По мнению М.П. Петухова и др. (1985), оптимальной для яровых зерновых в вегетационных опытах является доза $N_{0,15}$. С целью установления наиболее эффективного сочетания биологического и технического азота в схему опыта включены варианты с уменьшенными относительно оптимальной на ⅓ ($N_{0,10}$) и ⅔ ($N_{0,05}$) дозами азота.

В качестве фоновых удобрений использовали двойной суперфосфат и сульфат калия. Азот вносили в форме аммонийной селитры.

Для опытов использовали сосуды Митчерлиха, вмещающие 5 кг абсолютно сухой почвы. Повторность вариантов опытов четырехкратная. В каждый сосуд высевали 25 проращенных зёрен яровой пшеницы, после появления всходов было оставлено по 15 наиболее развитых растений. Уход за опытом состоял из полива, прополки и перестановки сосудов. Уборку урожая проводили вручную в фазу полной спелости пшеницы.

Почва – дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая среднеокультуренная, характеризующаяся среднекислой реакцией почвенной среды, средней обеспеченностью подвижным фосфором и повышенной – подвижным калием.

Полученные данные учёта урожайности представлены в таблице 1.

Таблица 1. Урожайность яровой пшеницы, г/сосуд

Азотные удобрения (фактор С)		Предшественник (фактор А)				Среднее по фактору С
		озимая рожь		клевер 1 г.п.		
		Пожнивно-корневые остатки (фактор В)				
		С ПКО	Без ПКО	С ПКО	Без ПКО	
1. Контроль		2,81	0,80	0,73	1,60	1,48
2. $(РК)_{0,10}$ – фон		2,22	0,40	0,60	2,11	1,33
3. Фон + $N_{0,05}$		10,04	6,32	7,98	10,20	8,64
4. Фон + $N_{0,10}$		11,04	9,21	10,79	12,12	10,79
5. Фон + $N_{0,15}$		12,38	10,76	8,97	11,34	10,86
Среднее по фактору	А	6,60		6,64		
	В	6,75		6,49		
$НСР_{05}$						
главных эффектов		фактора А				0,44
		фактора В и взаимодействия АВ				0,28
		фактора С и взаимодействия АС, ВС и АВС				0,43
частных различий		I порядка				1,40
		II порядка				0,90
		III порядка				0,86

Размеры главных эффектов факторов А и В (0,04 и -0,27 г/сосуд соответственно) показывают, что яровая пшеница формирует практически одинаковый уровень урожайности при выращивании её по озимой ржи и клеверу 1

г.п. независимо от наличия или отсутствия в почве пожнивно-корневых остатков.

В то же время, при анализе частных различий факторов А и В выявлены следующие закономерности. При наличии в почве пожнивно-корневых остатков лучшим предшественником пшеницы в сравнении с клевером 1 г.п. оказалась озимая рожь. Урожайность пшеницы по озимой ржи варьировала в зависимости от уровня азотного питания в диапазоне 2,22-12,38 г/сосуд, по клеверу 1 г.п. – 0,60-10,79 г/сосуд.

При удалении из сосудов пожнивно-корневых остатков получен диаметрально противоположный результат, то есть более высокая урожайность пшеницы отмечена в том случае, когда предшественником для неё служил клевер 1 г.п. Урожайность пшеницы при выращивании её после клевера 1 г.п. составила 1,60-12,12 г/сосуд, а после озимой ржи – 0,40-10,76 г/сосуд.

Таким образом, удаление пожнивно-корневых остатков озимой ржи снижало урожайность яровой пшеницы на 1,62-3,72 г/сосуд, а удаление остатков клевера, наоборот, повышало на 0,87-2,38 г/сосуд.

Полученные закономерности можно, на наш взгляд, объяснить следующим образом.

Пожнивно-корневые остатки озимой ржи весной следующего года находятся в полуразложившемся состоянии, и элементы питания, содержащиеся в них, достаточно быстро переходят в доступные для растений соединения. Как следствие, удаление остатков озимой ржи ухудшает обеспеченность растений пшеницы элементами питания, что выражается в снижении её урожайности.

В свою очередь, отделяемые от почвы пожнивно-корневые остатки клевера 1 г.п. представлены в основном живыми корнями, которые подвергаются разложению постепенно и, по-видимому, оказывают несущественное влияние на условия минерального питания растений. Кроме того, можно предположить, что разложение корней клевера вызывает биологическую иммобилизацию азота почвы и внесённых минеральных удобрений. Поэтому

удаление относительно крупных органических остатков клевера, судя по всему, уменьшает интенсивность иммобилизации и исключает наблюдаемое при их наличии отрицательное влияние на урожайность пшеницы.

Повышение урожайности пшеницы при удалении пожнивно-корневых остатков клевера по сравнению с вариантами, в которых они присутствовали, и превосходство в данном случае клевера как предшественника над озимой рожью подтверждает мнение ряда авторов (Суков А.А., 1979; Трепачев Е.П., Алейникова Л.Д., 1989) о том, что прибавки урожайности следующих за бобовыми культур формируются в основном за счёт азота органического вещества тонких живых и отмерших корней, клубеньков, корневых выделений, прижизненного опада, не учитываемого при отмывке почвенных монолитов.

Главные эффекты градаций фактора С показывают, что более выраженное влияние на урожайность яровой пшеницы в сравнении с другими изучаемыми факторами оказали азотные удобрения. Так, на фоне $(РК)_{0,10}$ урожайность яровой пшеницы составила 1,33 г/сосуд, при внесении $N_{0,05}$ – 8,64, $N_{0,10}$ – 10,79, $N_{0,15}$ – 10,86 г/сосуд.

Анализируя частные различия, можно отметить некоторую разницу в действии удобрений в зависимости от предшественников пшеницы.

Урожайность пшеницы, выращиваемой после озимой ржи, возрастала с увеличением доз азота. При наличии пожнивно-корневых остатков ржи от азотных удобрений получены следующие прибавки урожайности к фону $(РК)_{0,10}$: при внесении $N_{0,05}$ – 7,82; $N_{0,10}$ – 8,82; $N_{0,15}$ – 10,16 г/сосуд. При удалении остатков ржи прибавки составили соответственно 5,92; 8,81 и 10,36 г/сосуд.

При использовании азотных удобрений на пшенице, выращиваемой после клевера 1 г.п., также наблюдается рост урожайности по мере увеличения доз азотных удобрений, но следует отметить, что изменение доз азота от 0,10 до 0,15 г/кг почвы к повышению урожайности не приводит.

Сравнительный анализ прибавок урожайности по отношению к фосфорно-калийному фону показывает также, что при внесении $N_{0,10}$ под пшени-

цу, выращиваемую после клевера, урожайность увеличивается примерно в той же степени, как и при удобрении $N_{0,15}$ пшеницы, предшественником для которой служила озимая рожь. Так, при наличии в почве пожнивно-корневых остатков в первом случае прибавка составила 10,19 г/сосуд, во втором – 10,16 г/сосуд, а при удалении органических остатков – соответственно 10,01 и 10,36 г/сосуд.

В таблице 2 представлены результаты определения показателей качества зерна яровой пшеницы.

Таблица 2. Показатели качества зерна яровой пшеницы

ПКО (фактор В)	Азотные удобрения (фактор С)	Содержание белка, %	Клейковина			
			содержание, %	растяжимость, см	эластичность	группа
Предшественник – озимая рожь (A_0)						
С ПКО	1. Контроль	15,6	35,0	–	хорошая	–
	2. $(РК)_{0,10}$ – фон	16,2	38,0	–	хорошая	–
	3. Фон + $N_{0,05}$	16,5	43,0	12,0	хорошая	I
	4. Фон + $N_{0,10}$	17,9	45,0	10,5	хорошая	I
	5. Фон + $N_{0,15}$	17,4	46,2	13,2	хорошая	I
Без ПКО	1. Контроль	16,4	35,0	–	хорошая	–
	2. $(РК)_{0,10}$ – фон	16,3	37,0	–	хорошая	–
	3. Фон + $N_{0,05}$	17,5	38,0	10,6	хорошая	I
	4. Фон + $N_{0,10}$	18,0	38,0	10,7	хорошая	I
	5. Фон + $N_{0,15}$	17,1	43,0	11,9	хорошая	I
Предшественник – клевер 1 г.п. (A_1)						
С ПКО	1. Контроль	15,1	38,0	–	хорошая	–
	2. $(РК)_{0,10}$ – фон	15,6	37,0	–	хорошая	–
	3. Фон + $N_{0,05}$	17,7	38,1	10,9	хорошая	I
	4. Фон + $N_{0,10}$	17,8	42,0	12,4	хорошая	I
	5. Фон + $N_{0,15}$	17,4	45,8	11,4	хорошая	I
Без ПКО	1. Контроль	15,4	38,0	–	хорошая	–
	2. $(РК)_{0,10}$ – фон	15,6	36,0	–	хорошая	–
	3. Фон + $N_{0,05}$	16,9	42,2	14,1	хорошая	I
	4. Фон + $N_{0,10}$	18,3	41,0	11,8	хорошая	I
	5. Фон + $N_{0,15}$	18,1	40,1	11,2	хорошая	I

Содержание белка в зерне зависело от двух изучаемых факторов – предшественника и азотных удобрений.

Закономерность изменения содержания белка в зерне пшеницы в зависимости от предшествующей культуры выявлена только в вариантах без внесения азотных удобрений, причём более ценным предшественником в дан-

ном случае оказалась озимая рожь. Так, при выращивании пшеницы после озимой ржи содержание белка в зерне с указанных вариантов составило 15,6-16,4 %, а после клевера – лишь 15,1-15,6 %. В удобренных азотом вариантах какой-либо явной закономерности изменения содержания белка в зависимости от предшественника не наблюдается.

Внесение азотных удобрений во всех случаях повысило содержание белка в зерне пшеницы в сравнении с соответствующими фосфорно-калийными фонами. Например, при выращивании пшеницы по клеверу 1 г.п. в фоновых вариантах содержалось 15,6% белка, а в удобренных азотом – 16,9-18,3%.

На содержание клейковины выраженное влияние оказали только азотные удобрения, которые во всех дозах повысили значения данного показателя в сравнении со значениями, полученными при внесении одних фосфорно-калийных удобрений.

Растяжимость клейковины удалось определить не во всех вариантах опыта, так как масса зерна в контрольных и фоновых вариантах была недостаточной для проведения данного анализа. В вариантах с азотными удобрениями растяжимость клейковины неизменно находилась в диапазоне от 10 до 20 см, что соответствует средней растяжимости

Эластичность клейковины хорошая во всех вариантах опыта. Как следствие, по растяжимости и эластичности клейковина в удобренных азотом вариантах относится к I группе (Казаков Е.Д., 1967).

Таким образом, применение азотных удобрений под яровую пшеницу, выращиваемую после клевера 1 г.п., является эффективным приемом повышения урожайности. При этом наиболее целесообразно использовать сниженные на ⅓ относительно оптимальной дозы азота. Например, при удалении из почвы пожнивно-корневых остатков клевера на фосфорно-калийном фоне получено 2,11 г/сосуд зерна, а в вариантах с внесением $N_{0,05}$, $N_{0,10}$ и $N_{0,15}$ – соответственно 10,20; 12,12 и 11,34 г/сосуд. Азотные удобрения при возде-

лывании пшеницы после клевера 1 г.п. оказывали положительное влияние на содержание белка и клейковины в зерне пшеницы.

Литература

1. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. – М.: Наука, 1968. – 268 с.

2. Казаков Е.Д. Методы определения качества зерна. – М.: Колос, 1967. – 187 с.

3. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 36-42.

4. Петухов М.П. Агрохимия и система удобрения / М.П. Петухов, Е.А. Панова, Н.Х. Дудина. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Суков А.А. Усвоение растениями, закрепление в почве и потери азота растительных остатков // Агрохимия. – 1979. – № 6. – С. 12-17.

6. Трепачев Е.П. О вкладе биологического азота бобовых в плодородие почвы / Е.П. Трепачев, Л.Д. Алейникова // Биологический азот с сельском хозяйстве СССР. – М.: Наука. – 1989. – С. 8-15.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И БАЛАНС АЗОТА В ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР

Тамбовцева Л.В., Минакова О.А.

В земледелии для устойчивого функционирования агроэкосистем большое значение имеет создание оптимальных условий питания посевов азотом, находящимся в первом минимуме в большинстве почвенно-климатических зон России. Изучение баланса азота, оптимизация азотного режима почв является одной из основных задач земледелия, которое должно строиться на познании процессов трансформации азота в почве. В почве постоянно протекают процессы превращения азота, поэтому важно определять не только непосредственно доступные для растений минеральные ($N\text{-}NO_3^-$ и $N\text{-}NH_4^+$) формы, но и азот легкогидролизуемых органических соединений,

которые активно минерализуются и служат ближайшим резервом для усвоения растениями азота.

Цель настоящей работы – установить влияние применения минеральных удобрений и навоза на азотный режим чернозема выщелоченного и баланс азота в севообороте.

Исследования проводили в 2004-2008 гг. в стационарном опыте по внесению удобрений, заложенном в 1936 г. в зернопаропропашном девятипольном севообороте со следующим чередованием культур: черный пар, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, однолетние травы, озимая пшеница, сахарная свекла, горох, овес. Опыт заложен по схеме: 1) Контроль (без удобрений); 2) $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза в пару; 3) $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза в пару; 4) $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза в пару; 5) $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза в пару; 6) $N_{190}P_{190}K_{190}$ (без навоза); 7) $N_{150}P_{150}K_{150}$ + 50 т/га навоза в пару. В качестве минеральных удобрений использовали азофоску (16: 16: 16), которую вносили под сахарную свеклу, с осени под зяблевую вспашку. Навоз вносили в черном пару однократно за ротацию севооборота. Повторность опыта трехкратная. Площадь посевной делянки под сахарной свеклой – 131,2 $м^2$, учетной – 10,8 $м^2$. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый на тяжелом карбонатном суглинке.

Проведенные нами исследования динамики содержания нитратного азота ($N\text{-}NO_3^-$) в слое почвы 0-40 см показали, что в фазу первой пары настоящих листьев сахарной свеклы при внесении $N_{90\text{-}135}P_{90\text{-}135}K_{90\text{-}135}$ + 25 т/га навоза, $N_{150}P_{150}K_{150}$ + 50 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ его количество увеличилось относительно варианта без удобрений на 41,8-110,8 % (табл. 1). В фазу смыкания листьев в междурядьях на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза и $N_{150}P_{150}K_{150}$ + 50 т/га навоза увеличилось содержание $N\text{-}NO_3^-$ на 37,5-44,6 % относительно неудобренного варианта. Перед уборкой содержание нитратного азота снизилось, а зависимость от внесения удобрений не отмечена.

В фазу первой пары настоящих листьев сахарной свеклы содержание $N\text{-}NH_4^+$ в почве при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{150}P_{150}K_{150}$ + 50 т/га навоза, N_{190} $P_{190}K_{190}$ увеличилось на 54,8-119,5 % (табл. 1), что достоверно больше, чем на контроле. В фазу смыкания листьев в междурядьях при дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ содержание $N\text{-}NH_4^+$ увеличилось на 53,7-61,2 % относительно контроля. Перед уборкой корнеплодов содержание $N\text{-}NH_4^+$ в слое почвы 0-40 см постепенно снижалось. В фазу первой пары настоящих листьев обеспеченность растений сахарной свеклы минеральными формами азота ($N\text{-}NO_3^-$ + $N\text{-}NH_4^+$) на вариантах стационарного опыта была средней (Гамзиков Г.П., 1981).

Таблица 1. Содержание в почве нитратного, аммонийного и минерального азота в разные фазы развития сахарной свеклы, слой 0-40 см, мг/кг, 2004-2008 гг.

Вариант	Первая пара настоящих листьев сахарной свеклы			Фаза смыкания листьев в междурядьях			Перед уборкой корнеплодов		
	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$
1	7,4	8,2	15,6	5,6	6,7	12,3	4,3	5,3	9,6
2	8,8	10,4	19,2	6,7	9,0	15,7	4,6	6,8	11,4
3	11,3	10,3	21,6	7,0	9,2	16,2	6,0	7,0	13,0
4	10,5	11,5	22,0	5,8	9,3	15,1	5,0	6,5	11,5
5	11,3	12,7	24,0	7,7	10,3	18,0	4,9	7,2	12,1
6	13,5	18,0	31,5	7,3	10,8	18,1	6,2	7,8	14,0
7	15,6	12,8	28,4	8,1	9,4	17,5	5,0	7,4	12,4
$НСР_{05}$	1,15	1,35	-	0,67	0,87	-	-	-	-

Таким образом, установлено, что применение удобрений приводит к увеличению в фазу первой пары настоящих листьев сахарной свеклы в слое

почвы 0-40 см содержания нитратного азота на 41,8-110,8 % и аммонийного азота на 54,8-119,5 %, создавая среднюю обеспеченность растений минеральными формами азота.

Результаты исследования подвижности азотистых соединений чернозема выщелоченного показали, что наибольшее количество общего азота было на вариантах с внесением $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ (+ 16,9-22,0 % от контроля) (табл. 2).

Таблица 2. Подвижность азотистых соединений в почве опыта, слой 0-40 см, 2004-2007 гг.

Вариант	АЗОТ						
	общий, мг/кг	легкогидролизуемый		трудногидролизуемый		негидролизуемый	
		мг/кг	% от общего	мг/кг	% от общего	мг/кг	% от общего
1	2130	87,6	4,1	111,0	5,2	1914,6	89,8
2	2290	134,5	5,8	142,0	6,2	1993,5	87,0
3	2300	159,6	6,9	151,0	6,5	1970,1	85,4
4	2580	172,4	6,7	162,2	6,3	2220,1	86,0
5	2490	163,6	6,6	164,0	6,6	2135,6	85,7
6	2600	172,5	6,6	165,6	6,3	2231,2	85,6

При применении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{90-135}P_{90-135}K_{90-135}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ в слое 0-40 см почвы содержание легкогидролизуемого азота увеличилось относительно контроля на 82,2-96,9 %. Внесение $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ способствовало увеличению содержания трудногидролизуемого азота на 46,1-49,2 % от неудобренного варианта. На удобренных вариантах отмечается рост содержания легкогидролизуемого азота относительно трудногидролизуемого, что содействует повышению обеспеченности растений доступным азотом. Количество негидролизуемого азота при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ увеличилось на 11,5-16,5 % относительно контроля. Содержание негидролизуемого азота в составе общего на

удобренных фонах снижалось, что свидетельствует о повышении доступности азота для растений.

Нами был разработан прогноз азотного состояния почвы, который был основан на сопоставлении данных по содержанию общего азота с 1936 по 2006 гг. с интервалом в 10 лет. Количество общего азота в слое почвы 0-20 см при закладке стационарного опыта составило 0,280 %. Мы рассчитали содержание общего азота (в %) в почве опыта до 2050 года. Математический анализ данных по содержанию общего азота в слое 0-20 см почвы показал, что теоретически происходит убывание его в почве с течением времени. Так, на варианте без удобрений больше будет теряться общего азота в слое почвы 0-20 см, чем при внесении $N_{45-90}P_{45-90}K_{45-90}$ + 25-50 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза (с периода от 2020 по 2050 гг.) (табл. 3). На основе прогноза было выявлено, что на неудобренном варианте и при внесении $N_{45-135}P_{45-135}K_{45-135}$ + 25 т/га навоза содержание азота за 10 лет уменьшится на 0,003-0,007 %. А на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза темпы его снижения будут значительно меньше (0,001-0,002 % за десятилетие).

Расчет баланса азота в зерносвекловичном севообороте показал, что он в основном отрицательный (табл. 3). Так, минимальное количество азота поступило в почву на неудобренном варианте (315,5 кг/га), а максимальное (907,1 кг/га) на варианте с дозой $N_{150}P_{150}K_{150}$ + 50 т/га навоза. Общий вынос азота с продукцией в наибольшей степени увеличивался на вариантах с дозами удобрений $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ (на 23,0-27,0 %) относительно варианта без удобрений вследствие роста урожайности культур и содержания в них азота.

Резко отрицательный баланс сложился при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза и на контроле (- 163,2-321,9 кг/га) объяснялся отчуждением элемента с основной и побочной продукцией и отсутствием его компенсации невысокими дозами удобрений. Рост удобренности в 2,3-2,8 раза не обеспечивает соответствующего повышения выноса азота культурами севооборота, который возрастает на 11,1-27,0 %. Это связано с частичной фиксацией элемента

в составе гумуса и общего азота, а также существенным отчуждением его с основной и побочной продукцией. Наиболее благоприятный баланс азота сложился на варианте с внесением $N_{150}P_{150}K_{150}$ + 50 т/га навоза (+158,1 кг/га), что способствует повышению почвенного плодородия и улучшению питания растений этим элементом.

Таблица 3. Баланс азота в зерносвекловичном севообороте, кг/га, 2004-2007гг.

Вариант	Поступление азота	Вынос азота		Баланс азота
		с продукцией	общий, с учетом газообразных потерь	
1	315,5	547,4	637,4	- 321,9
2	535,1	608,3	698,3	- 163,2
3	632,3	651,0	741,0	- 108,7
4	770,5	694,6	784,6	- 14,1
5	740,5	686,4	776,4	- 35,9
6	755,1	673,4	763,4	- 8,3
7	907,1	659,0	749,0	+ 158,1

Таким образом, длительное применение удобрений обеспечивает повышение подвижности азотистых соединений чернозема выщелоченного, что свидетельствует о большей доступности соединений азота для растений. Системное применение $N_{45}P_{45}K_{45}$ под сахарную свеклу + 50 т/га навоза в пару будет содействовать меньшему снижению потерь общего азота почвы. А внесение $N_{150}P_{150}K_{150}$ под сахарную свеклу + 50 т/га навоза в пару способствует оптимизации баланса азота в почве.

УДК 631.4

ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЁМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ В АГРОЦЕНОЗАХ

Галеева Л.П.

Фосфатный режим почв Западной Сибири провинциален в связи с проявлением местных условий почвообразования, минералогическим составом почвообразующих пород, проявлением осолонцевания и осолодения, величиной и качественным составом поглощенных оснований, реакцией среды, гранулометрическим составом почв, содержанием гумуса и его качественным составом и т.д. [1-6].

Значительная часть почв сельскохозяйственного назначения, в том числе пахотных земель, в России имеет низкую обеспеченность фосфором. В чернозёмах фосфор является элементом питания, в первую очередь лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур.

В экстенсивном земледелии при отрицательном балансе фосфора образуется разомкнутый цикл фосфора – вынос фосфора урожаем превышает его накопление в профиле за счет биологической аккумуляции. Повышение уровня интенсификации земледелия способствует окультуриванию почв с характерным для них фосфатным режимом, отличающим его от природных аналогов [7]. В сильноокультуренных почвах генетические различия в их фосфатном режиме сглаживаются. Основной отличительный признак таких почв – накопление в пахотном слое остаточных фосфатов удобрений («зафосфачивание»), которые обладают значительно бóльшей подвижностью, чем фосфор соединений, образующихся в результате почвообразовательного процесса [8,9]. Долевое участие фосфора в прибавке урожая от полного удобрения в зависимости от почвенно-климатических зон составляет 15-61%. На слабоокультуренных почвах внесение фосфора в почву должно превышать его вынос с урожаем сельскохозяйственных культур в 1,5-2,0 раза, а на хорошо обеспеченных фосфором почвах достаточно компенсировать его вынос урожаем [10]. В целом по России фосфорные удобрения необходимо вносить на 92,2% площади пашни [11].

Цель данных исследований – изучить фосфатный режим чернозёмов выщелоченных при распашке и использовании в разных агроценозах. Для этого использовали сравнительно-генетический метод изучения почвенных разрезов чернозёма выщелоченного в целинном состоянии и в пашне. Разрез целинного чернозёма был заложен на юго-востоке г. Новосибирска (территория радиостанции с 1932 г), а разрезы в зерновом агроценозе и под многолетними сеяными травами (галега + кострец 12 лет) – на юго-западе и северо-востоке старопахотного участка (более 50 лет в пашне) учебно-опытного поля НГАУ в 300-350 м друг от друга. В зерновом агроценозе возделывали пшеницу и овёс, под которые последние 20 лет удобрения не применяли. Многолетние травы на целинном участке и сеяные травы на культурном сенокосе ежегодно скашивали и изымали с полей. Показатели плодородия и фосфатного состояния почв определяли общепринятыми методами и обрабатывали их методом парных корреляций по Пирсону [12].

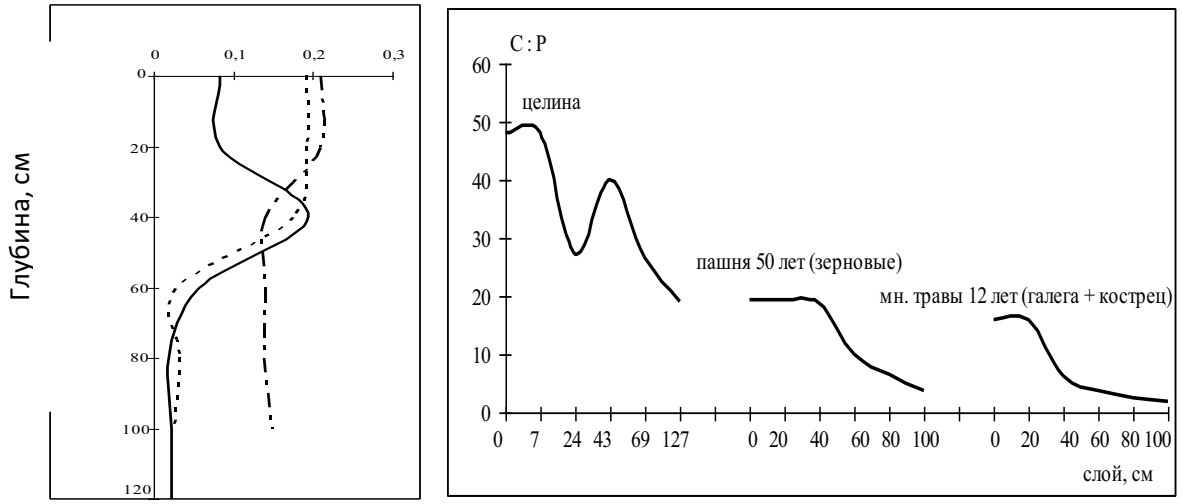
Известно, что в гумусовом горизонте выщелоченных чернозёмов содержание валового фосфора составляет 0,1-0,25 % и прямо зависит от количества гумуса [4, 13, 14]. Корреляционный анализ показал высокую прямую связь валового фосфора с гумусом во всех фитоценозах – 0,886, 0,986, и 0,966 в целине, зерновом агроценозе и под многолетними травами соответственно.

Содержание валового фосфора в верхнем слое чернозёма выщелоченного возрастало в ряду: целина – пашня – многолетние травы. В целине оно было в 2 раза меньше, чем таковое в пашне и под многолетними травами (рис. 1). Вниз по профилю почвы содержание валового фосфора медленно уменьшалось под травами и зерновыми и более резко – в целине.

Следовательно, распашка и длительное использование чернозёма выщелоченного в зерновом агроценозе и, особенно, под сеяными многолетними травами способствовали увеличению валовых запасов фосфора, его определённому перераспределению и некоторому

выравниванию содержания по почвенному профилю за счёт увеличения его минеральных форм.

Отношение С:Р характеризует степень обогащения органического вещества фосфором, и чем меньше это соотношение, тем богаче органическое вещество этим элементом [15]. В верхних горизонтах целинной почвы обогащённость органического вещества фосфором была наименьшей. Длительное использование почвы в зерновом агроценозе приводило к уменьшению соотношения С:Р, свидетельствуя об увеличении насыщенности органического вещества фосфором, которое следует рассматривать как результат интенсивного воздействия на почву механических орудий и создания хороших условий для минерализации органического вещества. В слоях почвы, расположенных ниже пахотного горизонта, наблюдалось постепенное уменьшение соотношения С:Р, обусловленное снижением гумуса и увеличением содержания минерального фосфора. Высокая насыщенность органического вещества почвы фосфором под многолетними



А Б

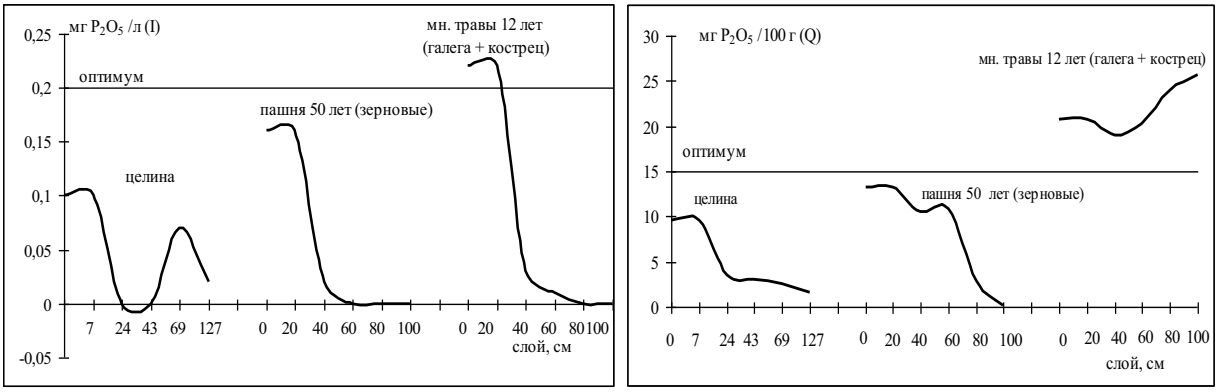
Рис. 1. Содержание валового фосфора (А, %) и обогащённость им органического вещества (Б) чернозёма выщелоченного в агроценозах:
___ - целина; - - - - пашня 50 лет (зерновые); _ . _ . _ -многолетние травы 12 лет (галега + кострец)

травами обусловлена действием галеги, способной растворять труднодоступные фосфаты почвы.

Основным источником фосфорного питания растений в начальный период их роста и развития служит его легкодоступная форма (степень подвижности фосфора по Карпинскому, Замятиной - I), а в последствии – подвижная (фосфатная ёмкость по Чирикову - Q).

Увеличение содержания фосфора в пахотной окультуренной почве связано с ростом количества микроорганизмов, участвующих в разложении органических соединений фосфора и особенно бактерий, растворяющих труднодоступные формы минеральных фосфатов. В верхнем слое целины степень подвижности фосфора была средней, а в таковом 50-ти летней пашни зернового агроценоза в результате усиления минерализации органического вещества она возрастала в 1,6 раза и соответствовала повышенной [16]. Многолетние травы, за счёт способности галеги растворять труднодоступные фосфаты, увеличивали в 2,2-2,5 раза содержание легкодоступного фосфора по сравнению с целиной, которое превышало оптимальное количество и соответствовало высокой обеспеченности (рис. 2).

Использование чернозёма выщелоченного в зерновом агроценозе усиливало прямую связь легкодоступного фосфора с гумусом (r = 0,810) и



А Б

Рис. 2. Степень подвижности фосфора (А) и фосфатная ёмкость (Б) чернозёма выщелоченного в агроценозах

валовым фосфором (r = 0,838), но при этом она была недостоверной и ослабляла влияние нитратного азота и подвижного фосфора. Под многолетними травами, за счёт дополнительного растворения фосфора почвы корневыми выделениями галеги, степень его подвижности резко возрастала

[17]. Она имела высокую прямую и достоверную связь с гумусом (r = 0,998), валовым азотом (r = 0,999) и фосфором (r = 0,978), обменным кальцием (r=0,918) и нитратным азотом (r = 0,984), а также с содержанием алюмо- (r=0,991) и железофосфатов (r = 0,968).

Фосфатная ёмкость в слое 0-20 см чернозёма выщелоченного в зерновом агроценозе и в целине была примерно одинаковой и соответствовала повышенной обеспеченности фосфором (рис. 2). В целине она имела высокую прямую достоверную связь с суммой обменных оснований (r = 0,916), обменным магнием (r = 0,901), нитратным азотом (r = 0,994) и степенью подвижности фосфора (r = 0,974). Использование чернозёма выщелоченного в зерновом агроценозе достоверно и прямолинейно увеличивало связь подвижного фосфора с общим азотом (r = 0,898) и общим фосфором (r = 0,907), суммой обменных оснований (r = 0,955) и обменным кальцием (r = 0,918), а также с содержанием рыхлосвязанных (r = 0,977) и железофосфатов (r = 0,910). В почве под многолетними сеяными травами фосфатная ёмкость возрастала по всему профилю как по сравнению с целиной, так и с пашней, а обеспеченность фосфором в слое 0-20 см была очень высокой. Высокое накопление подвижного фосфора под галегой по мнению [15], обусловлено деятельностью её корней, проникающих на большую глубину и способных обогащать почву фосфором (45-80 кг/га). Подвижный фосфор имел высокую прямую связь с величиной pH почвенного раствора (r = 0,925), с суммой минеральных фосфатов (r = 0,977) и обратную – с суммой обменных оснований (r = – 0,886).

Анализ фракционного состава минеральных фосфатов показал, что использование чернозёма выщелоченного в зерновом агроценозе в 1,3 раза увеличивало содержание рыхлосвязанных фосфатов (Ca – P_1), которые были прямо связаны с величиной pH (r = 0,891), фосфатной ёмкостью (r = 0,917) и фракцией Fe – P (r = 0,893). Содержание вторично образованных фосфатов (Ca – P_2) как в пахотном, так и подпахотном слое не изменялось, а фосфатов Al – P и Fe – P возрастало в 2,5-3,7 и 1,4 раза соответственно. Корреляцион-

ный анализ данных чернозёма выщелоченного показал прямую достоверную связь железофосфатов с гумусом (r = 0,911), валовым фосфором (r = 0,960), суммой обменных оснований (r = 0,933), обменным кальцием (r = 0,918), нитратным азотом (r = 0,898) и подвижным фосфором (r = 0,910) в пашне и её отсутствие в целине. Сумма активных фосфатов в почве (сумма первых трёх фракций) зернового агроценоза возрастала на 28% по сравнению с таковой в целине. Количество фосфатов апатитовой фракции (Ca – P_3) при этом увеличивалось на 14% и свидетельствовало о перегруппировке и закреплении подвижных форм фосфора.

Существенное влияние на состояние фосфатного фонда чернозёмов оказывали многолетние травы. Они в 2,3 раза увеличивали содержание рыхлосвязанных и вторично образованных фосфатов (Ca – P_1 и Ca – P_2) – в 6-8 и в 2,5-1,8 раза соответственно за счёт корневых выделений галеги, способных растворять фосфаты апатитовой фракции и пополнять за их счёт содержание фосфатов других фракций, а также за счёт высокой обеспеченности почвы нитратным азотом, увеличивающего подвижность почвенных запасов труднодоступного фосфора.

Количество активных фосфатов (сумма первых трёх фракций) в слое почвы 0-20 см под многолетними травами возрастало в 2,7 и 2 раза по сравнению с целиной и с пашней соответственно (рис. 3). В целом сумма минеральных фосфатов и их активных фракций в слое 0-20 см чернозёма выщелоченного возрастала в ряду: целина – пашня – многолетние травы. В слое почвы 0-20 см всех фитоценозов наибольшая часть состава минеральных фосфатов была представлена апатитовой группой (Ca – P_3). В зерновом агроценозе на неё приходилось 79,2, в целине – 72,9, а под многолетними травами – 65,5%. Содержание высокоосновных фосфатов кальция (Ca – P_3) в верхнем слое почвы всех фитоценозов прямо зависело от величины pH почвенного раствора (r = 0,968, 0,906 и 0,942 соответственно) и суммы минеральных фосфатов (r = 0,895, 0,995 и 0,957 соответственно). Многолетние травы, благодаря высокой растворяющей способности

корневых выделений галеги, увеличивали подвижность труднодоступных фосфатов апатитовой группы, которые пополняли подвижные формы фосфатов. Доля фосфатов апатитовой группы (Са – P_3) под многолетними травами была на 16-12% меньше, а активных фосфатов (сумма первых трёх фракций), наоборот, на 40% больше таковых в целине.

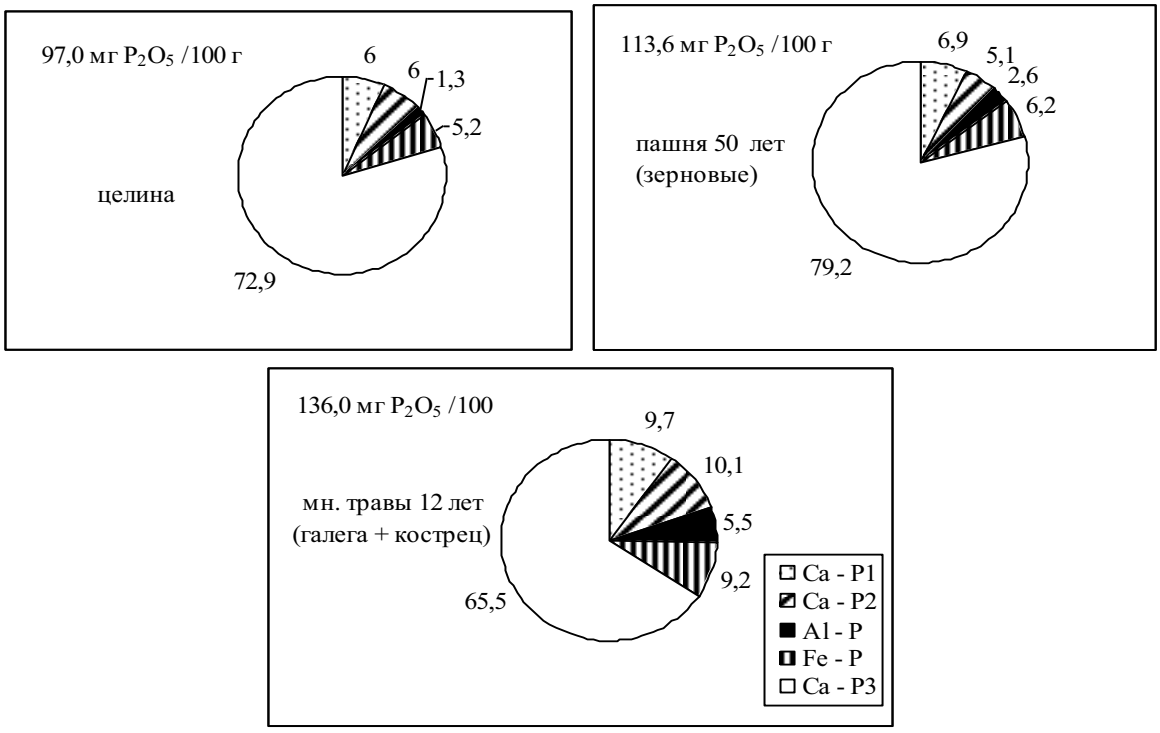


Рис. 3. Относительное содержание групп минеральных фосфатов в слое 0-20 см чернозёма выщелоченного разных агроценозов, %

Выводы

1. Использование чернозёмов выщелоченных более 50-ти лет в зерновом агроценозе увеличивало содержание валового фосфора, обогащённость им органического вещества. Повышало содержание легкодоступного и подвижного фосфора, улучшало фракционный состав минеральных фосфатов за счёт увеличения рыхлосвязанных групп в пахотном и подпахотном слоях и улучшало фосфатный режим чернозёмов в целом.

2. Наибольшее накопление всех форм фосфора отмечено под многолетними сеяными травами (галега + кострец) за счёт действия галеги, корневые выделения который способны растворять фосфаты апатитовой

фракции и пополнять за их счёт почву подвижными фосфатами, улучшая её фосфатный режим.

3. Содержание валового фосфора в чернозёме всех фитоценозов имело высокую прямую связь с гумусом. Длительное использование почвы в зерновом агроценозе увеличивало прямую связь легкодоступного фосфора с гумусом и валовым фосфором, подвижного – с валовыми азотом и фосфором, обменными основаниями, кальцием и величиной pH. Под многолетними сеяными травами установлена высокая прямая связь содержания легкодоступного фосфора с таковым валового азота и фосфора, обменным кальцием и нитратным азотом, подвижного фосфора – с величиной pH и содержанием минеральных фосфатов.

Литература

1. Богданов Н.И. Особенности почвенного покрова и эволюции почв Западной Сибири / Н.И. Богданов. – Омск: ОмСХИ, 1977. – 60 с.

3. Кочергин А.Е. Фосфатный фонд почв и его доступность растениям / А.Е. Кочергин // Почвы Западной Сибири и повышение их плодородия. – Омск, Омск. СХИ, 1984. – С.12-19.

4. Антипина Л.П. Фосфор в почвах Сибири / Л.П. Антипина: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. – Омск, 1991. – 32 с.

5. Антонова О.И. Формы фосфора в почвах Алтайского края / О.И. Антонова // Фосфор в почвах Сибири: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1983. – С. 21-31.

6. Пирогова Т.И. Валовой фосфор и его связь с механическим составом в солонцах лесостепи Омской области / Т.И. Пирогова // Повышение эффективности приемов мелиорации почв солонцового комплекса в Западной Сибири. – Омск, 1985. – С. 28-30.

7. Русинова И.П. Изучение взаимосвязи азотного и фосфорного питания растений (с применением ^{15}N и ^{32}P) / И.П. Русинова // Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 3-7.

8. Соколов А.В. Накопление в почвах остаточных фосфатов удобрений (результаты исследований с применением радиоактивного фосфора) / А.В. Соколов, К.Ф. Гладкова // Агрохимия. – 1979. – № 9. – С. 18-24.

9. Шустикова Е.П. Особенности формирования запасов остаточных фосфатов в черноземе обыкновенном при длительном применении удобрений / Е.П. Шустикова, Н.Н. Шаповалова // Плодородие. – 2011. – № 1. – С. 21-23.

10. Муравин Э.А. Агрохимия / Э.А. Муранов. – М.: КолосС, 2004. – 384с.

11. Державин Л.М. Интегрированное применение агрохимических средств в зерновом хозяйстве / Л.М. Державин // Агрохимия. – 2007. – № 12. – С. 3-17.

12. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере / О.Д. Сорокин. – 2-е изд-е. – Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

13. Адерихин П.Г. Фосфор в почвах и земледелии центрально-черноземной полосы / П.Г. Адерихин. – Воронеж, Изд-во ВГУ, 1970. – 248 с.

14. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР / К.Е. Гинзбург. – М., 1981. – 242 с.

15. Гришин Г.Е. Содержание и формы фосфора в черноземной почве / Г.Е. Гришин // Агрохимический вестник, 2000. – № 6. – С. 38-40.

16. Карпинский Н.П. Фосфатный уровень почвы / Н.П. Карпинский, В.Б. Замятина // Почвоведение. – 1958. – № 11. – С. 27.

17. Галеева Л. П. Фосфатное состояние чернозёмов выщелоченных Приобья при разных способах внесения удобрений / Л.П. Галеева // Аграрная наука – сельскому хозяйству: VI Международная научно-практическая конференция (3-4 февраля 2011г.). – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. – Кн. 2. – С. 51-54.

УДК 631.4

ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВЕРНОЙ КУЛУНДЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ АДАПТИВНОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Самофалова И.А.

В засушливых условиях степной зоны Западной Сибири на южных черноземах эффективны в основном фосфорные удобрения (Малыгина, Салмин 1983, Антипина и др. 1990, Галеева 2008). Оптимизация землепользования по экологическим и экономическим параметрам является критерием адаптивности современных систем земледелия (Тарасов и др. 2004).

Ландшафтное земледелие определяет некоторые особенности системы удобрений: она должна включать весь комплекс агротехнических приемов и быть адаптивно-приспособленной не только к требованиям растений и спо-

собностям почвы их удовлетворять, но и к погодным условиям. То есть необходимо внесение туков в таких дозах и такими способами, которые позволили бы получить эффект в любой по влагообеспеченности период вегетации с последующей коррекцией питания растений при улучшении увлажненности. В зависимости от погодных условий взаимодействие способа и глубины внесения фосфорных удобрений, срока сева яровой пшеницы по-разному сказывается на ее продуктивности (Амиров, Валеев, 1991). Удобрения в почве должны быть размещены в зоне наиболее доступной для корневой системы растений (Бакаев, Шрам, 1983, Soon 1988, Лихтенберг 1991, Адаптивно-ландшафтные системы … 2002).

Мировая практика накопила большой опыт внесения удобрений. Наиболее распространенным способом является запашка удобрений, что недопустимо при почвозащитной технологии, при которой внесение удобрений возможно в рядки с семенами или специальными орудиями на определенную глубину (Cornish 1987, Шапошникова, Лабынцев 1998, Кирюшин 2010).

Цель исследований – определить для зоны Северной Кулунды Западной Сибири способ и глубину внесения фосфорных удобрений, обеспечивающих получение стабильного урожая и экономического эффекта независимо от условий влагообеспеченности года. Решение поставленной цели осуществлялось путем проведения полевого опыта и лабораторных исследований. Исследования проводились в почвенно-климатических условиях степной зоны Северной Кулундинской равнины (Северо-Кулундинская опытная станция, с. Баган Новосибирской области).

Почвенный покров опытного участка представлен черноземом южным солонцеватым легкосуглинистым; содержание гумуса в слое 0-22 см 4,4%, количество подвижного фосфора колеблется от 50 до 85 мг/кг.

Опыт с внесением фосфорных удобрений был заложен в звене севооборота пар-пшеница по схеме: P_0 (контроль), P_{60} на глубину 8-10 см, P_{60} на глубину 16-18 см, P_{60} на глубину 25-27 см, P_{60} по P_{20} в три слоя почвы на глубину 8-10, 16-18, 25-27 см. Пар обрабатывался согласно зональной техноло-

гии. В сентябре вносили суперфосфат двойной гранулированный по схеме опыта на глубину 8-10 см сеялкой СЗС-2.1; на глубину 16-18 см, 25-27 см глубокорыхлителем-удобрителем ГУН-4. При послойном внесении удобрение вносили по 20 кг д.в. следующим образом: на 8-10 см – СЗС-2.1, на 16-18 см и 25-27 см – ГУН-4. Для нивелирования различной рыхлости почвы и глыбистости поверхности по всем фонам осенью дополнительно проводили обработку чизелем ПЧ-4,5. Предпосевная обработка проводилась согласно зональной технологии. Посев яровой пшеницы (районированный сорт Симбирка) проводился СЗС-2,1Л с нормой высева 3 млн. всхожих зерен на га. Ширина делянки 25,2 м, длина 30 м. Весной каждый вариант делился на 3 части (сроки сева: 10 мая, 20 мая, 1 июня) и каждая третья часть варианта удобрений делилась пополам и посев пшеницы проводился без P_{20} и с P_{20}. Общая площадь варианта 126 м^2, учетная -100,8 м^2, вариантов 30, повторностей 4, расположение делянок систематическое.

Учеты и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам, результаты обрабатывались методом дисперсионного и корреляционного анализа.

Климат Северной Кулунды отличается резкой континентальностью. Среднегодовое количество осадков – 290 мм. Часто бывает, когда за вегетацию два месяца подряд (май-июнь или июнь-июль) почти не выпадает осадков, поэтому Северная Кулунда относится к зоне неустойчивого земледелия.

Характеризуя период исследований по метеорологическим условиям можно заключить, что он был весьма типичным для Северной Кулунды. Так, из 4-х лет, в два года условия для роста и развития растений были относительно благоприятными, в один – удовлетворительные и в другой год – крайне неблагоприятные (табл. 1).

Таблица 1. Погодные условия в годы проведения исследования
(по данным Баганской метеостанции)

Показатель	Годы исследований			
	1	2	3	4
Количество осадков за год, мм	169,8	182,1	243,2	282,3
% к среднемноголетним данным	61,2	65,6	87,6	101,7
В том числе за вегетационный период (10.05-30.08), мм	89,4	59,7	108,2	188,1
% к среднемноголетним данным	59,4	39,6	71,8	124,9
Сумма среднесуточных температур >10°С (10.05-30.08)	1945,2	2168,2	2265,8	2152,2
ГТК (по Селянинову)	0,29	0,24	0,47	0,85

Итак, основным лимитирующим фактором увеличения урожайности яровой пшеницы в Северной Кулунде является недостаточная обеспеченность растений влагой. В современных условиях со слабой технической оснащенностью хозяйств, посев пшеницы не может быть проведен в сжатые сроки, поэтому период посева непроизвольно удлиняется, что приводит к созданию различных условий влагообеспеченности растений на первых этапах развития при разных сроках сева. Однако, в опыте установлено, что для прорастания и начального роста растений при любом сроке посева пшеницы продуктивной влаги достаточно в 0-10 см слое почвы.

Учитывая, что в Кулунде ярко выражен июльско-августовский максимум осадков, ранние посевы почти всегда попадают под засуху, то есть критические фазы проходят раньше, чем пройдут июльские дожди. Исходя из этого, была сделана теоретическая предпосылка, что проводя посев в широком диапазоне, искусственно создаются разные условия влагообеспеченности для растений. Проведен анализ условий влагообеспеченности по годам исследований и срокам сева пшеницы. Установлено, что уровень урожайно-

сти яровой пшеницы в Северной Кулунде определяется количеством и распределением летних осадков в течение вегетационного периода, а также совпадением их с критическими фазами развития растений (Тарасов, Самофалова 1995, Самофалова 2003, Самофалова 2004). Анализ полученного материала позволил сгруппировать годы и сроки сева по характеру влагообеспеченности растений в две группы: I группа – условия неблагоприятные, засушливые, уровень урожайности низкий – 8,0-10,4 ц/га; II группа – более благоприятные условия увлажнения, уровень урожайности достаточно высок – > 15,0 ц/га.

В пределах этих групп проведены исследования по всем вариантам, что несколько обезличивает индивидуальные особенности каждого года и срока посева, но придает большую устойчивость средним показателям и позволяет адекватно оценить роль фосфорных удобрений в многолетнем цикле. Закономерность действия удобрений рассматривается в аспекте данной группировки лет с засушливыми и увлажненными условиями влагообеспеченности.

Внесение фосфорных удобрений повышает засухоустойчивость растений. Наименьший коэффициент водопотребления установлен при внесении основной дозы суперфосфата.

Способ и глубина внесения фосфорного удобрения в зависимости от условий влагообеспеченности яровой пшеницы оказывает влияние на формирование элементов структуры урожая и продуктивность пшеницы.

Математически доказано влияние условий влагообеспеченности и внесения суперфосфата на озерненность колоса (табл. 2).

Анализируя данные массы 1000 зерен установлено, что в засушливых условиях масса зерен существенно ниже, чем в увлажненных. Внесение фосфорных удобрений не оказало существенного влияния на увеличение массы 1000 зерен как в засушливых, так и в увлажненных условиях.

Таблица 2. Структура урожая яровой пшеницы в зависимости от приемов внесения фосфорного удобрения и условий влагообеспеченности

Прием внесения	Условия влагообеспеченности									
	засушливые					увлажненные				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Без удобрений	19,6	30,7	3371	175,3	10,4	21,7	36,5	5873	275,8	21,4
P_{20} с семенами	19,5	30,6	3810	222,5	11,7	22,7	36,8	6926	311,8	25,4
P_{60} на 8-10 см	19,1	31,4	3354	179,7	10,5	21,7	36,1	7864	372,0	28,1
P_{60} на 16-18 см	19,2	30,7	3841	200,2	11,8	22,7	36,2	6880	295,5	24,5
P_{60} на 25-27 см	21,1	32,4	4089	197,3	13,2	23,4	37,3	6794	296,2	25,3
P_{60} послойно	19,5	30,6	4288	222,3	13,0	22,9	37,2	6869	302,5	25,2
P_{60} на 8-10 см + P_{20}	18,7	30,7	4237	214,5	10,7	22,5	37,9	6639	301,2	25,0
P_{60} на 16-18см + P_2о	19,6	29,7	4031	208,5	12,1	22,6	36,4	6763	301,7	24,5
P_{60} на 25-27 см+ P_2о	19,7	30,6	4062	209,0	12,5	21,6	36,6	6584	307,5	23,9
P_{60} послойно + P_{20}	20,2	30,9	4050	202,3	12,5	23,9	38,4	6931	291,6	26,2
НСР$_{0,5}$ *срока сева*	0,55	0,7	320	24,1	1,1	0,55	0,7	627	35,4	2,0
НСР$_{0,5}$ *дозы внесения*	0,95	1,2	-	-	-	0,95	1,2	-	-	-
НСР$_{0,5}$ *глубины внесения*	1,23	1,5	-	-	-	1,23	1,5	-	-	-
НСР$_{0,5}$ *удобрения*	-	-	413	31,1	1,4			810	45,7	3,4
НСР$_{0,5}$ *влагообеспеченности*					0,6					1,5

Примечание: элементы структуры урожая: 1 – озерненность, шт; 2 – масса 1000 зерен, г; 3 - число зерен, шт/м^2 ; 4 – число колосьев, шт/м^2 ; 5 – урожайность, ц/га.

Ученые (Байер др.,1984) рекомендуют применять такой показатель как соотношение между продуктивностью и емкостью накопления посева. Число зерен на единице площади служит важным показателем емкости наполнения колоса и урожай зерна зависит именно от этого показателя.

При дефиците влаги емкость накопления посева на 20-30 % больше была сформирована при послойном внесении P_{60} на глубину 25-27 см, чем без применения удобрения. В увлажненных условиях емкость накопления посева увеличивается на 34 % при основном внесении 60 кг д.в./га на глубину 8-10 см. Доказано достоверное влияние способа и глубины внесения фосфорного удобрения на число зерен шт/м^2, то есть на емкость накопления посевов. Число колосьев на 1 м^2 различно от условий влагообеспеченности и зависит от приемов внесения фосфорного удобрения, что доказано математически.

Отмечается существенное влияние условий влагообеспеченности, способов и глубины внесения суперфосфата на продуктивность пшеницы. Причем, вероятность взаимодействия условий влагообеспеченности и приемов внесения фосфорного удобрения более 99 %. Внесение фосфорных удобрений снижает отрицательный эффект ранних посевов на 30-70 %.

Так, наибольшая урожайность в засушливых условиях (см. табл. 2) была получена при основном внесении 60 кг д.в./га на глубину 25-27 см – 13,2 ц/га и при послойном основном – 13,0 ц/га. Сочетание этих приемов с припосевным внесением не обеспечило большей урожайности, она была на том же уровне. В увлажненных условиях продуктивность пшеницы была значительно выше. Внесение фосфорного удобрения повышало урожайность на всех вариантах в сравнении с контролем, но между вариантами удобрений существенных различий не наблюдалось, т.к. действие удобрений в условиях благоприятных по влагообеспеченности, проявлялось при любом способе внесения.

Установлено, что низкая эффективность от локализации фосфора на глубину 8- 10 см и 16-18 см тем больше, чем больше засуха. При глубокой локализации фосфорных удобрений отмечалась тенденция стабилизации эффектов, т.е. нивелировалось отрицательное действие погодных условий, и повышалась засухоустойчивость растений. Мелкая заделка суперфосфата эффективна только в годы с достаточным увлажнением.

Оценивая условия развития растений с позиции влагообеспеченности доказано, что погодные условия конкретного года при определенном сроке сева содействуют или препятствуют нормальному формированию элементов структуры урожая, что в свою очередь сказывается на емкости накопления посева (число зерен на 1 $м^2$), которая связана с уровнем урожайности. (табл.3).

Таблица 3. Зависимость урожайности от числа зерен

Прием внесения удобрения	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации
Без удобрений	0,983±0,050	0,966
P_{20} с семенами	0,983±0,0057	0,967
P_{60} на 8-10 см	0,991±0,042	0,982
P_{60} на 16-18 см	0,968±0,078	0,938
P_{60} на 25-27 см	0,977±0,066	0,956
P_{60} послойно	0,965±0,082	0,931
P_{60} на 8-10 см + P_2»	0,921±0,122	0,849
P_{60} на 16-18 см + P_2о	0,9812±0,060	0,962
P_{60} на 25-27 см+ P_2о	0,931±0,115	0,867
P_{60} послойно + P_{20}	0,954±0,094	0,910

Урожай в Северной Кулунде определяют июньские осадки, которых должно быть в среднем около 2 мм в сутки (Шелухин, Скалозубова, 1971; Мовчан, 1974). Если осадков меньше, то замечается резкий недостаток влаги для растений. Для формирования урожая яровой пшеницы имеют большое значение условия первой половины вегетации (Тарасов, Самофалова, 1995).

Таблица 4.Расчет урожайности по среднемноголетней норме осадков и среднегодовому количеству за 4 года исследований

Срок сева	Фаза развития	Сроки фазы	r	Уравнение регрессии	B, %	N, мм	$Ур^1$, ц/га	Nф, мм	$Ур^2$, ц/га
10 мая	1	01-10.06	$t_t>t_f$	$t_t>t_f$					
	2	21-30.06	0.92	y=2,12+0,33x	28	11,6	5,9	16,0	7,4
	3	11-20.07	$t_t>t_f$	$t_t>t_f$					
20 мая	1	11-20.06	0.92	y=10,08+0,38x	24	12,4	14,8	13,3	15,1
	2	01-10.07	$t_t>t_f$	$t_t>t_f$					
	3	21-30.07	$t_t>t_f$	$t_t>t_f$					
1 июня	1	21-30.06	0.90	y=9,66+0,49x	38	11,6	15,3	16,0	17,5
	2	11-20.07	$t_t>t_f$	$t_t>t_f$					
	3	21-30.07	0.86	y=8,49+0,26x	38	23,1	14,5	6,9	10,3

Примечание: 1 – всходы-кущение; 2 – кущение-колошение; 3 – колошение-созревание; r – коэффициент корреляции; B – вероятность выпадения осадков в период развития растений; t_t – теоретическое значение критерия Стьюдента; t_f – фактическое значение критерия Стьюдента; x - количество осадков за соответствующую фазу развития, мм; y - ожидаемая урожайность, ц/га; N – среднемноголетняя норма осадков в тот же период; $Ур^1$ – расчетная урожайность по среднемноголетней норме осадков; Nф – среднее количество осадков за годы исследований; $Ур^2$ – расчетная урожайность по среднему количеству осадков за годы исследований

Математически доказана четкая взаимосвязь между выпадением летних осадков и формированием урожайности яровой пшеницы. Совпадение летних дождей с ответственными периодами жизни растений отразилось на уровне урожайности (табл. 4). Получены уравнения линейной регрессии, с помощью которых можно рассчитать ожидаемый урожай.

Анализ экономической эффективности приемов внесения удобрений в зависимости от условий влагообеспеченности свидетельствует о высокой рентабельности припосевного внесения как в сухие, так и в увлажненные годы, но чистый доход от использования этого приема значительно ниже, чем при внесении 60 кг д.в./га в пар. Внесение основной дозы суперфосфата в сочетании с припосевной (60 кг д.в.+20 кг д.в.) не обеспечивает высокой эффективности удобрений, как в сухие, так и во влажные годы: прибавка зерна ниже, чем при внесении 60 кг д.в./га, причем при более высокой себестоимости 1 ц. В условиях недостатка влаги установлен отрицательный эффект от локализации удобрения на глубину 8-10 см. Экономически выгодным этот прием является только в условиях достаточного увлажнения. Глубокая заделка 60 кг д.в./га (на 25-27 см) является экономически эффективной как в сухие, так и во влажные годы. Стабильный экономический эффект был получен от основного внесения удобрения независимо от погодных условий лет и влагообеспеченности. Мелкая заделка основной дозы неэффективна в засушливых условиях.

Таким образом, для условий Северной Кулунды основными положениями при выборе способа, глубины и дозы внесения фосфорных удобрений является влагообеспеченность почвы, количество осадков в первой половине лета и срок сева. В Северной Кулунде в связи с частым повторением засушливых условий (8 лет из 10) экономически оправдано внесение P_{60} на глубину 25-27 см в паровом поле, что способствует стабильности получения урожая зерна яровой пшеницы. Увеличение дозы удобрения повышает себестоимость 1 ц зерна и невыгодно из-за их нестабильной эффективности по годам.

Учитывая недостаточное количество и дорогую стоимость фосфорных удобрений производственники могут сделать выбор способа и дозы внесения суперфосфата в зависимости от погодных условий и сроков сева. Использование фосфорных удобрений расширяет диапазон проведения посевных работ на 7-10 дней без увеличения вегетационного периода и ущерба урожая На участках, где планируется посев в первую очередь, необходимо внести с осени 60 кг д.в./га суперфосфата. На полях, где посев будет проводиться в оптимальные сроки, достаточно внести P_{20} с семенами. Если с осени не были внесены фосфорные удобрения, то следует обязательно использовать их при посеве пшеницы во второй декаде мая в дозе 40-60 кг д.в./га, а при посеве в третьей декаде мая и первой декаде июня дозу фосфорных удобрений следует уменьшить до 20 кг д.в./га.

Таким образом, применение фосфорных удобрений в Северной Кулунде является фактором повышения адаптивности земледелия.

Литература

1. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / РАСХН Сиб отд-ние СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 388 с.
2. Амиров М.Б., Валеев В.М. Роль удобрений и севооборота в повышении устойчивости пшеницы к неблагоприятным агрометеорологическим условиям//Агрохимия.–1991. – №2.
3. Антипина Л.П., Малыгина Л.П., Попцов С.П. Оптимизация питания яровой пшеницы фосфором // Интенсификация возделывания зерновых культур в Западной Сибири: Сб. науч. Тр. ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1990. – С. 68-71.
4. Байер Я., Черны В., Ферик М. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Пер. с чеш. З.К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – С. 367.
5. Бакаев Н.М., Шрам В.А. Развитие корневой системы яровой пшеницы при различных уровнях увлажненности почвы // Некоторые вопросы агротехники полевых культур в Северном Казахстане. – Целиноград. – 1983. – С. 15-20.
6. Галеева Л.П. Поглощение фосфора почвами при их длительном использовании в пашне // Сохраним почвы России: материалы V съезда Докуч. общ-ва почвоведов. – Ростов на-Дону, 2008. – С. 164.

7. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. – М.: КолосС, 2010. – 687с.
8. Лихтенберг А.И. Влияние фосфорных удобрений на водный режим и засухоустойчивость яровой пшеницы // Применение удобрений в почвозащитном земледелии: Тезисы докладов совещания. ВНИИЗХ, Целиноград. – 1991. – С. 29-30.
9. Малыгина Л.П., Салмин Л.Н. Влияние фосфорных удобрений на фосфатный режим южного чернозема Северной Кулунды // Фосфор в почвах Сибири / Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1983. – С. 97-106.
10. Мовчан В.К. Морфобиологические особенности и продуктивность яровой пшеницы в зоне Северного Казахстана // Селекция и семеноводство полевых культур: Сб. науч. тр. ВНИИЗХ. – М.: Колос, 1974. – Т. VI. – С. 121-186.
11. Самофалова И. А. Влияние срока сева на условия влагообеспеченности яровой пшеницы в течение вегетационного периода в зоне Северной Кулунды // Пермский аграрный вестник. – Пермь, 2003. – Вып. 8. – Ч. 1. – С. 101-115.
12. Самофалова И.А. Влияние способа и глубины внесения фосфорного удобрения на урожайность яровой пшеницы в Северной Кулунде в зависимости от влагообеспеченности // Почвы Национальное достояние России: материалы Докуч. общ-ва почвоведов. Кн.2. – Новосибирск, 2004. – С. 103.
13. Тарасов А.С., Бойко Т.М. К вопросу разработки проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия для юга степной зоны Западной Сибири // Почвы Национальное достояние России: материалы Докуч. общ-ва почвоведов. Кн.2. – Новосибирск, 2004. – С. 158.
14. Тарасов А.С., Самофалова И.А. Продуктивность яровой пшеницы в условиях Северной Кулунды в зависимости от распределения осадков в летний период // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1995. - № 3-4. – С. 19-23.
15. Шапошникова И.М., Лабынцев А.В. Фосфатный режим чернозема обыкновенного Ростовской области и эффективность фосфорных удобрений // Агрохимия. – 1998. - №9. – С. 53-57.
16. Шелухин И.С., Скалозубова А.Н. Особенности земледелия в Северной Кулунде. – Новосибирск, 1971.
17. Cornish P.S. Effects of direct drilling on the phosphorus uptake and fertilizer requirements of wheat // Ustral. J. agr. Res. – 1987. – 38,5. – P. 775-790.
18. Soon Y.K. Nutrients uptake by barbey roots under field conditions // Plant Soil. – 1988. – 109,2. – P. 171-179.

КАЛИЙНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР

Кустова О. В., Минакова О. А.

Сахарная свекла занимает важное место в продовольственном балансе страны, являясь ценным сырьем для производства сахара. В связи с этим уделяется большое внимание повышению урожайности культуры и улучшению технологических качеств, что связано с рациональным использованием минеральных удобрений с учетом региональных особенностей возделывания культуры [1].

Среди пропашных культур сахарная свекла по отзывчивости на калийные удобрения занимает особое место. Эту культуру характеризует высокий вынос калия. Сахарная свекла лучше растет на почвах с нейтральной реакцией и поэтому предъявляет высокие требования к содержанию калия, так как при pH_{KCL} 6,5 и более подвижность калия в почве снижается [1,2].

Калий не входит непосредственно в состав органических соединений, как азот и фосфор, но тем не менее его нельзя заменить другими элементами. Калий принимает участие в углеводном обмене, при его недостатке задерживается отток углеводов из органов синтеза в корни. Фотосинтез при недостатке калия проходит слабо. В растениях свеклы меньше синтезируется сахара. Улучшение калийного питания, способствует повышению сахаристости и общего сбора сахара [3,4].

Условия и методика исследований

Схема опыта:

1. без удобрений; 2. $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза; 3. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза; 4. $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза; 5. $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза; 6. $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза; 7. $N_{45}P_{45}K_{90}$ + 25 т/га навоза; 8. $N_{190}P_{190}K_{190.}$

Исследования проводились в 2009-2010гг. в стационарном опыте по изучению применения различных доз удобрений (год закладки - 1936), в зернопаропропашном девятипольном севообороте с 2 полями сахарной свеклы. Севооборот расположен в лесостепи севера Воронежской области, относящейся к зоне неустойчивого увлажнения. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый.

В течение вегетации образцы почвы под сахарной свеклой отбирали с поверхности по 20 – сантиметровым слоям до глубины 60 см. В почвенных образцах определяли: содержание обменного калия методом Чирикова, Масловой, необменного калия по Пчелкину, валового калия по Смиту. На посевах сахарной свеклы учитывали: урожайность корнеплодов (методом пробных делянок), сахаристость – на поточной линии “ ВЕНЕМА”, сбор сахара (расчетным методом).

Результаты исследований

Нашими исследованиями установлено, что содержание водорастворимого K_2O в слое 0-20 см под влиянием применения $N_{190}P_{190}K_{190,}$ $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза увеличилось на 14,8-59,3%, по сравнению с контролем (табл. 1). В слое 20-40 см содержание данной формы элемента снижалось на 11,1- 48,1 % в наибольшей степени при дозах $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{90}$ + 25 т/га навоза, а при внесении $N_{190}P_{190}K_{190,}$ $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза его содержание увеличилось на 14,8 – 31,5 % . В почвенном слое 40-60 см внесение $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ увеличило его содержание на 20,8-175,0 % .

Содержание обменного K_2O, вытесненного 1,0 н CH_3COONH_4, в слое 0-20 см повышалось по сравнению с контролем на 13,3-33,9% главным образом при применении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190.}$ В слое 20-40 см оно возросло на 8,1-21,7 % при дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза. В слое 40-60 см увеличилось на 8,4-11,8 % при применении $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га на-

воза, $N_{45}P_{45}K_{90}$ + 25 т/га навоза и уменьшилось на 7,4-16,7 % при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$.

Содержание обменного K_2O, вытесненного 0,5 н CH_3COOH в слое 0-20 см повысилось на 16,4-44,3 %, в большей степени при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$+ 25 т/га навоза.

Таблица 1. Формы K_2O в черноземе выщелоченном под сахарной свеклой в середине вегетации (июль)

Вариант	Слой почвы	Водорастворимый H_2O	Обменный 1.0 Н CH_3COONH_4	Обменный 0,5Н CH_3COOH	Необменный 2.0 Н HCL	Валовой %
		мг/100г почвы				
Без удобрений (контроль)	0-20	7,4	21,8	18,3	479,2	1,04
	20-40	5,4	19,8	19,5	485,8	1,12
	40-60	2,4	20,3	16,8	452,8	1,10
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза	0-20	7,5	24,7	26,4	472,6	1,07
	20-40	7,1	24,1	24,5	584,9	1,14
	40-60	5,6	16,9	19,7	588,1	1,14
$N_{90}P_{90}K_{90}$+ 25 т/га навоза	0-20	5,1	27,3	24,5	508,9	1,16
	20-40	5,7	22,8	21,5	516,3	1,16
	40-60	2,9	22,0	19,6	475,9	1,12
$N_{135}P_{135}K_{135}$+ 25 т/га навоза	0-20	6,2	19,4	23,9	466,0	1,15
	20-40	4,8	19,1	21,4	442,9	1,13
	40-60	6,6	21,5	18,4	406,7	1,12
$N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза	0-20	4,2	23,2	22,2	479,2	1,11
	20-40	3,6	21,0	20,0	472,6	1,13
	40-60	3,4	18,6	17,9	426,4	1,09
$N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза	0-20	6,2	22,3	22,0	482,5	1,09
	20-40	2,8	23,3	20,1	413,3	1,06
	40-60	2,0	22,2	15,2	499,0	1,11
$N_{45}P_{45}K_{90}$+ 25 т/га навоза	0-20	5,1	21,1	21,3	489,1	1,04
	20-40	3,5	20,9	20,4	475,9	1,12
	40-60	2,3	22,7	18,6	439,6	1,12
$N_{190}P_{190}K_{190}$	0-20	8,6	29,2	21,6	479,2	1,12
	20-40	6,2	21,4	19,1	482,5	1,20
	40-60	3,5	18,8	16,2	469,3	1,13
$НСР_{05}$		0,9	3,2	2,1	11,7	0,15

В слое 20-40 см количество элемента возросло на 9,7-25,6 % при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза. Количество обменного K_2O в слое 40-60 см под влиянием $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза увеличилось на 9,5-17,3%.

Содержание необменного K_2O, вытесненного 2,0 н HCL в слое 0-20 см изменилось незначительно, в слое 20-40 см возросло на 6,3-20,4% при применении удобрений, в наибольшей степени при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза. Содержание этого элемента в слое 40 - 60 см возросло на 10,2-23,0% при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза.

Валовое содержание калия в слое 0-20см возросло на 7,7-11,5% при внесении $N_{190}P_{190}K_{190,}$ $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, в слое 20-40 см и 40-60 см валовое содержание калия существенно не изменилось.

Таким образом, применение удобрений в большей степени повлияло на содержание обменного K_2O, вытесненного 0,5 н CH_3COOH.

Результаты исследования показали, что динамика калия в почве лучше характеризуется калием наиболее подвижных фракций, соответствующих наименьшим концентрациям равновесного раствора, общие запасы подвижного калия будут характеризоваться количеством калия, определяемого при наибольшей равновесной концентрации кислоты (табл. 2).

Таблица 2. Степень подвижности калия

Вариант	Концентрация кислоты, н				
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,4
Без удобрений	0,008	0,012	0,029	0,043	0,245
$N_{45}P_{45}K_{45}$+ 25т/га навоза	0,001	0,026	0,045	0,057	0,455
$N_{90}P_{90}K_{90}$+ 25т/га навоза	0,0023	0,022	0,070	0,112	0,344
$N_{135}P_{135}K_{135}$+ 25т/га навоза	0,004	0,025	0,048	0,063	0,277

$N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза	0,004	0,028	0,059	0,061	0,365
$N_{120}P_{120}K_{120}$+ 50т/га навоза	0,006	0,022	0,059	0,136	0,410
$N_{45}P_{45}K_{90}$+25 т/га навоза	0,006	0,032	0,077	0,102	0,116
$N_{190}P_{190}K_{190}$	0,005	0,022	0,047	0,081	0,114

При концентрации кислоты 0,1 н количество подвижного калия увеличивается в 1,83-2,67 раз в большей степени на фоне $N_{45}P_{45}K_{90}$ + 25т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза. При концентрации кислоты 0,15 н количество подвижного калия возрастает в 1,55-2,66 раз в большей степени на фоне $N_{45}P_{45}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза. При 0,2 н концентрации кислоты количество наиболее подвижного калия возрастает в 1,33 - 3,16 раз главным образом при внесении удобрений в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{90}$ + 25 т/га навоза. При концентрации кислоты 0,4 н количество наиболее подвижного калия возрастает в 1,13-1,86 раз при применении $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$+ 25 т/га навоза.

Таким образом, содержание наиболее подвижных форм калия возрастает на вариантах с применением удобрений. Наиболее значительно она повышается при обработке почвы 0,15 - 0,2 н кислотой, т.е. увеличивается подвижность фракций извлекаемых кислотой средней концентрации.

В 2009, 2010 годах наибольшее увеличение урожайности сахарной свеклы составило 10,4-13,0 т/га или 42,9-53,9% на вариантах с внесением $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза. Сахаристость уменьшилась на 0,37-1,79%, а сбор сахара увеличился на 12,4-53,5% в связи с ростом урожайности.

Выводы

1. Применение удобрений в течение 74 лет изменяло подвижность соединений калия в черноземе выщелоченном, особенно легкорастворимых фракций.

2. Увеличивалось содержание валового калия на 7,7-11,5%.

3. Наибольшее изменения калийного режима произошло при внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза в пару.

4. Внесение удобрений способствовало значительному росту урожайности корнеплодов и сбора сахара.

Литература

1. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. / В.Г. Минеев. – М.: Издательство МГУ, 1999. – 332 с.

2. Пухальская, Н.В. Особенности калийного питания сельскохозяйственных растений в оптимальных и неблагоприятных условиях / Н.В. Пухальская, В. Г. Сычев, А.А. Собачкин. – М.: ВНИИА, 2009. – 192 с.

3. Бердников А.В. Влияние природных бентонитов и минеральных удобрений на накопление сахара в корнеплодах / А.В. Бердников, Ю.С. Колягин // Сахарная свекла. – 2007. - №5. – с. 27-28.

4. Прокошев В.В. Калий и калийные удобрения. / В.В. Прокошев, И.П. Дерюгин. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.

УДК 631(693)

УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ И БАЛАНС АЗОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И СРОКА ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Кидин В.В., **Замараев А.Г.**

Аннотация

Исследована количественная оценка доступности растениям азота из разноокультуренных почв и азота удобрений с учетом дозы их внесения, уровня почвенного плодородия и погодных условий, что имеет важное практическое значение для поддержания продуктивности агроценозов и повышения эффективности азотных удобрений.

Урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от окультуренности почв. Низкая урожайность картофеля и ее довольно широкие колебания в отдельные годы в Нечерноземной зоне России в значительной мере обусловлены слабой окультуренностью дерново-подзолистых

почв. Особенно остро на современном этапе развития земледелия Нечерноземной зоны встает проблема почвенного плодородия и азотного питания сельскохозяйственных культур вследствие резкого сокращения применения минеральных (примерно в 10 раз по сравнению с 1989 г.) и органических удобрений.

Исследованиями с применением ^{15}N установлено [1-4], что доля азота удобрений в общем выносе растениями колеблется в зависимости от их дозы и уровня почвенного плодородия в пределах 30-60%. На окультуренных почвах доля азота удобрений в общем выносе его растениями, как правило, значительно ниже, чем на слабогумусированных почвах. Существенные колебания размера использования азота удобрений в Нечерноземной зоне в большей мере связаны с дозами и сроками их внесения, нежели с биологическими особенностями культур [5-7].

Влияние почвенного плодородия на эффективность азотных удобрений далеко не однозначно вследствие широкого варьирования и неадекватности факторов, обусловливающих окультуренность почв и доступность азота растениям. Установлено [5,6], что увеличение до определенного уровня содержания в почве подвижных зольных элементов питания заметно повышает эффективность азотных удобрений. В то же время зависимость между степенью гумусированности дерново-подзолистых почв, содержанием в них доступного азота и отзывчивостью сельскохозяйственных культур на азотные удобрения носит сложный характер, требующий детального изучения и конкретизации применительно к соответствующим агротехническим и погодным условиям [8, 9].

Следует отметить, что до настоящего времени изучению путей трансформации и баланса азота удобрений на разно окультуренных почвах уделялось недостаточное внимание, а полученные результаты [5,8] довольно противоречивы.

Неоднозначность имеющихся в литературе данных определила направленность наших экспериментальных исследований: изучение с помощью стабильного изотопа ^{15}N влияния степени окультуренности и уровня предшествующей удобренности дерново-подзолистой почвы на урожайность картофеля и баланс азота удобрения в зависимости от срока его внесения.

Методика исследований

Исследования проводили на картофельных полях стационарного опыта, заложенного в 1967г, на экспериментальной базе учхоза ТСХА "Михайловское" на трех смежных участках, существенно различающихся плодородием почвы, с типичным для Московской области семипольным севооборотом (вико-овсяная смесь–озимая пшеница–картофель–ячмень с подсевом клевера и тимофеевки–травы 1-го и 2-го года пользования–овес).

На слабоокультуренной почве полевые культуры севооборота возделывались с 1967г. без применения удобрений, извести и пестицидов; на средне-и хорошо окультуренных почвах – на трех уровнях (фонах) обеспеченности элементами минерального питания. Фон 1 – без удобрений с 1974г.; фон 2 – с 1967г. вносили минеральные и органические удобрения, рассчитанные на усвоение 3% ФАР и получение 55 ц з. е./га (картофеля 35 т/га); фон 3 – вносили органические удобрения и ежегодно $N_{45}P_{43}K_{45}$. Средне-и хорошо окультуренную почву перед закладкой опытов известковали известковым туфом (9 т/га) из расчета 1,5 г.к. Органические удобрения вносили по 35 т/га под картофель и занятый пар (вика с овсом).

Микрополевые опыты с применением ^{15}N были заложены на полях с картофелем продолжающегося (с 1967г.) стационарного опыта. При закладке микрополевых опытов вместо немеченых азотных удобрений, предусмотренных в длительном опыте, на местах расположения микроделянок вносили в тех же дозах меченную ^{15}N в аммонийной и нитратной группах аммиачную селитру с обогащением 19-21 ат.%. Площадь опытных делянок 2,8 $м^2$; повторность – 3-кратная в каждом варианте

полевого стационара. Посадку картофеля (сорт Невский) проводили в I-II декадах мая на глубину 7-8 см в предварительно нарезанные гряды. Густота посадки 70 тыс. клубней на 1 га. Применение аммиачной селитры в разные сроки и использование перекрестной метки (^{15}N по всходам + ^{14}N в начале бутонизации и, наоборот, ^{14}N – по всходам и ^{15}N – в бутонизацию) позволило установить баланс азота удобрения, внесенного в отдельные фазы развития растений. Уборку картофеля для учета урожая проводили в период увядания ботвы со всей площади делянки (100м^2) стационарного опыта, для изучения баланса азота удобрения учет урожая проводили из среднего рядка микроделянки, а два крайних (боковых) служили в качестве защитных полос. Дозы фосфорных и калийных удобрений, рассчитанные балансовым методом на усвоение картофелем 3% ФАР, составляли в зависимости от плодородия почвы и качества вносимого навоза $РгО_5$ – 85 кг/га и $К_2О$ – 120 кг/га. Определение общего азота в почве и растениях проводили по Кьельдалю, изотопного состава азота – масс-спектрометрически.

Результаты исследований

Разный уровень применения минеральных и органических удобрений в длительном (с 196 г.) полевом опыте привел к существенному изменению агрохимических свойств дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы и ее эффективного плодородия в целом (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, 1996-2000 гг.

Окультуренность	pH_{KCL}	Гумус,%	**Nобщ., %**	$H_г$	S	V,	P_2O_5	$К_2О$
				мг-экв/100 г		%	мг/кг	
Слабая	4,1-4,2	1,2-1,4	0,07-0,08	4,6-4,8	5,0-5,2	53	35-40	40-50
Средняя	5,7-6,0	2,1-2,4	0,10-0,12	2,0-2,4	13-15	82	80-140	120-150
Хорошая	6,3-6,6	2,6-2,9	0,13-0,14	1,3-1,6	17-18	90	200-230	200-240

Проведение исследований на разно окультуренных почвах стационарного опыта позволило полностью исключить влияние гранулометрическо-

го и химического состава подстилающих почвообразующих пород, сроков выполнения агротехнических мероприятий на рост и развитие растений (все технологические операции проводили в одни и те же сроки) и выявить влияние окультуренности и предшествующей удобренности почвы на превращение азота удобрения, структуру его баланса, урожайность и качество картофеля при разных сроках внесения аммиачной селитры.

Результаты исследований показали, что урожай картофеля довольно тесно коррелировал со степенью окультуренности дерново-подзолистой почвы. На слабоокультуренной почве без внесения минеральных, органических и известковых удобрений урожай картофеля составил в среднем за 5 лет 106 ц/га, а на средне- и хорошоокультуренной почве без внесения удобрений 190 и 226 ц/га соответственно. На хорошоокультуренной почве в варианте, где удобрения с 1974 г. не вносились (фон 1), урожай картофеля был на 36 ц/га выше по сравнению с соответствующим вариантом средне о культуре иной почвы (табл. 2).

Таблица 2. Влияние окультуренности почвы и азота удобрения на урожайность и качество картофеля (в среднем за 5 лет)

Варианты длительного опыта*	Доза азота, кг/га	Урожай клубней, ц/га	Прибавка урожая			Крах-мал, %	NO_3 ,мг/кг
			от азота		от удоб-ренности		
			ц/га	%			
Слабо окультуренная почва							
Без удобрений с 1967 г.	0 90	106 122	- 16	- -	- -	16,8 16,6	20 43
Средне окультуренная почва							
Без удобрений с 1974 г. (Фон 1)	0 90	190 245	- 55	- 29	- -	15,2 14,5	24 45
Дозы удобрений на 3 % ФАР (Фон 2)	0 90	310 394	- 84	- 27	63 60	13,5 12,8	60 85
$N_4 5P4_5K_{45}$ (Фон 3)	0 90	282 360	.78	28	48 46	13,8 13,2	58 80
Хорошо окультуренная почва							

Без удобрений с 1974 г. (Фон 1)	0 90	226 285	- 59	- 26	- -	153 137	20 40
Дозы удобрений на 3 % ФАР (Фон 2)	0 90	325 389	- 64	- 20	44 36	136 129	65 97
$N_{45}P45K_{45}$ (Фон 3)	0 90	305 374	- 69	- 23	35 31	135 127	50 78
$НСР_{05}$		26					

*1-я подкормка N_{45} по всходам, 2-я подкормка N_{45} – в начале бутонизации.

Большое положительное влияние на урожай оказывала также предшествующая удобренность. Обладая длительным последействием, внесенные в почву элементы питания существенно повышали уровень ее плодородия. На фоне систематического применения (с 1967г.) в севообороте стационарного опыта органических и минеральных удобрений (фоны 2 и 3) урожай картофеля в вариантах без внесения азота составил в среднем за 5 лет 282-325 ц/га. При этом относительная прибавка урожая клубней, обусловленная предшествующей удобренностью, была значительно выше на среднеокультуренной почве (63 и 48%), чем на хорошо окультуренной почве (44 и 35% соответственно по фонам 2 и 3) в сравнении с фоном 1, где удобрения с 1974 г. не вносились (табл. 2). Применение азотных удобрений на окультуренных почвах значительно увеличивало урожайность картофеля. Однако, уровень окультуренности и предшествующей удобренности дерново-подзолистой почвы не оказывал существенного влияния на эффективность азота удобрения, хотя явно заметна тенденция лучшей отзывчивости растений на внесение азота на менее окультуренной почве. Прибавки урожая в среднем за 5 лет на хорошо окультуренной почве составили по фонам 1-3 соответственно 59,64 и 69 ц/га; на средне окультуренной почве – 59, 84 и 78 ц/га. Относительные прибавки урожая клубней по сравнению с контролем (варианты без внесения азота) варьировали в пределах 20-29% и также были несколько выше на средне окультуренной почве (табл. 2).

Необходимо отметить, что полученные нами результаты в опытах с картофелем и многолетних опытах с озимой пшеницей [5,6] не согласуются с заклю-

чением, сделанным в работе [8] о значительном увеличении эффективности азотных удобрений по мере повышения почвенного плодородия. В большинстве случаев наблюдается обратная зависимость – с повышением степени окультуренности и предшествующей удобренности дерново-подзолистой почвы отзывчивость сельскохозяйственных культур на азотные удобрения снижается, достигая своего минимального значения в случае, когда содержание почвенного доступного азота превышает потребность в нем растений. К аналогичному выводу пришли также авторы, проводившие исследования в Нечерноземной зоне с фосфорно-калийными удобрениями [2-4].

В то же время на слабоокультуренных почвах эффективность применения азотных удобрений невысока. В наших опытах на деградированной дерново-подзолистой почве, утратившей свое плодородие в результате длительного (с 1967г.) возделывания полевых культур без внесения минеральных, органических и известковых удобрений, применение азотного удобрения (N_{90}) не оказывало влияния на урожайность картофеля вследствие крайне низкой обеспеченности растений другими элементами питания и высокой (pH 4,1) кислотности почвы (табл. 1,2). Эффективность азотных удобрений определяется не только их действием на урожайность сельскохозяйственных культур, но и их влиянием на качество продукции. Результаты исследований показали, что увеличение урожайности картофеля как вследствие повышения уровня окультуренности почвы, так и в результате применения азотных удобрений приводит к устойчивому снижению содержания крахмала и сухого вещества в клубнях. Наибольшее содержание крахмала было на слабо окультуренной почве и составляло в среднем за 5 лет 16,8%. Содержание нитратов в клубнях возрастало по мере улучшения азотного питания растений, с 20 до 100 мг/кг, хотя во всех вариантах опыта было значительно ниже ПДК (табл. 2).

Наряду с урожайностью, в прямой зависимости от окультуренности почвы и применения удобрений находились общий вынос азота растениями и хозяйственные затраты его на создание единицы урожая (табл. 3,4). Наи-

меньший вынос азота картофелем (39 кг/га) и затраты его на создание 1 т клубней (3,7 кг) были на слабоокультуренной почве. На средне-и хорошо окультуренной почвах вынос азота картофелем увеличивался в зависимости от характера предшествующей удобренности: в вариантах без азотного удобрения в 2-4 раза, а при внесении N_{90} – в 3-5 раз. Значительно возрастали также затраты азота (до 5,8 кг) на создание 1т клубней (табл. 3).

Таблица 3. Использование азота почвы и азота удобрения картофелем

Фон*	Доза азота, кг/га	Вынос азота, кг/га	Азот удобрений, % к выносу	Дополнительно использовано азота почвы		Коэффициент использования азота удобрений, %		Затраты азота, кг/т клубней
				кг/га	%	изотопным методом	по разнице	
Слабоокультуренная почва								
-	0	39	-	-	-	-	-	3,7
	90	48	17	1	3	9	10	4,0
Средне окультуренная почва								
1	0	85	-	-	-	-	-	4,5
	90	116	23	5	6	29	34	4,7
2	0	164	-	-	-	-	-	5,3
	90	211	18	9	6	42	52	5,4
3	0	142	-	-	-	-	-	5,0
	90	185	20	7	5	40	-	5,1
Хорошо окультуренная почва								
1	0	96	-	-	-	-	-	4,2
	90	136	22	9	7	33	44	4,7
2	0	170	-	-	-	-	-	5,2
	90	225	18	15	9	44	61	5,8
3	0	156	-	-	-	-	-	5,1
	90	205	17	14	9	39	54	5,5

*1-я подкормка N_{45} по всходам, 2-я подкормка N_{45} – в начале бутонизации.

Таким образом, получение высоких урожаев при повышении уровня минерального питания растений неразрывно связано не только с существенным увеличением выноса азота, но и затрат его на создание единицы продукции, что очень важно учитывать при балансовых расчетах доз азотных удобрений.

Эффективность азотных удобрений является интегральным показателем прямого и косвенного действия внесенного азота на формирование урожая и обусловливается как непосредственным его участием в питании растений, так и влиянием удобрений на дополнительную мобилизацию растениями азота почвы. Естественной гомеостатической реакцией почвы на внесение удобрений, как саморегулирующейся системы, стремящейся к определенному динамическому равновесию содержания в ней гумуса и азота, является активизация процессов внутрипочвенного цикла трансформации азота, в том числе минерализации и иммобилизации.

Применение меченной ^{15}N аммонийной селитры позволило определить реальные коэффициенты использования азота удобрения, размер иммобилизации его в почве и газообразных потерь, а также вычленить роль азота почвы и азота удобрений в питании картофеля на почвах разного уровня плодородия.

В наших опытах внесение азотных удобрений значительно увеличивало использование азота дерново-подзолистой почвы, причем с повышением ее окультуренности размер дополнительной мобилизации и доля почвенного азота в общем выносе его растениями возрастали (табл. 3). В полевом стационаре, со сложившейся системой применения удобрений в севообороте, коэффициенты использования азота аммиачной селитры картофелем, определенные по разнице с контролем в среднем за 5 лет, были на 5-17% выше, чем коэффициенты, определенные изотопным методом.

Размеры дополнительной мобилизации азота почвы картофелем при внесении N_{90} в два срока (N_{45} по всходам и N_{45} в бутонизацию) составляли на средне окультуренной почве 5-9 кг/га, хорошо окультуренной почве – 9-15 кг/га (табл. 3). В целом внесение единицы азота удобрения на систематически удобряемых окультуренных почвах приводило к дополнительной мобилизации растениями 0,1-0,2 единицы почвенного азота. Внесение Naa в слабоокультуренную почву во все годы проведения опытов не оказывало влияния на использование картофелем азота почвы, о чем можно судить по величине дополнительной

мобилизации почвенного азота растениями и коэффициентам использования азота удобрения, определенным разностным и изотопным методами, которые мало различались (табл. 3-5). Доля меченного ^{15}N азота аммиачной селитры в составе общего выноса азота растениями на слабоокультуренной почве изменялась по годам в пределах 15-24% и составила в среднем за 5 лет 17%.

Полученные данные свидетельствуют о существенном снижении устойчивости гумуса к минерализации по мере повышения его содержания в почве.

Важно отметить, что соотношение между азотом удобрения и почвы во многом зависит от уровня ее плодородия и предшествующей удобренности. В вариантах, где органические и минеральные удобрения с 1974 г. не вносились (фон 1) и в силу этого доступность почвенного азота была ниже, доля азота аммиачной селитры в общем выносе растениями была выше, чем в вариантах с систематическим применением удобрений (фон 2 и 3).

Таблица 4. Влияние срока внесения аммиачной селитры на урожай картофеля и использование азота удобрений

Сроки внесения азота, кг/га				Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Коэффициенты использования азота, %		Затраты азота, кг/т клубней
до посадки	по всходам	бутонизация	цветение			разностным методом	изотопным методом	
-	-	-	-	178 242	-	-	-	4,0 4,5
90	-	-	-	274 325	96 83	49 46	41 38	4,6 5,0
-	90	-	-	293 341	115 99	56 54	48 45	4,4 4,9
-	-	90	-	248 324	70 82	40 48	36 34	5,1 5,3
45	45	-	-	282 330	104 88	52 50	44 40	4,5 5,1
45	-	45	-	276 242	98 100	51 55	39 36	4,6 5,0
-	45	-	-	292 350	114 108	5 59	42 39	4,5 4,9
45	-	-	45	250 315	72 73	41 44	35 30	5,1 5,4

-	45-	-	-	254 311	76 69	43 40	37 33	5,0 5,3
$НСР_{05}$				17 21				

Примечание: в числителе – по фону 1 $Р_{120}К_{160}$, в знаменателе – по фону 2 навоз 35 т/га+$Р_{80}К_{80}$

Более благоприятные агрохимические и агрофизические свойства окультуренных почв способствовали лучшему росту и развитию растений и потреблению ими азота. Коэффициенты использования азота аммиачной селитры картофелем, определенные разностным и изотопным методами, были на этих почвах гораздо выше, чем на кислой неокультуренной почве. В то же время исследованиями установлено, что реальные коэффициенты использования азота удобрения, определенные изотопным методом, в довольно широком диапазоне варьирования агрохимических показателей почвы (фон 2, 3) практически не зависели от ее плодородия (табл. 5). Однако, на деградирующих окультуренных почвах, где органические и минеральные удобрения длительное время не вносились (фон 1), коэффициенты использования азота удобрения, определенные разностным и изотопным методами, также были ниже по сравнению с фонами 2 и 3, вследствие существенного снижения содержания в почве доступных растениям элементов питания, в том числе фосфора и калия.

Таблица 5. Баланс меченного N азота аммиачной селитры под картофелем, %

Статья баланса	Срок внесения азота, фаза и доза	Слабо-окультуренная почва	Средне окультуренная почва			Хорошо окультуренная почва		
			фон					
			I	2	3	1	2	3
Использовано растениями	Всходы, N45	11	37	53	50	40	54	48
	Бутонизация, N45	7	22	31	30	26	34	30
	В сумме, N90	9	29	42	40	33	44	39
Закрепилось в почве	Всходы, N45	8	20	30	30	23	34	31
	Бутонизация, N45	6	24	29	26	27	32	27
	В сумме, N90	7	22	30	28	25	33	29
Дефицит в слое 0-30 см	Всходы, N45	78	43	17	20	37	12	21
	Бутонизация, N45	82	48	38	40	43	32	40
	В сумме, N90	80	46	27	30	40	22	31

Таким образом, эффективность удобрений определяется не только уровнем потенциального почвенного плодородия, но и степенью обеспеченности растений элементами питания в отдельные периоды их роста и развития. Так, низкое содержание в почве подвижных форм азота – непременная предпосылка (при прочих равных условиях) более высокой отзывчивости сельскохозяйственных культур на азотные удобрения. Подобно тому, как при равном содержании в почве подвижного природного азота улучшение водно-физических свойств почвы и питания растений другими элементами будет способствовать повышению размера использования азота удобрений.

Следовательно, в зависимости от содержания в почве природного азота, сбалансированности питания растений макро- и микроэлементами, агротехнических условий возделывания сельскохозяйственных культур, реальные коэффициенты использования азота удобрений могут колебаться в широком диапазоне и вряд ли следует ожидать тесной корреляции их с почвенным плодородием в целом без строгой дифференциации почв по уровню содержания доступного азота.

Большое влияние на эффективность азотных удобрений оказывали сроки их внесения. Результаты изучения с помощью перекрестной метки ^{15}N эффективности дробного применения аммиачной селитры в мелкоделяночных полевых опытах с картофелем на дерново-подзолистых почвах разной степени окультуренности и предшествующей удобренности показали, что сроки внесения удобрения оказывают более существенное влияние на доступность растениям и структуру баланса азота, нежели почвенное плодородие, за исключением крайне деградированных кислых почв. Коэффициенты использования азота аммиачной селитры на окультуренных почвах в среднем за 5 лет были в 1,5-1,7 раза выше при внесении N_{45} по всходам картофеля, чем в фазу бутонизации, и составляли соответственно 37-54 и 22-34% (табл. 5).

Изучение путей трансформации меченой $N_{аа}$ в почве показало, что размеры иммобилизации азота, характеризующие направленность процессов его трансформации во внутрипочвенном цикле, обусловливались в большей мере содержанием в почве лабильного, доступного микроорганизмам органического вещества и практически не зависели от срока внесения удобрения. На почвах, где органические удобрения не вносились с 1974 г. (фон 1), закрепление азота удобрения в почве в среднем составило 20-27%, а при систематическом внесении в севообороте навоза (фоны 2, 3) иммобилизация азота $N_{аа}$ увеличивалась до 26-34%. Наряду с закреплением, часть азота удобрения (2-4%) оставалась к концу опыта в минеральной форме.

Низкая активность потребления азота картофелем на поздних этапах развития приводила, при благоприятных условиях для жизнедеятельности денитрификаторов, к значительному увеличению его газообразных потерь. В среднем за 5 лет дефицит азота селитры в слое 0-30 см систематически удобряемых средне-и хорошо окультуренной почв при внесении N_{45} по всходам картофеля составил 12-21%, а при применении той же дозы удобрения (N_{45}) в фазу бутонизации увеличивался до 30-40% (табл. 5). Наибольшие потери азота $N_{аа}$ (78-82% от внесенного количества) происходили из слабоокультуренной почвы вследствие очень малого использования его растениями.

Таблица 6. Баланс меченного ^{15}N азота аммонийной селитры при разных сроках ее внесения под картофель на дерново-подзолистой средне окультуренной почве

Срок внесения азота				Использовано растениями, %	Осталось в почве		Дефицит азота в слое 0-30 см
до посадки	по всходам	бутонизация	цветение		в органической форме	в минеральной форме	
90				41 38	27 34	1 2	31 26
	90			48 45	28 32	2 3	22 20
		90		36 34	24 27	6 6	34 33
45	45			44 40	33 35	2 3	21 22

45				39 36	30 32	4 4	28 28
	45			42 39	29 32	3 4	26 25
45				35 30	25 28	6 7	34 35
	45			37 33	27 28	6 8	30 31

Установленное с помощью перекрестной метки существенное различие доступности растениям азота удобрения, внесенного в отдельные фазы их развития, послужило поводом для более детального изучения путей трансформации и эффективности N_{aa} при разных сроках ее применения под картофель. Опыты проводили на среднеокультуренной дерново-подзолистой почве полевого стационара учхоза ТСХА "Михайловское". Методика и агротехнические условия их проведения те же, что и микрополевых опытах.

Результаты исследований показали, что наиболее эффективным было внесение всей дозы (N_{90}) по всходам растений или дробно: N_{45} по всходам и N_{45} в фазу бутонизации. Прибавки урожая клубней при внесении Naa в эти сроки составили в среднем за 3 года 100-115 ц/га. Применение всей дозы азота (N_{90}) перед посадкой картофеля, а также перенесение части ее (N_{45}) в подкормку в фазе цветения приводило к значительному снижению урожайности. Следует отметить, что эффективность аммиачной селитры на фоне внесения органических удобрений (35 т/га) и $P_{120}K_{80}$ была несколько ниже, чем на фоне фосфорно-калийных удобрений ($P_{12O}K_{140}$), однако закономерность действия сроков внесения Naa на урожайность картофеля оставалась практически одинаковой.

Важным показателем рационального применения азота удобрений в агрономическом и экологическом аспектах является размер использования его растениями. По результатам наших опытов, коэффициенты использования азота удобрения растениями, определенные разностным методом (по разнице выноса азота картофелем в удобренном и неудобренном вариантах), в среднем за 3 года составили 40-59% и были наиболее высокими (54-59%) при внесении N_{90} по всхо-

дам, и при внесении N_{45} по всходам и N_{45} в фазе бутонизации. Внесение всей дозы аммиачной селитры (N_{90}) или же части ее (N_{45}) до посадки, а также перенесение азота в подкормку в фазе цветения значительно снижало использование азота растениями. Внесенные под зяблевую вспашку органические удобрения в дозе 35 т/га не оказывали существенного влияния на коэффициенты использования азота селитры, установленные разностным методом.

Реальные коэффициенты использования азота Naa, определенные изотопным методом, варьировали в пределах 30-48% в зависимости от срока его внесения и были на 4—20% меньше в сравнении с коэффициентами, определенными разностным методом. Применение органических удобрений несколько снижало (на 2-5%) использование картофелем азота аммиачной селитры (табл. 4).

Сроки внесения Naa оказывали также существенное влияние на процессы внутри-почвенного цикла трансформации азота удобрения (табл. 6). Применение азота в поздние фазы развития растений уменьшало размер иммобилизации его в почве (на 5-10%) и значительно увеличивало потери и остаточное содержание азота в минеральной форме в период уборки картофеля.

Заключение

Эффективность азотных удобрений на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в длительном стационарном опыте при сложившейся системе применения органических и минеральных удобрений в большей степени зависела от срока внесения азота, нежели от почвенного плодородия. На окультуренных почвах наиболее высокие прибавки урожая картофеля и увеличение использования азота наблюдались при внесении всей дозы N_{90} по всходам картофеля или дробно N_{45} по всходам и N_{45} в фазу бутонизации. Плодородие дерново-подзолистой почвы в довольно широком диапазоне изменения ее агрохимических показателей не оказывало (за исключением крайне деградированной почвы) существенного влияния на коэффициенты использования и структуру баланса азота удобрения. Внесение Naa в поздние фазы развития растений

снижало закрепление азота в почве и значительно увеличивало его потери и содержание в минеральной форме в период уборки картофеля.

Литература

1. Гамзиков Г.П., Кострик Г.И., Емельянова В.Н. Баланс и превращение азота удобрений. – Новосибирск: Наука. – 1985. –160 с.
2. Кореньков Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений. М.: Россельхозизда т. – 1985. –221 с.
3. Кудеяров В.Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений. М: Наука. – 1989. –216 с.
4. Ермохин Ю.И., Бобренко И.А., Красницкий В.М. Почвенная диагностика потребности с.-х. культур в удобрениях. Плодородие. –2004. –№1. – С. 4-7.
5. Кидин В.В. Основы питания растений и применения удобрений. М,: РГАУ-МСХА. – 2008. – 415с.
6. Кидин В.В., Замараев АТ., Дмитриев Н.Н. Урожайность озимой пшеницы и коэффициент использования азота удобрений в зависимости от срока подкормки аммиачной селитрой // Изв. ТСХА. – 1990. – Вып. 2. – С.55.
7. Руделев Е.В. Минерализация – иммобилизация азота в основных типах почв России и эффективность азотных удобрений: Автореф. дис... докт. с.-х. наук. М.: ВИУА. – 1992. – 34 с.
8. Лыков А.М. Гумус и плодородие почвы. М.: Московский рабочий – 1985. –192 с.

УДК 631.58 (470.4)

ПОЛЕВЫЕ СЕВООБОРОТЫ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Беленков А.И.

Аннотация

В статье приводятся данные многолетних исследований автора по изучению структуры посевных площадей, схем полевых севооборотов, дается их экономическая и агроэнергетическая оценка, анализируются биологизированные приемы повышения плодородия зональных почв в сухостепной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья.

Многолетние исследования по изучению схем полевых севооборотов в сухостепной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья выполнены автором совместно с коллегами в период с 1982 по 2008 гг. В таблице 1 приводится продуктивность изученных вариантов севооборотов в различных зонах [1].

Таблица 1. Валовой выход зерна со 100 га севооборотной площади, т

№ п./п.	Схема опытных севооборотов	Выход зерна со 100 га пашни, т
Учхоз «Горная Поляна (1982-1991 гг.)		
I	Пар черный – озимая пшеница	104,5
II	Пар черный – озимая пшеница – ячмень	113,9
III	Пар черный – озимая пшеница – ячмень – ячмень	125,5
IV	Пар ч.–оз. пшеница–яр. пшеница–просо–яр. пшеница – ячмень	109,4
V	Пар ч.–оз. пшеница–оз. пшеница – яр. пшеница – нут – оз. пшеница – ячмень	103,7
	$НСР_{05}$, т/га	18,0-20,7
Прикаспийский НИИ аридного земледелия (1993-1999 гг.)		
I	Пар черный – озимая рожь	81.9
II	Пар черный – озимая рожь- сорго	91.0
III	Пар черный – озимая рожь - ячмень	92.5
IV	Пар черный – озимая рожь – сорго – ячмень	88.6
V	Пар черный – озимая рожь – просо - ячмень	86.7
	$НСР_{05}$, т/га	4,2-19.7
Учхоз «Горная Поляна» (2007-2009 гг.)		
I	Пар черный– озимая пшеница	73,4
II	Пар ч. - нут	52,4
III	Пар ч.–оз. пшеница–нут	45,5
IV	Пар ч.–оз. пшеница – подсолнечник – ячмень	49,8
V	Пар ч.–оз. пшеница–нут-ячмень	47,0
	$НСР_{05}$, т/га	3,7-5,2

Нижнее-Волжский НИИСХ (2007-2009 гг.)		
I	Пар ч. – оз. пшеница – яр. пшеница – ячмень	67,0
II	Пар ч. – оз. пшеница – эспарцет (сидерат)	60,8
III	Пар ч.–оз. пшеница–эспарцет (сид.)-эспарцет (сид.)	57,9
IV	Пар ч. – оз. пшеница – нут - яр. пшеница	64,2
	$НСР_{05}$, т/га	4,9-5,1

За первые годы исследований в учхозе «Горная Поляна» Волгоградской ГСХА наиболее продуктивным оказался четырехпольный III севооборот с площадью черного пара 25%., что связано с относительно высокой урожайностью озимой пшеницы и двух ячменей, замыкающих севооборот. Несколько меньший валовой сбор со 100 га пашни отмечен по трехпольному севообороту II и шестипольному IV. Менее продуктивными оказались варианты самой короткой и самой длинной ротации I и V. Таким образом, в подзоне светло-каштановых почв сухой степи наиболее продуктивными оказались четырехпольные севообороты, с тенденцией в пользу двух- и трехполок в сильно засушливые годы.

В среднем за семь лет исследований в полупустынной зоне на опытном поле ПНИИАЗа наиболее продуктивными оказались II и III трехпольные севообороты, при этом вариант с ячменем выглядел предпочтительнее. Далее идут четырехпольные севообороты, особенно следует выделить IV вариант, где присутствует продуктивное сорго. Из-за формирования относительно невысоких урожаев просом, вариант V находился на предпоследнем месте. Двухпольные севообороты за семь лет исследований давали минимальную продуктивность по выходу зерна с единицы площади. В острозасушливые годы(1998 и 1999) валовой выход продукции у двухполок на уровне III и IV вариантов, что подтверждает положение об увеличении сборов зерна при неблагоприятных условиях в севооборотах короткой ротации. Другими словами, практикуемое в последние годы чередование пар-посев не зарекомендовало себя однозначно и в зоне с усилением аридизации климата.

Влияние структуры севооборотов, набора культур и предшественников в исследованиях 2007-2009 гг. по учхозу «Горная Поляна» выглядело сле-

дующим образом. Наиболее продуктивными зарекомендовали себя двухпольные вариант пар-посев и, прежде всего, пар - озимая пшеница, достаточно стабильной оказалась комбинация и пар-нут. Среди трехполок выделяем варианты с размещением в них после паровой озими нута Четырехпольные варианты по продуктивности культур в них располагались: в убывающей последовательности от варианта пар черный–озимая пшеница–подсолнечник–ячмень к сочетанию пар черный–озимая пшеница–нут–ячмень.

Сравнение продуктивности изучаемых севооборотов в условиях Нижне-Волжского НИИСХ по выходу зерна со 100 га пашни в среднем за три года свидетельствует о превышении варианта зернопарового относительно зернопаротравянового на 6,2 т. Сидеральный севооборот с двумя полями эспарцета по продуктивности уступал контрольному варианту 9,1 т и зернопаротравяному севообороту 6,3 т. Разница между первым вариантом и вторым составила 6,2 т, с четвертым – 2,8т.

В наших исследованиях использовался расчетный метод определения баланса гумуса в севооборотах, изучаемых в ПНИИАЗе (табл. 2).

Таблица 2. Баланс гумуса почвы под культурами полевых севооборотов

Чередование культур в севообороте	Поступление в почву органической массы, т/га	Образование гумуса из органической массы, кг/га	Минерализация гумуса, кг/га	Баланс гумуса ± кг/га
Пар черный – озимая рожь – сорго–ячмень	10,6	997,7	2467	-1469
Пар черный – озимая рожь –сорго–ячмень +донник (сид.)	15,4	1560	1601	-41
Пар черный–озимая рожь–ячмень+донник – донник (сид.)–сорго	15,3	1546	1593	-47
Пар черный – озимая рожь – ячмень – одн. сидераты – сорго	14,7	1533	2491	-957
Пар черный – озимая рожь – ячмень + мн. травы – мн. травы 1 г. – мн. травы 2г.– просо	14,3	1154	771	+385

В контрольном четырехпольном зернопаропропашном севообороте (пар черный – озимая рожь – зерновое сорго – ячмень) изучалось влияние запашки ржаной соломы на режим органического вещества почвы. Исследования показали, что здесь сложился отрицательный баланс гумуса, составлявший в среднем по севообороту 1469 кг/га. Минерализация гумуса в 2,5 раза превышала его образование, происходящее за счет поступивших в почву пожнивно-корневых остатков зерновых культур и соломы озимой ржи в количестве 8,57 т/га.

Влияние двулетнего донника на баланс органического вещества почвы изучалось в системе пятипольного зернопаропропашного севооборота с различным местом размещения и использования в них донника. Исследования показали, что размещение в севообороте ячменя с сидеральным донником под чистый пар и сорго позволило значительно снизить потери гумуса из почвы, практически приблизив баланс к бездефицитному. Потери гумуса в среднем за ротацию этих севооборотов составили соответственно 41 и 47кг/га.

В шестипольном зернопаротравяном севообороте многолетние травы предшествовали размещению по ним проса в замыкающем поле. Уровень минерализации гумуса в севообороте с травами первого и второго года пользования составил 771 кг/га, что на 1696 кг/га (в 3,2 раза) ниже, чем на контрольном варианте. В результате благоприятного сочетания количества минерализованного (771 кг/га) и новообразованного (1154 кг/га) гумуса в зернопаротравяном севообороте сложился положительный баланс гумуса, составивший +383 кг/га. Таким образом, только введение в состав севооборотов порядка трех полей с многолетними травами (до 33,2% площади) позволило обеспечить положительный баланс гумуса даже без запашки пожнивной соломы озимых. Использование донника на сидерат в пятипольных севооборотах совместно с запашкой соломы в благоприятные по увлажнению годы практически полностью до -41 -47 кг/га устраняло дефицит гумуса.

Расчет баланса гумуса, произведенный по методике ВНИИЗиЗПЭ [2] показывает, что за счет массы новообразованного гумуса в сидеральных севооборотах на основе поступившего в почву энергетического материала сидератов и растительных остатков возделываемых культур, создается положительный баланс гумуса (табл.3). В зернопаровом биологизированном четырехпольном севообороте баланс гумуса отрицательный. Однако сопоставление расхода и прихода гумуса в зернопаровом севообороте с нутом указывает на снижение дефицита гумуса в 2 раза по сравнению с небиологизированным контрольным севооборотом

Таблица 3. Баланс гумуса почвы в севооборотах за 2007-09 гг.
(Нижне-Волжский НИИСХ)

Севообороты	Расход гумуса т/га	Новообразованный гумус (т/га) за счет					Баланс ±
		накопленной энергии	азота		сидераты	всего	
			пожнивно-корневых остатков	симбиотического			
Пар ч.–оз. пш.– яр. пш.– ячмень	-1,29	0,51	0,38	-	-	0,89	-0,40
Пар ч. – оз. пш.– эспарцет (сид)	-1,32	0,40	0,85	0,10	0,05	1,40	+0,08
Пар ч. – оз. пш.– эспарцет (сид.) – эспарцет(сид.)	-1,25	0,35	0,73	0,13	0,07	1,38	+0,13
Пар ч. – оз. пш. – нут– яр. пш.	-1,28	0,46	0,39	0,22	-	1,07	-0,21

В зернопаротравяном и сидеральном севооборотах отмечается положительный баланс гумуса, причем в севообороте с двумя полями эспарцета разница с вариантом, в котором одно поле сидерата, составила 2 раза, соответственно +0,13 и +0,08 т/га. В сидеральном севооборотах отмечается положительный баланс гумуса, причем в севообороте с двумя полями эспарцета разница с вариантом, в котором одно поле сидерата, составила 1,5 раза.

В таблице 4 представлен расчет агроэнергетической эффективности различных схем полевых севооборотов, Из приведенных расчетов вытекает закономерная тенденция увеличения энергии, содержащейся в урожае и затрат совокупной энергии по мере удлинения ротации севооборота. Так же за-

кономерно изменялась энергоемкость 1 т зерна, имея минимальное значение по варианту I и максимальное на варианте V. Важно оценить изучаемые севообороты по коэффициенту энергетической эффективности (КЭЭ). Считается, что изучаемый вариант энергетически эффективен, если КЭЭ превышает 1. В нашем случае только севообороты I, II и III имели коэффициент более , причем последний имел преимущество.

Таблица 4. Агроэнергетическая эффективность полевых севооборотов

Показатели	Варианты севооборотов				
	I	II	III	IV	V
Учхоз «Горная Поляна» (1982-1991 гг.)					
Продуктивность севооборота, т на 100 га пашни	104.5	114,9	125,5	109,2	103,7
Энергия урожая, МДж/100 га	1719213	2008095	2284729	1814004	1705482
Затраты совокупной энергии, МДж/100 га	1550060	1718577	1887094	2357692	2599136
Энергоемкость 1 т зерна, МДж	14833	14957	15037	21595	25064
Приращение валовой энергии, МДж на 100 га пашни	369153	289516	397635	-543688	-893654
КЭЭ	1,11	1,17	1,21	0,77	0,66
Прикаспийский НИИ аридного земледелия (1993-1999 гг.)					
Продуктивность севооборота, т на 100 га пашни	81,9	92,5	91,0	88,6	86,4
Энергия урожая, МДж/100 га	1372759	1536111	1486940	1446670	1444470
Затраты совокупной энергии, МДж/100 га	1325050	1554195	1625320	1854465	1821230
Энергоемкость т зерна, МДж	16179	16802	17861	20931	21079
Приращение валовой энергии, МДж на 100 га пашни	47709	-18084	-138380	-407758	-406760
КЭЭ	1,04	0,99	0,91	0,78	0,77
Учхоз «Горная Поляна» (2007-2009 гг.)					
Продуктивность севооборота, т на 100 га пашни	73,4	52,4	45,0	49,0	47,0
Энергия урожая, МДж/100 га	1112282	919890	796059	784502	831439
Затраты совокупной энергии, МДж/100 га	1025050	862532	1321230	1564280	1535890
Энергоемкость 1 т зерна, МДж	14042	16587	29360	35552	32679
Приращение валовой энергии, МДж на 100 га пашни	187232	57358	-525171	-779778	-704451
1	2	3	4	5	6
КЭЭ	1,18	1,07	0,60	0,50	0,54

Нижне Волжский НИИСХ (2007-2009 гг.)					
Продуктивность севооборота, т на 100 га пашни	67,0	60,8	57,9	64,7	-
Энергия урожая, МДж/100 га	1095678	953416	924651	108463	
Затраты совокупной энергии, МДж/100 га	983962	936648	907531	987744	
Энергоемкость 1 т зерна, МДж	13566	13840	18208	15187	
Приращение валовой энергии, МДж на 100 га пашни	111716	16768	17120	111891	
КЭЭ	1,11	1,06	1,02	1,09	

Данные по агроэнергетической эффективности полевых севооборотов в Прикаспийском НИИ аридного земледелия свидетельствуют о преимуществе коротко ротационных вариантов, в которых наблюдались наименьшие затраты совокупной энергии, минимальная энергоемкость 1 т зерна и, как следствие, наибольший КЭЭ. По мере увеличения количества полей и культур в севооборотах отмечалось повышения двух первых показателей и сокращения последнего. Так, минимальная величина коэффициента энергетической эффективности зафиксирована по вариантам IV и V. Между ними различия несущественны. В V варианте были несколько большими энергетические затраты на возделывание пропашного сорго. Поскольку по вариантам продуктивность зерна со 100 га на 2,2 т разнилась в пользу первого, результирующие энергетические показатели оказались одинаковыми.

Наши данные согласуются с мнением некоторых ученых и, особенно аграрников-практиков, о выгодности коротко ротационных севооборотов относительно вариантов с большим количеством полей, когда речь идет об энергетической и экономической их оценке. Это связано с увеличением материальных, денежных, энергетических затрат в длинно ротационных севооборотах при относительно невысокой продуктивности [3].

Относительно невысокая продуктивность севооборотов в расчете на 100 га пашни предопределила получение незначительных по величине энергетических показателей, таких, как содержание энергии в урожае, приращение валовой энергии, коэффициент энергетической эффективности. По ито-

гам исследований в учхозе «Горная Поляна» за 2007-09гг. получены положительные результаты только по вариантам I и II.

Продуктивность озимой пшеницы и нута по черному пару в двухпольных севооборотах обеспечили получение коэффициента энергетической эффективности соответственно 1,18 и 1,07. На остальных вариантах севооборотов отмечается снижение приводимых показателей и повышение энергоемкости единицы урожая. Среди трехпольных и, тем более, четырехпольных, севооборотов энергетически эффективные варианты отсутствовали, в силу недостаточной их продуктивности и больших энергетических затрат на возделывание культур.

На опытном поле Нижне-Волжского НИИСХ максимально энергетически эффективными следует признать варианты I и IV.

Максимальная продуктивность отдельных севооборотов положительно повлияла на показатели экономической эффективности (табл. 5).

Таблица 5. Экономическая эффективность различных схем севооборотов

Показатели	Варианты севооборотов				
	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
Учхоз «Горная Поляна» (1982-1991 гг.)					
Валовой сбор зерна со 100 га пашни, т	104,5	114,9	125,5	109,4	103,7
Затраты на производство зерна, руб./га	2500,0	2250,	2115,0	1980,0	2500,0
Стоимость продукции с 1 га, руб.	3135,0	3044,8	3325.8	2448,5	3111,0
Себестоимость 1 т продукции, руб.	2392,3	1958,2	1685,3	1816,5	2410,8
Расчетная прибыль на 1 т, руб.	607,7	691,8	981,4	703,9	522,5
Уровень рентабельности, %	25,4	35,3	58,2	38,7	30,0
Прикаспийский НИИ аридного земледелия (1993-1999 гг.)					
Валовой сбор зерна со 100 га пашни, т	81,9	92,5	91,0	88,6	86,4
Затраты на производство зерна, руб./га	2200	2100	2200	2100	2050
Стоимость продукции с 1 га, руб.	3293,2	3451,3	3220,0	1905,0	1944,0
Себестоимость 1 т продукции, руб.	2686,2	2270,2	2417,6	2370,2	2372,7
Расчетная прибыль на 1 т, руб.	113,8	380,0	-467,6	-236,8	-246,0
Уровень рентабельности %	+4,2	+16,7	-19,3	-10,0	-11,5

Учхоз «Горная Поляна» (2007-2009 гг.)					
Валовой сбор зерна со 100 га пашни, т	73,4	54,7	50,2	49,0	47,0
.Стоимость продукции руб./тонну	5000	10000	6250	10000	10000
Затраты на производство зерна, руб./га	2680	3615	2825	3150	3645
Стоимость продукции с 1 га, руб.	3650,0	5200	3137,5	4500	4700
Себестоимость 1 т продукции, руб.	3671	6951,9	5627,5	7000	7755,0
Расчетная прибыль на 1 т, руб.	970	1585	312,5	1350,0	1055,0
Уровень рентабельности %	26,4	22,8	5,6	19,3	13,6
Нижне-Волжский НИИСХ (2007-2009 гг.)					
Валовой сбор зерна со 100 га пашни, т	67,0	60,8	54,9	64,7	-
Затраты на производство зерна, руб./га	2431	2200	2230	2601	
Стоимость продукции с 1 га, руб.	3200	3350	2550	3300	
Себестоимость 1 т продукции, руб.	5000	5333	6220	5238	
Расчетная прибыль на 1 т, руб.	769	1150	320	699	
Уровень рентабельности %	37,8	45,5	14,3	26,9	

Самая низкая себестоимость, с одной стороны, и наибольшие прибыль и рентабельность в исследованиях с другой, по учхозу за 1982-1991 гг., зафиксированы по четырехпольному варианту III Близкие показатели по уровню рентабельности получены у вариантов II и. IV. При формировании относительно наибольшей продуктивности по варианту I, здесь рентабельность выше, чем у II варианта.

Выводы

1. Расчет экономической эффективности при оценке полевых севооборотов в ПНИИАЗе свидетельствует о высоких затратах на возделывание с.-х. культур и содержание черного пара, об их убыточности. Причем с увеличением количества низкоурожайных культур (сорго и просо) в севооборотах резко снижались прибыль и рентабельность. Единственные варианты, где зафиксирована положительная рентабельность II и I.

2. Расчеты экономической эффективности в учхозе «Горная Поляна» за период 2007-2009 гг. свидетельствуют о некотором преимуществе двухполь-

ных севооборотов. Высокая стоимость единицы продукции определили, несмотря на большие затраты, снижение себестоимости и более высокие показатели расчетной прибыли и уровня рентабельности. Положительно проявили себя варианты I, II и IV, по которым рентабельность составила порядка 20%.

3. Экономическая оценка различных приемов биологизации севооборотов зерновой специализации в НВ НИИСХ выявила преимущество четырехпольного контрольного севооборота (рентабельность 37,8%) и зернопаротравяного трехпольного севооборота (рентабельность 45,5%) по сравнению с нутом и биологизированным с двумя полями эспарцета.

Литература

1. Беленков А.И. Севообороты и обработка почвы в степной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья: Монография / А.И. Беленков.– М., 2010.– 279 с.
2. Сафонов А.Ф. Воспроизводство плодородия почв агроландшафтов: Уч. пособие / А.Ф. Сафонов. М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.–390 с.
3. Сухов А.Н. Агроэкономические основы полевых севооборотов и обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Нижнего Поволжья / А.Н. Сухов, К.А. Имангалиев, А.К. Имангалиева.– Волгоград, 2011.– 192 с.

УДК 631.582:631

АГРОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ СЕВООБОРОТОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ БЕЛАРУСИ. РЕЗУЛЬТАТЫ 30-ЛЕТНЕГО СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА

Никончик П.И.

Аннотация

Раскрыты способы и пути биологизации и экологизации земледелия в Республики Беларусь за счет использования соломы, а также насыщения различных типов севооборотов промежуточными культурами, используемыми на корм и зеленое удобрение. Данные приемы позволяют увеличить насыщение зерновыми до 67-75% без снижения их урожайности.

Площадь сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь составляет 7720 тыс. га, из них пахотные земли занимают 4822 тыс. га, сенокосы и пастбища – 2848 тыс. га, многолетние насаждения – 50 тыс.га. По гранулометрическому составу в пахотных землях преобладают супесчаные, которые занимают 50,0% от всей площади, суглинистые – 22,3%, песчаные – 21,9% и глинистые – только 0,1%. Среди супесчаных почв суглинками подстилается 28,3%, песками – 21,7%. В группе песчаных почв суглинками подстилается только 3.2%, остальные представлены мощными песками (18,7%). Средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах республики составляет 2,23%, подвижного фосфора 183 мг/кг и подвижного калия 196 мг/кг почвы, pH 5,95.

Сельское хозяйство Беларуси развивается в направлении специализации. Созданы и функционируют многие крупные животноводческие фермы и комплексы. Осуществляется также процесс специализации и концентрации производства в растениеводстве. Это потребовало новых подходов в использовании земли, разработки и внедрения специализированных севооборотов в соответствии с направленностью развития хозяйства.

Почвы республики характеризуются большой пестротой по уровню плодородия. Большие различия наблюдаются по типам почв, гранулометрическому составу, степени увлажнения, эродированности, закономерности, агрохимическим свойствам и другим показателям. Поэтому на таких почвах вводятся так называемые контурно-экологические или почвенно-экологические севообороты с чередованием культур на каждом рабочем участке во времени. В задачу наших исследований входило разработка севооборотов для хозяйств разной специализации.

Условия и методика исследований

Исследования проводились в 1978-2010 гг. в стационарном опыте в экспериментальной базе «Жодино» Смолевичского района Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднеоподзоленная, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемом с глуби-

ны 50-70 см моренным суглинком. Пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса- 2,44%, общего азота – 0,126%, P_2O_5- 240 мг/кг, K_2O – 220мг/кг почвы, pH $_{KCL}$ -6,4.

Всего исследуется 20 схем севооборотов, из которых 2-9-ти польные, 9-8-ми польные, 1-6-ти польный, 2-5-ти польные, 4-4-х польные, 1-3-х польный, 1-2-х польный. По типам изучаемые севообороты относятся к полевым и кормовым. По видам - включают: зернотравянопропашные, зернотравяные, зернопропашные, зерновые, пропашные. В исследуемых севооборотах удельный вес основных культур составляет: зерновых – от 33 до 75%; многолетних трав – от 12 до 100%; однолетних трав – от 12 до 40%; пропашных – от 12 до 100%; промежуточных культур – от 12 до 37%. В севооборотах используется подстилочный навоз в дозе 11,2т на 1 га пашни (по 45 т/га дважды за 8-летнюю ротацию). Минеральные удобрения под каждую культуру применяются в рекомендуемых дозах.

В зерновом севообороте изучается использование соломы в качестве органического удобрения. Запашка ее проводится в чистом виде, а также в сочетании с бесподстилочным навозом и пожнивными крестоцветными культурами (по отдельности и вместе) при использовании на корм и зеленое удобрение.

В качестве промежуточных культур в севооборотах изучаются озимая рожь на зеленую массу, различные культуры в подсевных, поукосных и пожнивных посевах. Пожнивные культуры изучаются с использованием на корм и зеленое удобрение в чистом виде и в сочетании с соломой.

Результаты исследований и их обсуждение

1. Сравнительная продуктивность основных полевых культур в севооборотах на дерново-подзолистой легкосуглинистой почв.

Результаты исследований за 1980-2011 гг. по продуктивности культур, размещаемых в севооборотах по оптимальным предшественникам, представлены в табл.1. Полученные данные показывают большие различия в общей и протеиновой продуктивности между культурами, относящимся как к разным

хозяйственно-биологическим группам, так и в пределах одной группы. По выходу кормовых единиц с гектара эти различия составляют 4,0 раза, а по и количеству переваримого протеина – 5,7 раза.

Таблица 1. Продуктивность кормовых и зерновых культур, 1980-2011 гг.

№ севооборо-	Культура	Доза минеральных удобрений			Урожайность, ц/га	Кормовые единицы, ц/га	Переваримый протеин, ц/га
		№	Р	К			
9	Клевер	-	90	150	672	135	17,7
1	Клевер+тимофеевка 1 г.п.	-	90	150	601	118	14,2
1	Клевер+тимофеевка 2 г.п.	90	90	150	552	112	12,0
7	Клевер +злаки 3 г.п.	180	90	150	447	89,4	9,3
7	Клевер + злаки 4 г.п.	180	90	150	404	80,9	8,17
5	Злаки 1- 4 г.п.	180	90	150	376	75,2	7,52
5	Галега восточная 1-4 г.п.	-	90	150	533	108	15,4
11	Люцерна + клевер 1-4 г.п.	-	90	150	494	98,8	14,5
7	Горох-овес на зеленую массу	40	60	90	307	42,8	6,12
13	Горох-овес на з/м + редька масличная, поукосно	100	90	150	586	73,5	10,6
16а	Озимая рожь на з/м + горох-овес+редька масличная, поукосно	180	90	150	916	119	16,5
5	Озимая рожь на з/м + люпин узколистный + редька масличная поукосно	180	89	150	857	111	15,4
6	Озимая рожь на з/м + горох-овес + райграс однолетний подсевной	180	90	150	813	110	14,6
15	Кукуруза	120	90	150	581	122	7,0
15	Корнеплоды	120	90	150	754	106	6,79
15	Картофель	120	90	150	321	106	3,09
13	Озимая рожь	80	60	100	56,2	66,9	4,15
9	Озимая пшеница	80	60	100	58,7	69,2	5,28
8	Озимое тритикале	80	60	100	56,8	67,5	5,11
14	Яровая пшеница	80	60	100	52,5	61,5	4,93
9	Ячмень	80	60	100	51,5	63,4	4,13
13	Овес	80	60	100	47,5	48,5	4,09
14	Люпин узколистный	-	60	100	38,8	42,7	10,8
12	Горох	40	60	100	30,4	34,1	6,02

Это свидетельствует о том, что правильный подбор культур и научно-обоснованная структура посевных площадей является важным резервом повышения производительности земли и увеличения производства растениеводческой продукции.

Принято считать интенсивными пропашные культуры. Наши исследования подтверждают это. Однако, как показывают полученные данные, в условиях оптимальных технологий выращивания и правильном подборе видового состава и многолетние травы являются высокоинтенсивными культурами. Клевер при одногодичном использовании в севообороте без затрат азотных удобрений обеспечил более высокую продуктивность, чем кукуруза и корнеплоды (без учета ботвы). Выход кормовых единиц с гектара составил соответственно 114 и 106-122 ц, переваримого протеина 17,7 и 6,79-7,0 ц. В сравнении с зерновыми колосовыми культурами сбор кормовых единиц за счет клевера был выше в 2,1 раза и переваримого протеина в 3,7 раза. Эти данные свидетельствуют о том, что из возможностей земледелия рационы крупного рогатого скота должны строиться в направлении минимализации удельного веса зерна и по возможности в зоотехнически допустимых пределах замены его кормами из трав и прежде всего бобовых.

Клеверо-тимофеечная смесь первого года пользования по общей и протеиновой продуктивности была близка к клеверу в чистом посеве. Во втором году пользования не смотря на внесение дополнительно к фосфорно-калийным и азотных удобрений в дозе 90 кг действующего вещества продуктивность по сбору кормовых единиц была ниже на 17% и переваримого протеина на 32%, хотя уровень продуктивности был достаточно высокий, соответственно 112 и 12 ц/га. С третьего года пользования и при дозе минерального азота 180 кг/га клеверо-злаковая смесь значительно снижала урожайность. В третьем году по кормовым единицам в сравнении с клеверо-злаковой смесью первого года пользования отмечено снижение на 20,2% и в четвертом на 31,5%, по переваримому протеину соответственно на 34,5 и 42,5%. Еще ниже была продуктивность злаковых трав в чистом виде.

В группе многолетних трав, как и среди всех изучаемых культур, на произвесткованной легкосуглинистой почве высокопродуктивной культурой оказалась люцерна. При четырехлетнем использовании по выходу кормовых единиц она мало уступала клеверу одногодичного пользования и значительно превосходила злаковые травы и клеверо-злаковые смеси 3 и 4-го годов пользования, под которые дополнительно к фосфорно-калийным удобрениям вносили по 180 кг/га азота. По сбору переваримого протеина (14,5ц/га) люцерна приближалась к клеверу.

Однолетние бобовые травы менее продуктивны, чем многолетние и прежде всего клевер, люцерна. Урожайность зеленой массы в среднем за 1980-2011 гг. составила 307 ц/га, что соответствует сбору 42,8 ц/га кормовых единиц и 6,12 ц/га переваримого протеина. Однако при возделывании однолетних трав в севообороте в сочетании с озимыми, подсевными и поукосными промежуточными культурами продуктивность кормового поля более чем удваивается и достигает уровня многолетних бобовых трав. В вариантах «озимая рожь на зеленую массу + горохо-овес поукосно с подсевным однолетним райграсом» или поукосной редькой масличной в сумме за три урожая получено 813-916 ц/га зеленой массы или 110-119 ц/га кормовых единиц и 14,6-16,5 ц/га переваримого протеина. Это примерно столько, сколько за счет клеверо-тимофеечной смеси первого года пользования при двух-трех укосах. При таком многоукосном использовании однолетние травы являются хорошим дополнением к многолетним в системе зеленого конвейера. Они обеспечивают поступление зеленой массы в ранневесенний и позднеосенний периоды, а также летом между укосами многолетних трав, являясь в эти периоды основным источником зеленого корма.

Пропашные культуры (кукуруза, корнеплоды, картофель) при учете основной продукции обеспечили продуктивность на уровне лучших вариантов многолетних бобовых трав (106-122 ц/га к.ед.). При учете не только основной, но и побочной продукции наивысший сбор комовых единиц обеспечили корнеплоды (полусахарная свекла сорта Лада). Получено 147 ц кормо-

вых единиц с гектара. Это самый высокий показатель среди всех испытываемых культур.

В группе зерновых культур более высокую урожайность зерна обеспечила озимая пшеница. В среднем за 1980-2011 гг. получено 58,7 ц/га. Озимая рожь и озимое тритикале при возделывании в сравнимых условиях по урожайности зерна были примерно на одном уровне (56,2-56,8 ц/га). Достаточно высокую урожайность, хотя и ниже, чем названные колосовые культуры, показали также ячмень и яровая пшеница (51,5-52,5 ц/га). Менее урожайными среди зерновых колосовых был овес (47,5 ц/га).

Зернобобовые культуры (люпин узколистный, горох) менее урожайны, чем зерновые колосовые. В среднем за счет их получено 34,6 ц/га зерна. Люпин по общей и протеиновой продуктивности имел преимущество перед горохом. В целом же по двум культурам сбор переваримого протеина за счет основной продукции составил 8,41 ц/га. В тоже время за счет колосовых культур получено соответственно 4,61 ц/га.

2. Влияние предшественников на урожайность зерновых культур в севооборотах

В современном сельском хозяйстве возникает вопрос о роли севооборота в условиях повышения интенсификации земледелия. В таких условиях роль различных факторов благотворно влияющих на урожай изменяется. С увеличением уровня удобрений ослабевают химические причины снижения урожая по неблагоприятным предшественникам. Однако усиливается действие биологических факторов. Это подтверждается данными наших опытов.

Они свидетельствуют, что повышение степени окультуренности почвы, увеличение уровня удобрений и применение полной химической защиты не снижает роли севооборота и рационального размещения культур, как биологического фактора повышения урожая (табл.2). Ячмень, размещаемый после озимой пшеницы в севообороте с 75% зерновых и на более окультуренной почве (гумуса 3,26%, подвижных фосфора и калия 250-300 мг/кг) в большей степени поражался корневыми гнилями и больше снижал урожай в сравне-

нии с размещением по клеверу и картофелю, чем на менее окультуренной почве (гумуса 2,36%, подвижных фосфора и калия 130-150 мг/кг).

Таблица 2. Урожайность ячменя (ц/га) в зависимости от предшественника, окультуренности почвы и удобрений

Предшественник	Удобрения			Почва средне окультуренная		Почва хорошо окультуренная	
	N	P	K	Урожайность, ц/га	Степень поражения корневыми гнилями, %	Урожайность, ц/га	Степень поражения корневыми гнилями, %
Клевер	80	80	120	50,4	8	58,1	5
Картофель	80	80	120	50,3	9	58,1	5
Картофель	120	120	180	51,8	9	59.2	6
Озимая рожь	80	80	120	39,2	19	42,2	27
Озимая рожь	120	120	180	39,1	21	42,0	24
Озимая пшеница	80	80	120	34,7	36	28,9	54

Различные зерновые культуры предъявляют неодинаковые требования к предшественникам. Наиболее чувствительны к ним пшеница, тритикале, ячмень и менее чувствительны озимая рожь и овес. По результатам наших исследований при размещении по неблагоприятным предшественникам озимая пшеница снижала урожай до 39%, тритикале – до 29%, ячмень – до 25%, озимая рожь – до 18% и овес – до 9% (табл.3,4).

Озимую пшеницу в севообороте необходимо размещать после бобовых предшественников. Не следует размещать озимую пшеницу после зерновых колосовых (ячменя ржи тритикале) и повторно, так как это приводит к сильному поражению растений корневыми гнилями и другими болезнями, резкому снижению урожая. По этим же причинам нельзя размещать пшеницу и после многолетних злаковых трав. В севооборотах, насыщенных зерновыми культурами при недостатке бобовых предшественников на пшенице пригодных землях посевы ее возможно размещать после овса, идущего по пропашным и бобовым предшественникам, а также после гречихи.

Ячмень и яровую пшеницу необходимо размещать по пропашным и бобовым предшественникам. При их недостатке возможно высевать после льна, гречихи, овса. Не следует размещать ячмень после пшеницы, тритикале, ржи, многолетних злаковых трав и повторно.

Озимая рожь значительно слабее поражается корневыми гнилями и дает высокие урожаи не только по бобовым и бобово-злаковым травам, но и по небобовым предшественникам. Хорошими из них для озимой ржи является лен, рапс, овес размещаемый по пропашным и бобовым культурам. Возможны ее посевы также после ячменя, идущего по пропашным и клеверу. Озимую рожь можно высевать и по многолетним злаковым травам.

Таблица 3. Влияние предшественников на урожайность озимых зерновых культур, 1980-2011 гг.

Предшественник	Урожайность		Предшественник	Урожайность		Предшественник	Урожайность	
	ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
Озимая рожь			Озимое тритикале			Озимая пшеница		
Клевер	53,1	100	Люпин на з/массу	56,1	100	Клевер	58,7	100
Клевер + тимофеевка 2 г.п.	52,0	98	Клевер	56,0	100	Люпин корм. на з/массу	58,5	100
Многолетние злаковые травы	49,4	93	Горох	52,2	93	Однолет. бобовые травы	56,1	96
Люпин на силос	52,9	100	Клевер + тимоф. 2.г.п.	48,3	86	Горох на зерно	56,8	97
Однолетние бобовые травы	51,1	96	Овес	48,7	87	Овес	50,5	86
Горох	52,0	98	Ячмень	41,6	74	Многолет. зл. травы	45,7	78
Овес	50,4	95	Озимая рожь	41,4	74	Озимая рожь	38,5	66
Гречиха	49,4	93	Озимая пшеница	40,1	71	Ячмень	36,3	62
Ячмень по пропашным и бобовым	50,4	95	Озимое тритикале бессменно	31,9	57	Озимая пшеница	35,7	61
Ячмень по зерновым	46,2	87				Озимая пшеница бессменно	27,0	46
Озимое тритикале	46,2	87						
Озимая рожь	43,5	82						

Овес в отличие от других зерновых злаков слабо поражается корневыми гнилями и при достаточном количестве удобрений по зерновым предшественникам он дает урожаи, мало уступающие, как и при размещении его по пропашным и бобовым культурам. Поэтому целесообразнее в севообороте пропашные и бобовые предшественники использовать под более требовательные зерновые культуры – пшеницу, ячмень, а овес размещать после зерновых, в первую очередь после удобренных озимых. Овес можно высевать и после многолетних злаковых трав. К числу возможных предшественников овса относятся также лен, гречиха, яровая пшеница. Нельзя размещать овес в повторных посевах из-за опасности поражения растений овсяной нематодой. Тем более недопустимы бессменные посевы.

Таблица 4. Влияние предшественников на урожайность яровых зерновых культур

Предшественник	Урожайность		Предшественник	Урожайность	
	ц/га	%		ц/га	%
Ячмень			Овес		
Картофель	51,5	100	Клевер	45,2	100
Клевер	53,0	100	Люпин	44,3	98
Люпин	49,4	93	Озимая рожь	43,4	96
Яровой рапс	48,9	92	Озимое тритикале	42,9	95
Однолетние травы	48,4	91	Ячмень	42,9	95
Овес	41,7	79	Овес	41,1	91
Гречиха	48,6	92	Овес бессменно	38	84
Многолетние зл. травы	35,0	66			
Озимая рожь	36,0	68			
Озимая пшеница	39,6	75			
Ячмень бессменно	29,9	56			

В специализированных севооборотах, насыщаемых зерновыми культурами свыше 50% неизбежны посевы зерновых по зерновым.

Результаты наших и других научных исследований свидетельствуют, что по биологическим причинам не все зерновые злаковые культуры совместимы одна с другой. Озимая рожь совместима с ячменем и овсом. Ячмень не совместим с озимой рожью, пшеницей, ячменем, тритикале и совместим с овсом. Пшеница совместима только с овсом и не совместима со всеми другими зерновыми злаками. Овес совместим со всеми зерновыми культурами. Поэтому в условиях специализации севооборотов чередование совместимых зерновых культур в пределах одной группы также следует рассматривать как возможный плодосмен. В специализированных зерновых севооборотах наиболее распространены зерновые звенья с посевом зерновых 2 года подряд. Типичными звеньями будут: пропашные - зерновые-зерновые; бобовые-зерновые-зерновые. Например: картофель - ячмень - озимая рожь; клевер - ячмень - озимая рожь. При высокой агротехнике и обеспечении мер борьбы с сорняками, болезнями и вредителями возможны посевы зерновых злаков 3 года подряд. Но в таком случае в зерновое звено обязательно включение овса. Примеры таких звеньев: 1. Клевер-ячмень-озимая рожь-овес. 2. Клевер-ячмень-овес-озимая рожь. 3. Клевер-озимая пшеница-овес-ячмень. Подобные звенья могут быть с пропашной культурой.

3. Урожайность клевера и зернобобовых культур в зависимости от концентрации посевов в севообороте.

Исследования, проводимые в данном стационарном опыте, выявили высокую отзывчивость бобовых культур (клевер, горох, люпин) на уровень концентрации их в севообороте и интервал возврата на прежнее поле. Реакция их на эти режимы была более сильной, чем зерновых колосовых. Если колосовые культуры при бессистемном использовании в севообороте снижали урожай, то исследуемые бобовые культуры не только резко снижали его, но в отдельные годы нацело погибали из-за поражения болезнями. Результаты исследований по клеверу представлены в таблице 5.

В севооборотах, где многолетние травы занимают не более 25%, наиболее эффективно возделывать клевер в чистом виде при одногодичном ис-

пользовании. Возвращать его на прежнее поле следует не раньше как через три года. При более частом возврате он сильно поражается болезнями, особенно раком, что приводит к сильному изреживанию или полной гибели травостоя. В нашем опыте при возврате через год поражение достигало 60-70%. Клеверо-злаковую смесь целесообразно использовать не более двух лет. При более продолжительном использовании в травостое остаются одни злаки, которые дают урожай намного меньший, чем при одно-и двухгодичном использовании, особенно при недостатке азотных удобрений. И в данном случае период возврата на прежнее место должен быть не менее трех лет.

Таблица 5. Урожайность клевера в зависимости от концентрации посевов в севообороте, 1980-2011 гг.

№ севооборота	Удельный вес клевера в севообороте, %	Период возврата на прежнее место, лет	1-ая ротация, 1980-1985 гг.		2-я ротация 1986-1993 гг.		3-я ротация, 1994-2001 гг.		4-я ротация, 2002-2009 гг.		5-ая ротация, 2010-2011 гг.	
			ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
12	12,5	7	552	100	504	100	545	100	674	100	645	100
13	25,0	3	548	99	480	95	515	94	640	95	642	99
11	33,3	2	493	89	377	75	391	72	468	69	468	69
11а	50,0	1	458	83	360	71	341	63	328	49	226	35

Аналогичная закономерность зависимости урожая от периода возврата на прежнее место в севообороте получена также на горохе и люпине узколистном (табл.6). Причем, на этих культурах она более выражена, чем на клевере.

Приведенные данные показывают, что при сокращении периода возврата на прежнее место в севообороте с трех лет до одного года урожайность гороха снизилась на 22,6ц/га или в четыре раза, а люпина узколистного на 13,9ц/га или в 1,7 раза, а развитие фузариозной корневой гнили (Fusariym sp.) повышалась соответственно в 1,8 и 1,7 раза. Еще большее снижение урожай-

ности и увеличение поражения растений корневыми гнилями имело место в бессменных посевах.

Таблица 6. Урожайность зернобобовых культур в зависимости от концентрации в севообороте и периода возврата на прежнее место, 2004-2011 гг.

Удельный вес в севообороте, %	Период возврата на прежнее место, лет	Горох		Люпин узколистный	
		урожайность, ц/га	развитие корневой гнили, %	урожайность, ц/га	развитие корневой гнили, %
25	3	30,0	25,1	34,9	18,1
33	2	21,1	31,3	28,6	20,5
50	1	7,4	45,2	21,0	30,3
100	0	2,5	68,4	8,0	51,4

4. Продуктивность севооборотов при их специализации

Результаты исследований за 30-летний период опыта (1980-2010гг.) представлены в таблице 7. Они свидетельствуют о больших различиях в продуктивности гектара земли в зависимости от состава и соотношения культур в изучаемых севооборотах, определяющих их структуру. Выход кормовых единиц с 1 га пашни колеблется от 75,6 до 87,9ц и переваримого протеина от 4,96 до 8,67ц. Просматривается тенденция снижения выхода кормовых единиц при уменьшении доли кормовых культур и увеличении доли зерновых в севообороте. При 50% зерновых (севообороты 1а, 9б) получено 83,8-87,9ц/га, при 62,5% (севооборот 12а) – 80,4 и при 75% (севооборот 13а) – 78,1 ц/га. Однако при этом существенно увеличивался выход зерна с 1 га севооборотной площади (с 22,5-23,4 до 31,7 ц). Урожайность зерновых при разнообразной их видовой структуре, включающей наряду с пшеницей, ячменем, тритикале также озимую рожь и овес оставалась практически на одном уровне при увеличении доли зерновых в севообороте до 67,0% и составляла 44,8-46,8ц/га при 50% (севообороты 1а, 9б), 44,6 ц/га при 62,5% (севооборот 12а) и 44,5 ц/га при 67,0% (севооборот 14а). Дальнейшее увеличение удельного веса зерновых до 75,0% несколько снизило урожайность зерна с площади посева зерновых (42,3ц/га), хотя выход его с 1 га севооборотной площади был наи-

большим (31,7ц). Не столь значительное снижение урожайности зерна в этом севообороте объясняется тем, что в структуре зерновых 60% (три поля из пяти) составляли озимая рожь и овес, которые меньше снижают урожай по худшим предшественникам.

Таблица 7. Продуктивность севооборотов в зависимости от структуры посевов, 1980-2010 гг.

№ севооборо-та	Структура посевов, %						Доза минерального азота	Сбор, ц				
			многолетн. травы		пропашные	промежуточные		с 1 га пашни			с 1 га посева	
	зерновые	однолетние травы	% в севообороте	Видовой состав и родолжительность использ., лет				к.ед.	пер. протеина	зерна	зерна	мн. трав, ц. к.ед.
1	50	12,5	25	Кт2	12,5	12,5	85	81,2	7,26	22,5	44,8	105
1а	50	12,5	25	Кт2	12,5	25	95	83,8	8,06	22,5	44,8	105
9	50	12,5	25	Кл1...Кл1	12,5	-	60	82,6	6,84	23,2	46,4	117
9а	50	12,5	25	Кл1...Кл1	12,5	12,5	70	85,3	7,64	23,3	46,6	117
9б	50	12,5	25	Кл1...Кл1	12,5	25	80	87,9	8,44	23,4	46,8	117
6	55	11,1	33,3	Кл1...Кт2	-	11,1	80	83,0	8,33	24,3	43,8	108
6а	55	11,1	33,3	Кл1...Кт2	-	22,2	89	85,1	8,67	24,4	43,9	108
7	37,5	12,5	50	Кз4	-	-	102	76,9	7,33	15,9	42,5	90,7
7а	37,5	12,5	50	Кз4	-	12,5	112	79,4	7,82	16,0	42,7	90,7
8	37,5	12,5	50	Люц.4	-	-	35	79,3	9,35	17,5	46,7	109
12	62,5	12,5	12,5	Кл1	12,5	12,5	80	77,9	6,04	27,7	44,3	125
12а	62,5	12,5	12,5	Кл1	12,5	25	90	80,4	6,68	27,9	44,6	125
14	67	11,1	11,1	Кл1	11,1	11,1	87	77,8	6,09	30,0	44,2	124
14а	67	11,1	11,1	Кл1	11,1	22,2	95	80,0	6,64	30,1	44,5	124
13	75	-	25	Кл1...Кл1	-	12,5	70	75,6	6,70	31,3	41,8	123
13а	75	-	25	Кл1...Кл1	-	25	80	78,1	7,15	31,7	42,3	123
2	50	-	-	-	50	12,5	100	80,1	4,96	22,4	44,8	-

Примечание: Кт2-клевер + тимофеевка 2-х лет пользования,
Кл1-клевер одногодичного пользования,
Кз4-клевер +злаки 4-х лет пользования.

Таким образом, зерновыми колосовыми при разнообразной их структуре посевов включающей наряду с пшеницей, ячменем, тритикале, также озимую рожь и овес, без снижения урожая севообороты возможно насыщать до 67%. При повышенном удельном весе озимой ржи и овса в структуре зерновых, возможно насыщение до 75%, например: 1-озимая рожь, 2-клевер, 3-озимая пшеница + пожнивные, 4-овес,5-озимая рожь, 6-клевер, 7-ячмень, 8-

овес. С таким удельным весом зерновых чередование культур во времени может осуществляться на отдельных, как правило отдаленных, рабочих участках (полях) в системе контурно-экологических севооборотов. В целом же как система на всей площади пашни хозяйства севообороты с 75% зерновых колосовых на данном этапе не могут быть рекомендованы.

При возделывании в составе зерновых только пшеницы, ячменя, тритикале, зерновых в севообороте без снижения их урожая возможно иметь не более 50%. Если группа зерновых колосовых представлена в основном пшеницей, тритикале и ячменем, предъявляемым высокие требования к предшественникам, то в севооборот следует включать зернобобовые культуры. Тем более, что такая структура зерновых согласуется с требованиями кормовой базы хозяйств, специализирующихся на производстве свинины и мяса птицы. Чередование культур в таких случаях может быть следующим: 1-ячмень, 2-клевер, 3-озимая пшеница, 4-зернобобовые, 5-ячмень, 6-клевер, 7-озимое тритикале, 8-овес.

В севооборотах, насыщенных зерновыми культурами необходима интенсивная химическая защита растений. Целесообразно также возделывание пожнивных культур, смягчающих отрицательное влияние при размещении зерновых по зерновым.

Классический севооборот предусматривает чередование трех групп культур: зерновых, бобовых, пропашных, например, озимые зерновые-пропашные - яровые зерновые с подсевом клевера-клевер. Специализация земледелия требует сокращения набора культур и сужения их чередования. Наши исследования показали, что в условиях достаточного применения удобрений, средств защиты растений и соблюдения технологии возделывания культур это возможно. В длительном опыте специализированные зернотравяные севообороты, включающие зерновые культуры, многолетние и однолетние бобовые травы (севообороты 6, 6а) по продуктивности не уступали зернотравянопропашным севооборотам, включающим зерновые, многолетние и однолетние травы и пропашные культуры (севообороты 1, 1а, 9, 9а,9б).

Выход кормовых единиц с 1 га пашни составлял соответственно 83,0-85,1 и 81,2-87,9ц и переваримого протеина 8,33-8,67 и 7,26-8,44ц. Замена пропашной культуры (картофеля, кукурузы) клевером не снизила продуктивности севооборота. Зернотравяные севообороты (6, 6а) по выходу кормовых единиц не уступали также зернопропашному севообороту (2), обеспечившему 80,1 ц/га к.ед. и превосходили его по сбору переваримого протеина (4,96ц/га). Следует сказать, что зернотравяные севообороты обеспечивают наибольшую эффективность в том случае, когда травосеяние ведется на бобовой (клевер, люцерна) и бобово-злаковой основе с использованием клеверо-злаковых смесей не более двух лет. В севооборотах 7, 7а, где клеверо-злаковая смеси использовалась четыре года (с третьего года травостой злаковый) продуктивность пашни была ниже (76,9-79,4 ц/га к.ед.), чем в севооборотах 6, 6а, где многолетние травы возделывались в виде сочетания клевера одногодичного использования и на разрыве клеверо-тимофеечной смеси двухгодичного пользования (83,0-85,1 ц/га к.ед.). Достаточно эффективным был зернотравяной севооборот на базе люцерны при четырехгодичном ее использовании (севооборот 8). В этом севообороте затрачено наименьшее количество азотных удобрений, всего лишь 35 кг/га минерального азота, а выход кормовых единиц с 1 га пашни был не ниже, чем в севообороте 7 с четырехлетним использованием клеверо-злаковой смеси и затратами минерального азота 102кг/га. В этом севообороте обеспечен наибольший сбор переваримого протеина (9,35ц/га). Зернотравяные севообороты с оптимизированной структурой трав на бобовой и бобово-злаковой основе могут применяться в хозяйствах, специализирующихся на откорме крупного рогатого скота, а также в других хозяйствах в системе контурно-экологических севооборотов на полях, где не возделываются пропашные культуры.

Следовательно, совершенствование структуры многолетних трав в севооборотах с заменой злаковых травостоев бобовыми обеспечивает не только повышение продуктивности пашни, но и экономию азотных удобрений. За счет совершенствования их структуры и режимов использования (видовой

состав, уровень концентрации, продолжительность использования, период возврата на прежнее поле) возможно снизить затраты минерального азота на 1 га севооборотной площади до 30% и более без снижения продуктивности пашни. В севообороте с двумя полями клевера одногодичного пользования (севооборот 9) затраты азотных удобрений на 1 га пашни на 16% были ниже, а продуктивность севооборота на 4,1ц/га к.ед. выше, чем в севообороте с такой же структурой (севооборот 1), но двухлетним использованием клеверотимофеечной смеси. Еще большие различия в специализированных зернотравяных севооборотах с более высоким удельным весом многолетних трав. В севообороте, где многолетние травы (33% от площади пашни) возделывались в виде клевера одногодичного пользования и на разрыве в виде клеверотимофеечной смеси двухлетнего использования (севооборот 6), затраты азотных удобрений были снижены на 29% при одновременном повышении продуктивности 1 га пашни на 3,6ц/га к.ед. в сравнении с севооборотом, где многолетние травы в виде клеверо-злаковой смеси использовались четыре года (севооборот 7). По отношению к этому севообороту в зернотравяном севообороте с люцерной азотных удобрений затрачено меньше в 2,9 раза.

Выводы

1. В условиях интенсивного ведения земледелия: достаточного применения удобрений, средств защиты растений и в целом оптимизации технологий выращивания культур специализация севооборотов возможна.

2. Специализированные зернотравяные севообороты, включающие культуры двух хозяйственно-биологических групп (зерновые, многолетние травы) по продуктивности не уступают многоотраслевым зернотравянопропашным севооборотам, в составе которых возделываются культуры трех хозяйственно-биологических групп (зерновые, многолетние травы, пропашные). Замена пропашной культуры (картофеля, кукурузы) клевером, люцерной не снижает продуктивности севооборота и повышает его экономическую эффективность. Зернотравяные севообороты могут применяться в хозяйствах, специализирующихся на откорме крупного рогатого скота. Возможно их

применение и в других хозяйствах на полях, где не возделываются пропашные культуры.

3. Многолетние травы в севооборотах обеспечивают наибольшую эффективность при возделывании их в виде бобовых видов или бобово-злаковых смесей. Клевер обеспечивает наибольшую продуктивность при одногодичном использовании. Клеверо-злаковые смеси целесообразно использовать не более 2-х лет. При более длительном использовании в травостое остаются одни злаки, которые по продуктивности уступают клеверу даже при внесении под них 180 кг/га минерального азота. Люцерну и ее смеси с клевером или злаковыми культурами в кормовых севооборотах или выводных полях можно использовать на протяжении четырех и более лет.

4. Зерновыми колосовыми при разнообразной их структуре, включающей наряду с пшеницей, ячменем, тритикале, также озимую рожь и овес без существенного снижения урожая севообороты возможно насыщать до 67%. При повышенном удельном весе озимой ржи и овса в структуре зерновых возможно насыщение до 75%. При возделывании в севообороте только пшеницы, ячменя, тритикале, зерновых в севообороте без снижения урожая можно иметь не более 50%. Если группа зерновых колосовых представлена в основном пшеницей, ячменем и тритикале, предъявляемым высокие требования к предшественникам, то в севооборот следует включать зернобобовые культуры.

5. Включение промежуточных культур в севооборот повышает его продуктивность и смягчает отрицательное влияние при размещении зерновых по зерновым. Использование их на кормовые цели более эффективно, чем на зеленое удобрение. Использование пожнивных культур на зеленое удобрение можно допустить на отдельных отдаленных полях, когда резко возрастают транспортные расходы на доставку зеленой массы. Такое использование возможно и в свиноводческих хозяйствах, особенно с крупными комплексами, где имеется большая потребность именно в зерне.

Литература

1. Воробьев С.А. Агрономические основы специализации севооборотов /Под ред. С.А. Воробьева. - М.: ВО Агропромиздат, 1987. –240с.

2. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны.- Москва: Россельхозиздат – 1980.– 132с.

3. Прокопов П.Е. Агротехнические основы полевых севооборотов на дерново-подзолистых почвах БССР. Мн., 1959. – 327с.

4.Никончик П.И. Агроэкономические основы систем использования земли. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 532с.

5. Скоропанов С.Г. и др. Земледелие Беларуси. – Мн., 1987. –16с.

6. Вострухин Н.П. Земледелие и свекловодство. – Минск: Белорусская наука, 2009. –543с.

7. Прянишников Д.Н. Севооборот и его значение в деле поднятия наших урожаев. М., 1955. Т.4. С.195-221.

8. Каштанов А.Н. и др. Научные основы современных систем земледелия. – М., 1988. – 225с.

УДК 631.58:470.4

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Лукин С.М.

Аннотация

Применение удобрений обеспечивает большую устойчивость урожайности культур по годам исследований, по сравнению с не удобренными вариантами. Эффективность органической системы удобрений в годы с недостатком влаги превышает эффективность минеральной системы удобрений, а при повышенном увлажнении – уступает ей. Прибавки урожая от использования органоминеральной системы удобрений в засушливые годы в 1,4 -1,8 раза выше, по сравнению с минеральной.

Исследования по сравнительной оценке различных систем применения удобрений проводили в длительном стационарном опыте, заложенном в 1968г. на дерново-подзолистой супесчаной почве северо-восточной части Мещерской низменности.

Условия и методика

Схема опыта в 1968-1983 гг.: 1) Без удобрений; 2) Р50К60; 3) N50P05; 4) N50K60; 5) N50P50K60; 6) Навоз 10 т/га; 7) Навоз 20 т/га; 8) N50P25K60; 9) N50P50K90; 10) Навоз 5 т/га + N25P12K30; 11) Навоз 10 т/га + N50; 12) Навоз 10 т/га + N50P25; 13) Навоз 10 т/га + N50P25K60; 14) N100P50K120; 15) N50P25K60; 16) Навоз 10 т/га + N100P50K120.

В 1984-1989 гг. – удобрения не вносили.

С 1990 г. по настоящее время: 1) Без удобрений; 2) Р50К60; 3) N50P50; 4) N50K60; 5) N50P50K60; 6) Навоз 10 т/га; 7) Навоз 20 т/га; 8) N50P25K60; 9) N50P50K90; 10) Навоз 5 т/га + N25P12K30; 11) Навоз 10 т/га + N50P25K60 + солома; 12) Навоз 10 т/га + N50P25K60 + солома + сидерат; 13) Навоз 10 т/га + N50P25K60; 14) N100P50K120; 15) N50P25K60 + солома; 16) Навоз 10 т/га + N100P50K120.

Варианты 6, 8, 10 и 7, 13, 14 выровнены по количеству питательных веществ в дозах, эквивалентных, соответственно, 10 и 20 т/га навоза. Количество полей в натуре: с 1968 по 1976 гг. – 4, в 1977 – 1984 гг. – 3, с 1985 года – 2. Повторность – 4-кратная, в контрольных вариантах – 8-кратная. Размер делянок: 7 м × 23 м = 161 $м^2$, общая площадь – 2,6 га.

Севооборот: однолетний люпин – озимая пшеница – картофель – ячмень.

Почва под опытом – дерново-сильноподзолистая тяжелосупесчаная, слабоглееватая, подстилаемая с глубины 40-50 см моренным суглинком. Свойства почвы перед закладкой опыта: pH 6,2-6,5 (на третьем поле без извести – 4,1), гидролитическая кислотность 1,0-2,2 мг-экв./100 г (на третьем поле 3,7-4,1), сумма поглощенных оснований 4,8-5,3 мг-экв./100 г (на третьем поле –1,4), P_2O_5 – 1,4-2,5, K_2O – 6,3-10,4 мг/100 г, содержание гумуса 1,05-1,17%.

Результаты исследований

Установлено, что эффективность систем удобрений зависела от вида культур и доз внесения удобрений. Органическая система удобрений, при

умеренных дозах их внесения, по действию на урожайность культур уступала минеральной. Прибавки урожая от использования органоминеральной системы удобрений в умеренных дозах на люпине, озимой пшенице и картофеле, а также в целом за севооборот, были примерно равны прибавкам урожая от использования минеральной системы удобрений. Исключением явился ячмень, где эффективность органоминеральной системы удобрений была ниже, по сравнению с минеральной системой.

При использовании удобрений в повышенных дозах эффективность органической и минеральной систем удобрений на озимой пшенице и картофеле была одинаковой, на ячмене более высокая урожайность получена при внесении минеральных удобрений. В среднем за 7 ротаций продуктивность севооборота по органической системе удобрений оказалась ниже минеральной на 2,7-3,5 ц з. ед./га или на 9-10%. При внесении удобрений в повышенных дозах отчетливо выявляется преимущество органоминеральной системы удобрений. В среднем за 7 ротаций прибавка урожая от сочетания навоза и минеральных удобрений была на 4,2 ц з. ед./га выше, по сравнению с органической системой удобрений, и на 1,5 ц з. ед./га - по сравнению с минеральной. Увеличение доз удобрений с 270 до 405 кг NPK не приводило к существенному росту продуктивности севооборота (табл. 1).

В результате длительного применения удобрений и повышения окультуренности почвы наблюдался рост прибавок урожая от удобрений, долевого участия удобрений в формировании урожая, а также оплаты 1 кг NPK продукцией от 1 к 6 ротации севооборота. В 7 ротации севооборота из-за сильной засухи 1998, 1999, 2001 гг. оплата удобрений урожаем оказалась на уровне 1 ротации (табл.2).

Таблица 1. Влияние различных систем удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур (в среднем за 7 ротаций севооборота)

Вариант	Культуры, ц/га				Продуктивность севооборота (с учетом побочной продукции) в среднем, ц з. ед./га	Прибавка урожая, ц з. ед./га	Оплата 1 кг NPK, кг з. ед.
	Одн. люпин, з/м	Озимая пшеница	Картофель	Ячмень			
Без удобрений	222	18,0	115	13,0	23,9	-	-
Навоз 10 т/га	243	23,9	174	18,6	32,1	8,2	6,1
Навоз 5 т/га + N25P12K30	249	26,3	183	23,5	35,3	11,4	8,4
N50P25K60	250	25,7	178	26,6	35,6	11,7	8,7
Навоз 20 т/га	250	26,3	200	22,0	35,6	11,7	4,3
Навоз 10 т/га + N50P25K60	254	27,1	217	29,4	39,8	15,9	5,9
N100P50K120	255	26,1	198	29,1	38,3	14,4	5,3
Навоз 10 т/га + N100P50K120	268	27,3	219	30,4	40,8	16,9	4,2
НСР 0,95 (удобрения), ц/га	*9,2*	*0,9*	*8,2*	*1,2*	*1,4*		
НСР 0,95 (годы проведения опыта), ц/га	*10,2*	*0,9*	*8,5*	*1,3*	*1,5*		

Таблица 2. Оплата 1 кг д. в. удобрений урожаем при длительном их использовании в севообороте, кг з. ед.

Вариант	Ротации севооборота							В среднем
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Навоз 5 т/га + N25P12K30	7,2	8,7	8,7	9,5	6,9	11,5	6,4	8,4
Навоз 10 т/га + N50P25K60	4,5	5,6	3,4	5,9	5,6	8,2	4,4	5,9
Навоз 10 т/га + N100P50K120	3,0	3,7	2,4	3,9	4,3	6,1	3,3	4,2

Эффективность различных видов минеральных удобрений зависела от биологических особенностей культур, погодных условий, а также продолжительности их использования. Отмечается тенденция снижения с течением времени долевого участия в формировании урожая азота и возрастание роли калия. Так, если в первые 3 ротации калий по действию на урожай культур уступал азотным и фосфорным удобрениям, то в 4 и 5 ротации действие его было выше фосфора, а в 6 ротации калий оказался в первом минимуме.

Анализ многолетних данных показал, что при недостатке влаги действие органической системы удобрений на урожайность культур превышало

минеральную. В условиях достаточной и повышенной влагообеспеченности эффективность органической системы оказалась ниже минеральной (табл. 3).

Таблица 3. Эффективность систем удобрений в севообороте в зависимости от условий увлажнения вегетационного периода (1968-2002 гг.)

Вариант	Условия увлажнения				
	засуха ГТК=0,60	недостаточное ГТК=0,96	достаточное ГТК=1,25	повышенное ГТК=1,64	избыточное ГТК=2,00
Продуктивность севооборота, ц з.ед./га					
Без удобрений	17,5	27,2	28,7	22,6	10,0
Навоз 10 т/га	23,8	35,9	37,1	32,2	14,8
Навоз 5 т/га + N25P12K30	24,8	37,0	40,9	35,5	17,6
N50P25K60	23,7	34,9	40,6	37,4	17,4
Навоз 20 т/га	24,8	39,6	40,7	36,1	17,3
Навоз 10 т/га + N50P25K60	26,6	39,4	46,4	40,7	19,7
N100P50K120	22,5	35,9	45,1	38,9	20,3
Навоз 10 т/га + N100P50K120	28,2	41,0	47,3	41,3	21,0
Оплата 1 кг д.в. удобрений, кг з.ед.					
Без удобрений	-	-	-	-	-
Навоз 10 т/га	4,7	6,4	6,2	7,1	3,6
Навоз 5 т/га + N25P12K30	5,4	7,3	9,0	9,6	5,6
N50P25K60	4,6	5,7	8,8	11,0	5,5
Навоз 20 т/га	2,7	4,6	4,4	5,0	2,7
Навоз 10 т/га + N50P25K60	3,3	4,5	6,6	6,7	3,6
N100P50K120	1,9	3,2	6,1	6,0	3,8
Навоз 10 т/га + N100P50K120	2,6	3,4	4,6	4,6	4,1

Более высокая эффективность органической и органоминеральной систем удобрений в условиях недостатка влаги, по сравнению с минеральной системой, была обусловлена положительным влиянием органического вещества навоза на водно-физические свойства почв, которые не играли существенной роли в условиях оптимальной влагообеспеченности.

Условия увлажнения особенно сильно отразились на эффективности азотных удобрений. В засушливые годы, прибавки урожая озимой пшеницы от азота были в 2,0-2,6 раза ниже, чем в годы с повышенным увлажнением; ячменя, соответственно, - в 2,2-4,3 раза; картофеля – в 2,8 раза (табл. 4).

Таблица 4. Эффективность различных видов минеральных удобрений в севообороте в зависимости от условий увлажнения вегетационного периода

Удобрения	Условия увлажнения				
	засуха ГТК=0,60	недостаточное ГТК=0,96	достаточное ГТК=1,25	повышенное ГТК=1,64	избыточное ГТК=2,00
Продуктивность севооборота, ц з.ед./га					
Без удобрений	17,5	27,2	28,7	22,6	10,0
P50K60	20,7	31,7	32,6	26,5	13,0
N50P50	19,9	31,5	36,3	32,9	16,8
N50K60	20,9	32,4	37,0	32,8	14,7
N50P50K60	25,6	37,1	41,3	38,8	17,9
Долевое участие удобрений в формировании прибавки урожая, %					
Азотных	32	34	48	51	53
Фосфорных	31	30	24	25	35
Калийных	37	36	28	24	12
Оплата 1 кг д.в. удобрений, кг з.ед.					
Азотных	9,8	10,8	17,4	24,6	9,8
Фосфорных	9,4	9,4	8,6	12,0	6,4
Калийных	9,5	9,3	8,3	9,8	1,8

В целом по севообороту при недостатке влаги наибольшие прибавки урожая получены от внесения калийных, а во влажные годы – от азотных удобрений. При этом долевое участие азота в прибавке урожая увеличивалось с 32 до 53%. По сравнению с несбалансированным внесением минеральных удобрений в виде NP или NK эффективность полного минерального удобрения была в меньшей степени подвержена отрицательному влиянию засухи.

Заключение

Результаты длительных исследований показали, что при выравненности по элементам минерального питания, эффективность органической системы удобрений на 19-30% ниже, по сравнению с эквивалентным количеством минеральных удобрений. Эффективность минеральной системы удобрений, при умеренных дозах их внесения, равна эффективности органоминеральной; при повышенных дозах удобрений наибольшее влияние на урожайность культур оказывает органоминеральная система удобрений.

При длительном применении удобрений наблюдается изменение порядка минимумов элементов питания растений. Отмечается тенденция снижения с течением времени долевого участия в формировании урожая азота и возрастание роли фосфора и особенно калия, который в 6 ротации севооборота находился в первом минимуме.

УДЕ 631.582:470.4

О НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЯХ МНОГОЛЕТНЕГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЗОТРОФНЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ В ЗЕРНОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ

Лыткин И.И., Ярилова Л.С., Савицкая Н.В.

Аннотация

Показано, что длительное поочередное возделывание культур овса и картофеля, при внесении удобрений и извести изменяют химические, физические и физико-химические свойства мезотрофных торфяных почв, а также качество растениеводческой продукции. Внесение минеральных и органических удобрений, известкование способствуют временному повышению урожая картофеля и овса на мезотрофных торфяных почвах и, со временем, к обеднению почвы элементами питания растений, находящихся в минимуме.

Среди вновь осваиваемых в сельскохозяйственном производстве торфяных массивов для исследования была выбрана наиболее характерная слаборазвитая торфяная почва переходного болота „Макеевский мыс“ (объект „Прирезка“ в Спас-Клепиковском районе Рязанской области; почва агроторфяная мезотрофная типичная среднемощная). Первоначально объект был мелиорирован в 1978 г. сетью открытых каналов, расположенных на расстоянии 180-200 м друг от друга, однако ввиду повышенной кислотности массив до 1982 г. не осваивался.

Условия и методика

С целью окультуривания слаборазвитых мезотрофных торфяных почв с высокой кислотностью и низким плодородием, нами, совместно с сотрудниками Мещерского филиала ВНИИГиМ, на части торфяного массива (площадью 150га) были заложены мелкоделяночные опытные участки. Всего было заложено 16 опытных делянок с культурами картофеля (сорт Детскосельский) и в чередовании с овсом (сорт Горизонт). Повторность опыта – трехкратная, с размещением делянок по методу рендомизации (Доспехов,1968). Исследовалось влияние минеральных и органических удобрений, микроудобрений и различных доз извести на урожай овса и картофеля и его качество. Схема опыта в полевых условиях предусматривала следующие варианты: 1) контроль; 2) фон – $N_{30\text{-}60}P_{60}K_{150\text{-}180}$; 3) фон + 1,00 г.к. $CaCO_3$; 4) фон + 0,75 г.к. $CaCO_3$; 5) фон + 0,50 г.к. $CaCO_3$; 6) фон + 0,25 г.к. $CaCO_3$; 7) фон + 0,25 г.к. $CaCO_3$ + 7,5 кг/га меди; 8) фон + 0,25 г.к. $CaCO_3$ + 20 т/га навоза. В лабораторном модельном эксперименте дополнительно были включены варианты: 9) N_{30}; 10) K_{180}; 11) P_{60}; 12) 0,50 г.к. $CaCO_3$; 13) $P_{60}K_{180}$; 14) $P_{60}K_{180}$ + 0,50 г.к. $CaCO_3$ и выбракованы полевые варианты с медью (7) и навозом (8).

Из минеральных удобрений в опытных условиях применяли твердые соли KCl, NH_4NO_3, $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$; из микроудобрений вносили медь в форме $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ из расчета 30 кг/га. Макроудобрения вносили ежегодно под предпосевную обработку, медь - перед закладкой опытов и по истечении $5^{\underline{и}}$ лет. Органические удобрения в дозе 20 т/га и различные дозы извести были внесены однократно, при закладке опыта. Дозы извести рассчитывались исходя из значений г.к. (1,00 г.к. соответствовала дозе извести 18,8 т/га). В качестве фона в первые пять лет с.-х. окультуривания торфяного массива применяли полное минеральное удобрение из расчета $N_{60}P_{60}K_{150}$, а с $6^{\underline{го}}$ по $10^{\underline{й}}$ годы - $N_{30}P_{60}K_{180}$. Урожайность клубней картофеля, зерна и соломы овса учитывали ежегодно сотрудники Мещерского филиала ВНИИГиМ и представляли по каждому варианту как среднее из трех повторений.

В лабораторных условиях, с использованием сосудов Вагнера, был поставлен модельный опыт, имитирующий полевой эксперимент, для выявления „чистой” роли удобрений и извести в изменении свойств кислой торфяной почвы без учета произрастающих культур и с учетом растений овса. Всего было поставлено 36 сосудов с нативной почвой. По вариантам опыта образцы почвы были тщательно перемешаны с известью и минеральными удобрениями. Все сосуды были доведены до единой влажности и выдержаны в течение 20 суток для установления равновесия по значениям pH и активности Ca^{2+} в системе почва – мелиорант (удобрения) - почвенный раствор. После установления равновесия из каждого сосуда одновременно отбирали по два почвенных образца: на химический и ионометрический виды анализов. Далее, в экспериментальные сосуды с образцами почвы, при различных сочетаниях с удобрениями и дозами извести, был посеян овес длительные годы выращиваемый в поле. Таким образом, планировалось получить результаты воздействия на свойства торфяной почвы, как мелиорантов, так и самих культур, а также сочетаний видов удобрений и доз извести, и на поступление элементов питания в растения. В чистом эксперименте легче учесть факторы, определяющие взаимовлияние (взаимодействие) компонентов удобрений и извести с ионным составом почвы, с корневыми выделениями растений и др.

Результаты исследований

По урожаю с.-х. культур обычно судят об эффективности удобрений и известкования. Однако в нашем случае на исследованных мезотрофных торфяных почвах ежегодное внесение удобрений с годами освоения торфяного массива не приводило к повышению урожая овса и картофеля: по истечении первых четырех лет отмечено падение урожайности для всех вариантов опыта с удобрениями и известкованием (табл. 1, 2).

Статистическая обработка урожайных данных картофеля методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1968) показала, что за исключением первого года ведения опыта, контрольные и фоновые участки значимо различались по

урожаю: в семи случаях из восьми внесение минеральных удобрений увеличивало урожай.

Таблица 1. Влияние удобрений и доз извести на урожай картофеля, ц/га

Годы освоения	Контроль	Фон + известь по г.к.							$НСР_{0,5}$
		0,00	1,00	0,75	0,50	0,25	0,25+ Cu	0,25+ навоз	
1	123,6	132,4	404,3	409,3	401,4	421,1	403,4	409,3	24,6
2	200,4	271,8	516,9	534,2	596,2	560,5	546,6	541,0	46,6
3	202,4	156,8	410,7	404,8	434,5	412,7	448,4	444,4	40,3
4	169,2	342,3	475,6	468,5	474,4	479,2	470,2	488,7	28,5
5	153,8	267,3	317,5	312,5	310,5	320,4	317,5	362,1	48,4
6	150,8	258,9	269,8	269,9	254,0	208,9	226,4	240,1	51,2
7	56,5	176,0	187,9	183,3	175,6	169,8	187,1	190,1	31,8
9	73,6	194,8	250,2	217,3	193,3	184,9	183,3	233,8	55,2

Известкование способствовало повышению урожая картофеля только в первые пять лет; в последующие годы существенных различий между урожаями на фоновом участке и участках с известкованием не обнаруживали. При известковании мезотрофных торфяных почв под картофель на фоне ежегодного внесения 150-180 кг/га калийных удобрений в виде хлористого калия оптимальной дозой извести была 0,25 г.к. $CaCO_3$. Увеличение доз извести до 1,00 г.к. не приводило к статистически значимому увеличению урожая картофеля. Как было показано в работе (Лыткин, Гребенников, 2000), с увеличением дозы извести основным лимитирующим урожай фактором становятся ионы хлора (табл. 3), поступающие с удобрениями (KCl). Статистически значимого увеличения урожая в последующие годы от внесения навоза и меди также не наблюдали.

Аналогичные закономерности в различиях величин урожая наблюдались на данных вариантах опыта и для культуры овса. Причем, овес в большей степени реагировал на условия произрастания, чем картофель, и нуждался в их улучшении; так, например, на контрольных и фоновых участках посевы овса всегда погибали уже в фазу кущение – трубкование в течение первых четырех лет с момента с.-х. освоения мезотрофных торфяных почв.

Однако, с годами окультуривания почвы и с некоторым улучшением пищевого режима, на пятом году освоения торфяного массива овес начал вегетировать и впервые дал урожай зерна (табл. 2) в варианте опыта с фоном ($N_{30-60}P_{60}K_{150-180}$).

За все время проведения опыта не было урожая овса на контрольных вариантах и, как было уже отмечено, на вариантах с фоном ($N_{30-60}P_{60}K_{150-180}$) в первые четыре года окультуривания и с.-х. использования торфяной почвы. В последнем варианте максимальный урожай зерна и соломы получен на шестом году освоения массива, чему способствовали минеральные удобрения (ежегодно вносимые под предпосевную обработку) и внесение меди в форме $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ на пятом году окультуривания почвы. Нами было рассчитано, что за шесть лет освоения и использования почвы этого участка, в нее поступило с удобрениями (NPK) 330 кг N, 360 кг P, 930 кг K и столько же Cl, около 70 кг Ca за счет внесения двойного суперфосфата, где содержание Ca достигало 9-16% (Артюшин, Державин, 1984).

Установлено, что при использовании мезотрофных торфяных почв в зерно-пропашном севообороте происходит сильная биохимическая сработка торфа (в первые 3 года освоения ежегодные потери органического вещества в пахотном слое достигали 2,3-5,7%) в результате которой высвобождаются химические элементы и соединения в минеральной форме, что не могло не отразиться на пищевом режиме культур. В пахотный слой почвы, при этом, поступило N-660-1650 кг/га, P-51-90, K-42-105, Ca-141-354 и Cl-9-23 кг/га. При балансовых расчетах химических элементов в корнеобитаемом слое мезотрофной торфяной почвы по вариантам опыта и их выносом с урожаями картофеля, определено, что отрицательный баланс на контрольных участках был по четырем (из 14 определяемых нами) элементам питания: K, Zn, Ni и Cu; в вариантах с $N_{30-60}P_{60}K_{150-180}$ (фон) – по 3 элементам (Zn, Ni и Mg), а в случае с NPK + $CaCO_3$ 1,00 г. к., также по трем химическим элементам питания: K, Zn и Ni. Следует отметить, что для всех вариантов опыта отрицатель-

Таблица 2. Влияние удобрений и доз извести на урожайность зерна и соломы овса с начала освоения мезотрофной торфяной почвы, ц/га

Годы освоения	Контроль	Фон + известь по г.к.							$НСР_{0,5}$
		0,00	1,00	0,75	0,50	0,25	0,25+ Cu	0,25+ навоз	
1	-*	-*	32,5 79,4	27,8 78,1	20,5 73,6	7,2 68,4	48,7 72,9	22,2 71,0	2,0 3,3
2	-	-	14,7 92,1	25,3 91,4	10,2 81,1	4,3 60,2	69,8 86,8	9,2 71,8	1,1 2,8
3	-	-	15,2 69,3	17,3 71,1	14,6 64,6	1,4 49,4	50,2 56,6	4,0 56,0	1,0 2,8
4	-	-	1,2 66,9	0,7 62,7	2,6 60,7	0,6 53,3	34,3 89,2	1,2 59,2	0,9 3,7
5	-	3,1 8,6	14,0 46,9	12,0 45,5	14,6 47,9	11,6 29,2	31,3 44,6	13,7 38,6	0,9 4,1
6	-	8,6 42,4	43,1 71,1	34,3 61,7	26,9 59,3	22,6 56,7	29,9 65,7	32,3 55,7	1,6 2,6
7	-	8,0 23,1	28,5 45,6	27,6 47,9	26,4 45,7	23,9 44,0	24,6 48,8	24,1 43,3	0,3 3,1
9	-	3,4 17,1	16,3 52,7	15,6 50,8	14,5 48,9	12,8 42,7	16,3 49,8	14,6 44,6	0,6 4,3

Примечание. Числитель - зерно, знаменатель - солома, ц/га. ∗- Прочерк означает, что урожай зерна и соломы не сформировался. Растения погибали в фазу кущение - трубкование.

ный баланс в содержании элементов питания в мезотрофной торфяной почве был по Zn и Ni, что и явилось общей причиной снижения урожая картофеля на всех опытных делянках с годами с.-х. освоения торфяного массива. Исследуемые торфяные почвы очень бедны калием: на всех вариантах опыта (за исключением опыта с NPK) в почве отмечен отрицательный баланс по К. Известкование способствовало большему выносу калия растениями овса и картофеля в первые годы освоения мезотрофной торфяной почвы, а дозы извести снижали запасы подвижного калия в пахотном слое почвы с годами освоения торфяного массива.

Как было уже отмечено, на пятом году освоения и с.-х. использования мезотрофных торфяных почв впервые получен урожай зерна и соломы овса в варианте опыта с NPK, что мы связываем с некоторым обогащением почвы основными элементами питания растений и улучшением реакции среды. Выявлена весьма тесная зависимость урожая зерна и соломы овса от содержания кальция (табл. 3) в почве (r = 0,94-0,98).

Таблица 3. Зависимость урожайности с.-х. культур от валового содержания химических элементов в Апах торфяной почвы при последействии известкования на фоне ежегодного внесения NPK

Растениеводческая продукция	Коэффициенты корреляции урожайности с содержанием химических элементов в почве (при r ≥ 0,65 значимы на 5 %-ном уровне)						
	K	Ca	Mg	Si	Cl	P	Cu
Картофель: клубни	-0,11	0,55	0,37	0,25	-0,94	-0,15	0,63
Овес:							
зерно	0,41	0,98	0,60	0,78	-0,20	0,66	0,61
солома	0,37	0,94	0,50	0,74	-0,05	0,65	0,50

Вовлечение слаборазвитых торфяных почв в с.-х. производство, внесение удобрений и разных доз извести отражались, прежде всего, на химическом составе выращиваемых культур картофеля и овса. Из результатов валового анализа ботвы и клубней картофеля, возделываемого на контрольных вариантах опыта и на вариантах с минеральными и органическими удобрениями, установлено, что ботва и клубни удобренного картофеля больше содержат калия, фосфора, магния, хлора и кальция, чем аналогичные органы картофеля, произраставшего в условиях контроля.

Все перечисленные выше химические элементы поступали в почву и растения с удобрениями. В то же время, такие элементы как алюминий, сера, железо, марганец и медь в большей степени аккумулировались в органах картофеля на контрольных вариантах, где удобрения не вносили. Эти различия обусловлены, прежде всего, большим ежегодным биологическим выносом растениями картофеля перечисленных выше химических элементов из

почвы с удобренных участков, где отмечались более высокие урожаи, а почвы обеднены этими элементами по сравнению с контролем. Клубни и ботва картофеля на вариантах с NPK + разные дозы извести содержали наибольшие количества кальция и магния, но меньшие - марганца и цинка. Известкование значительно снижало поступление калия, фосфора и серы в растения картофеля. Возможно также, что удобрения блокировали (сдерживали) поступление некоторых химических элементов в органы картофеля. Опыт, поставленный нами в вегетационных сосудах Вагнера, подтвердил эти предположения.

Так же ухудшалось качество другой растениеводческой продукции: к примеру, уменьшалось в зерне и соломе овса содержание калия, фосфора с годами с.-х. использования мезотрофной торфяной почвы даже и при ежегодном внесении NPK в почву (рис. 1, 2). В почве, при этом, уменьшалось количество активного кальция и возрастало содержание хлорид - ионов.

Результаты лабораторного вегетационного опыта подтвердили данные, полученные в полевых условиях: под влиянием доз извести изменяются химические и физико-химические показатели плодородия мезотрофных торфяных почв, в почве происходит снижение количества поглощенного калия, г.к., а также подвижных форм K_2O и P_2O_5 и их водорастворимых форм.

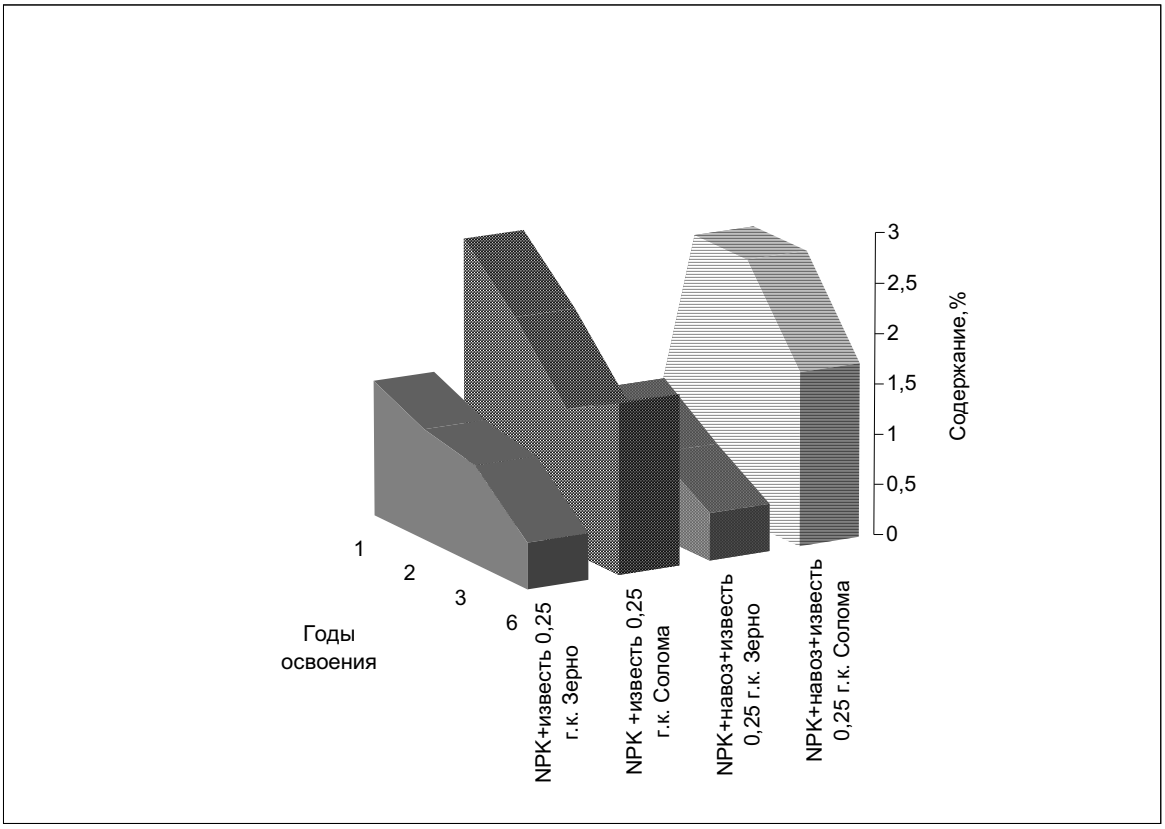


Рис. 1 Снижение содержания калия в овсе с годами освоения торфяной почвы в опытах с удобрениями

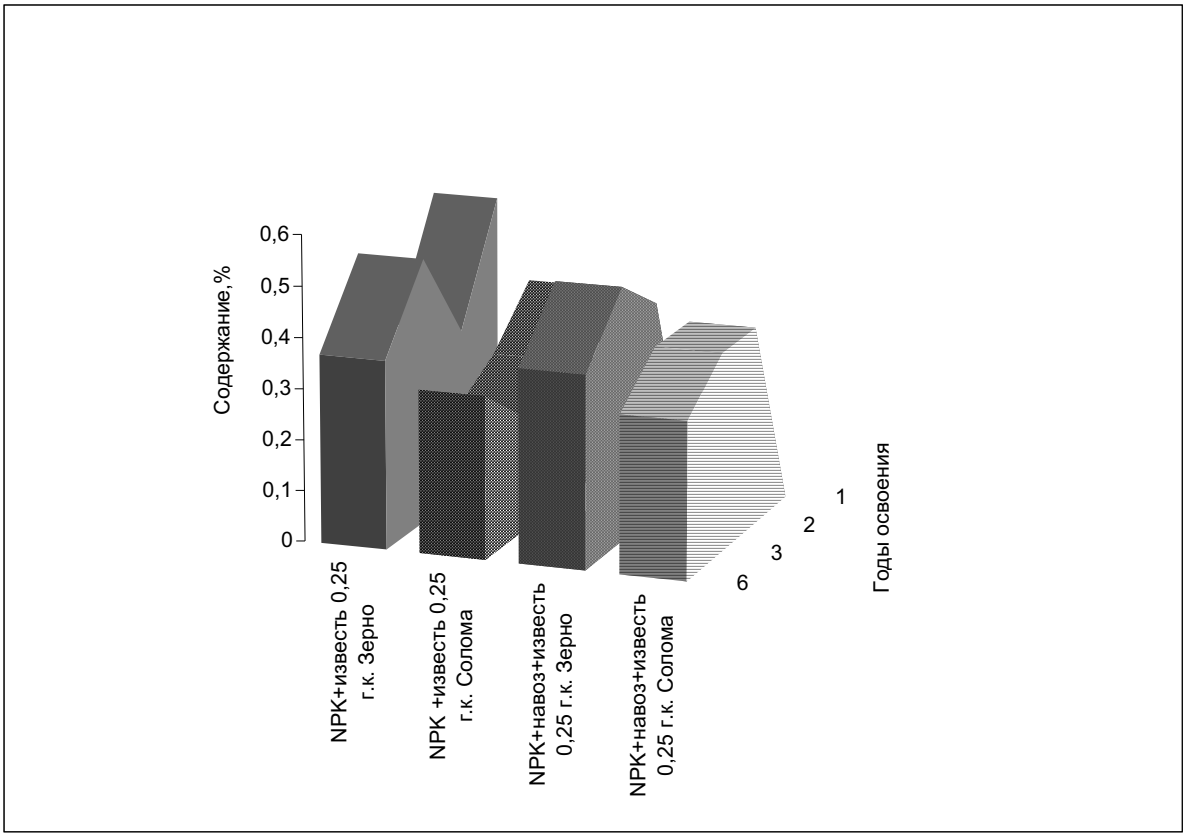


Рис. 2 Снижение содержания фосфора в овсе с годами освоения торфяной почвы в опытах с удобренями

Дозы извести снижают поступление в растения овса (фенофаза – выход в трубку) P, Si и Mg, а также Mn и Cu.

Внесение в почву $N_{30}P_{60}K_{180}$ (в составе двойного суперфосфата содержится до 16% Ca) и различных доз извести приводит к увеличению валового содержания кальция в почве.

Подвижность калия и фосфора в кислой мезотрофной торфяной почве снижается при ее известковании высокими дозами извести, что связано с действием кальция, как коагулятора диспергированных частиц торфа и с изменением кислотно-основного равновесия в почве.

Заключение

Получение высоких урожаев возделываемых культур в начале с.-х. освоения торфяного массива в дальнейшем приводит к большей деградации почвы. При сложившейся практике внесения минеральных удобрений (ограниченного набора элементов питания) и извести достичь высокого и качественного урожая овса и картофеля не представляется возможным, что обусловлено генетическими особенностями мезотрофных торфяных почв, претерпевающих сильные деградационные изменения свойств во времени под влиянием мелиорантов, при высокой степени минерализации торфа и выноса элементов питания из почвенного профиля.

Литература

1. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. М.: Колос. 1984. – 208 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1968. –336 с.

3. Лыткин И.И., Гребенников А.М. Влияние известкования слаборазвитой торфяной почвы на урожай картофеля при применении хлорсодержащих удобрений // Агрохимия. 2000. № 1. – С. 30-36.

УДК 631.582:631.4

О НЕТРАДИЦИОННЫХ ЗЕРНОБОБОВЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКАХ В СЕВООБОРОТАХ ЧУВАШИИ

Кузнецов А.И., Ласкин П.В.

Аннотация

Показаны возможности расширения списка зернобобовых культур, возделываемых в Чувашии, за счет увеличения площади посевов сои и люпина узколистного. Дана оценка этих культур в накоплении легкоусвояемых форм азота, улучшении питательного режима и фитосанитарного состояния культур, возделываемых после сои и люпина узколистного.

Преобразования в сфере использования пашни, осуществленные в России в 90-ых годах, привели к сокращению площади посева и изменению структуры посевных площадей, массовому нарушению севооборотов. Особенно заметно это проявилось на снижении доли посевов зернобобовых культур. Так, в Чувашии в 70-х годах прошлого столетия зернобобовые культуры (горох, чина, чечевица, вика на зерно) составляли 7-8% в структуре посевных площадей, а в современной структуре их доля снизилась до 1,2%. В 2010 году они возделывались на площади 6,8 тыс. га.

Такое положение бобовых культур в структуре посевных площадей в современных условиях является следствием снижения потребности в кормовом зерне, с одной стороны, односторонней их оценки лишь с позиций средней урожайности, с другой. Да, они уступают таковой в сравнении с зерновыми культурами. При этом не учитываются более высокие качественные показатели зерна, не берется во внимание и то, что зернобобовые – ценные предшественники, прежде всего, для зерновых культур, обеспечивающие повышение их урожайности и определенную экономию минеральных азотных удобрений.

Условия и методика

Исследованиями, конца 90-х годов прошлого века и первого десятилетия текущего, проведенными в Чувашском НИИСХ и в Чувашской ГСХА,

установлено, что список зернобобовых культур, возделываемых в условиях Чувашии, может быть пополнен за счет сои и люпина однолетнего. Зерно сои богато белком и жиром, представляет большую ценность в использовании на пищевые цели. Обе эти культуры обладают способностью в симбиозе с клубеньковыми бактериями к накоплению азота в почве, представляют несомненный интерес как предшественник для многих сельскохозяйственных культур.

Соя культурная *(Glycine hispida Maxim.).* Исследования по интродукции сои в условиях Чувашии были начаты в 1989 году Чувашским НИИСХ [1].

Одновременно с проведением сортоиспытания здесь изучались многие вопросы агротехники данной культуры на темно-серых лесных почвах. В частности, аспирантом А.А. Фадеевым были определены следующие параметры агротехники посева сои:

а) сеять сою в первой половине мая, когда почва на глубине заделки семян прогреется до 8-10^{o}С;

б) применять ленточный способ посева с нормой высева 400 тыс. шт. 1 га всхожих семян;

в) на чистых от сорняков полях эффективен рядовой способ посева с нормой высева 700 тыс. шт./га.

Соблюдение данных параметров обеспечило сбор зерна сорта СибНИИК 315 при рядовом посеве в среднем за 4 года 1,83 т/га против 1,51 т/га в контрольном варианте (широкорядный посев).

В 90-х годах изучение сои, как перспективного предшественника, для яровых культур полевого севооборота, было выполнено в Чувашской ГСХА на светло-серых лесных почвах. Соя сравнивалась с горохом и викой яровой, признанными ранее в нашей зоне ценными предшественниками озимых зерновых культур. В силу позднего созревания сои, оценка зернобобовых культур как предшественников производилась па посевах яровых зерновых культур – пшеницы и ячменя, а также на посадках картофеля. В исследованиях

Ю.Г. Семёнова [2] установлено, что звено севооборота с соей более продуктивно, чем с викой и горохом.

Сбор урожая в кормовых единицах при введении сои в севооборот возрос в сравнении с викой в среднем на 10 %, выход протеина увеличился в среднем на 30 %. В звене соя – яровая пшеница – ячмень накопление энергии составило 172,7 тыс. МДж/га, что на 18 % превосходит звено с викой яровой (табл.1).

Таблица 1. Продуктивность звеньев севооборота (1995-1997 гг.)

Предшественник	Предшественник – яровая пшеница – ячмень				Предшественник – картофель– ячмень			
	к. ед.		протеин		к. ед.		протеин	
	т/га	%	кг/га	%	т/га	%	кг/га	%
Вика посевная	12,12	100,0	1010	100,0	11,32	100,0	800	100,0
Соя культурная	13,49	111,3	1300	128,7	12,30	108,6	1060	132,5
По отношению к гороху	-	104,3	-	110,2	-	105,5	-	115,2

Аналогичные данные, подтверждающие преимущество звена севооборота с соей в сравнении с другой бобовой культурой – горохом, были получены Д.А. Дементьевым [3] (табл. 2).

Таблица 2. Продуктивность звеньев севооборота (2001-2003 гг.)

Предшественник	Предшественник – яровая пшеница – ячмень				Предшественник – картофель– ячмень			
	к.ед		протеин		к.ед		протеин	
	т/га	%	кг/га	%	т/га	%	кг/га	%
Горох посевной	10,30	100	936	100	11,79	100	948	100
Соя культурная	11,02	107	1011	108	12,34	105	995	105

Урожайность картофеля по сое была выше, чем по гороху на 1,67т/га.

Результаты исследований В.П. Казанцева [4], приведенные в таблице 3, свидетельствуют о высокой отзывчивости яровых зерновых культур на размещение по сое.

Соя, как предшественник, благоприятно сказывается на кущении и формировании продуктивных стеблей у зерновых культур, количестве зерен в колосе, что обеспечивает, в конечном счёте, повышение урожайности. Средняя прибавка урожая всех яровых зерновых составила 24% (0,68 т/га) в сравнении с посевом по зерновому предшественнику – ячменю.

Таблица 3. Влияние предшественников на урожайность яровых зерновых культур (2004-2005 гг.)

Предшественники	Зерновые культуры	Высота растений, см	Количество продуктивных стеблей шт.1м^2	Количество зерен в колосе, метелке, шт.	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
						т/га	%
Ячмень	Яровая пшеница	70	402	27	2,56	-	-
	Ячмень	52	435	20	2,86	-	-
	Овёс	80	443	48	3,15	-	-
	Среднее	67	427	32	2,86	-	-
Соя	Яровая пшеница	95	501	34	3,33	0,77	30
	Ячмень	63	469	23	3,14	0,28	10
	Овёс	114	538	67	4,16	1,01	32
	Среднее	91	503	41	3,54	0,68	24
	В % к ср. по ячменю	135,8	117.8	128.1	123.8	-	-

Растения злаковых, возделываемые после сои, отличались более интенсивным ростом, сформировали больше продуктивных стеблей с большим количеством зерен в колосе (метелке) соответственно на 35,8, 17,8 и 28,1%. Соя, как предшественник, более подходит для возделывания яровой пшеницы и овса (прибавка соответственно 30 и 32%).

Длительные наблюдения за ростом и развитием сои показывают, что она слабо противостоит сорнякам. Это, безусловно, сказывается и на повышении засоренности последующих культур севооборота. Снижение засоренности посевов сои будет способствовать значительному росту эффективности предшественника. В Чувашском НИИСХ разработан комплекс интегрированной защиты посевов сои от сорняков, болезней и вредителей, позволяющий обеспечивать благополучное фитосанитарное состояние посева не только предшественника, но и последующих культур севооборота.

В Чувашском НИИСХ, в сотрудничестве с НИИСХ Юго-Востока, проводится работа по созданию новых сортов сои, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Чувашии. В 2009 году Госкомиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений включен в Госреестр новый раннеспелый сорт сои Чера 1 с урожайностью до 2,7 т/га. В последние годы под посевы сои в институте отводят до 20 га площади, собирают по 2,0-2,5 т/га семян высшей категории.

Люпин однолетний *(Lupinus L.)*. Работа по изучению люпина однолетнего на кафедре общего земледелия Чувашской ГСХА была возобновлена, после длительного перерыва, в 2008 году. На опытном поле академии в Чебоксарском и в СХПК «Трудовик» Ядринском районах Чувашии изучаются антракнозо- и фузариозоустойчивые сорта люпина узколистного *(Lupinus angustifolius L.)*. Для создания эффективного бобово-ризобиального симбиоза испытываются различные штаммы *Rhizobium lupini.* Исследования по агротехнике люпина проводятся также в КФХ «Хорошавина А.В.» Цивильского и «Васильевой В.А.» Красноармейского районов.

Максимальную урожайность за два года исследований на опытном поле академии обеспечивал сорт Радужный в 2008 году – по 3,77т/га зерна (табл.4).

Таблица 4. Продуктивность сортов люпина однолетнего, т/га

Сорт	2008 г.		2009 г.		Среднее за 2 года	
	урожайность	сборы протеина	урожайность	сборы протеина	урожайность	сборы протеина
Белозерный	1,79	0,59	2,48	0,82	2,13	0,71
Кристалл	1,42	0,45	2,15	0,69	1,79	0,57
Радужный	3,77	1,23	1,87	0,61	2,82	0,92
Сидерат-38	2,65	0,91	2,35	0,81	2,50	0,86
Снежеть	1,64	0,54	1,99	0,66	1,81	0,60
$НСР_{05}$	0,56	-	0,42	-	-	-

Но урожайность этого сорта в 2009 году была ниже по сравнению с другими сортами, хотя и находилась на уровне сортов Кристалл и Снежеть.

В среднем за два года более высокую урожайность получали на посевах сортов Радужный и Сидерат-38 – по 2,82 и 2,50 т/га зерна соответствен-

но. Основное назначение сорта Сидерат-38 – использование на сидерат и его зерна значительно меньше (масса 1000 зерен на 25-40% ниже, чем у других сортов). Коэффициент размножения этого сорта выше и соответственно ниже и норма посева.

По сбору сырого протеина с 1 га люпины однолетние значительно превосходили такую фуражную культуру, как ячмень посевной, который с урожайностью в 2,40 т/га зерна обеспечивает сборы всего 0,31 т/га белка, а сорта люпина однолетнего на уровне 0,57-0,92 т/га, или же в 2-3 раза больше. Известно, что одной из задач полевого кормопроизводства является обеспечение сборов белка на уровне 1 т/га.

Весна 2008 года характеризовалась отсутствием осадков в период появления всходов люпина однолетнего и, как следствие, фаза всходов была более растянутой, чем в 2009 году. Но в целом, как в 2008, так и в 2009 году, растения люпина однолетнего развивались нормально. Следует отметить более высокую технологичность люпина однолетнего, по сравнению, например, с горохом посевным: растения не полегают и уборка урожая проходит без особых затруднений. Семена изучаемых нами сортов люпина однолетнего созревали довольно дружно, недетерминантность не проявлялась, а бобы после созревания семян не растрескивались. Клубеньки на корнях люпина однолетнего в условиях опытного поля академии (Чебоксарский район) формировались без инокуляции посевного материала эффективными штаммами клубеньковых бактерий – за счет их аборигенных (местных) популяций. Тем не менее, существует возможность активизации биологической фиксации за счет инокуляции люпинов культурными штаммами *Rhizobium lupini*. В условиях КФХ «Васильевой В.А.» (Красноармейский район), в 2010-2011гг. инокуляция семян люпина штаммами *Rhizobium lupini* 367а и 375а по сортам обеспечивала достоверные прибавки урожайности на 20-40 %. Соответственно происходило и увеличение массы корней и пожнивных остатков. Сорта люпина узколистного проявили индивидуальную отзывчивость на штамм клубеньковых бактерий.

По данным исследований М.И. Яковлевой [5], люпин узколистный может рассматриваться как высокоэффективный предшественник для картофеля и яровой пшеницы (табл. 5).

Таблица 5. Продуктивность звеньев севооборота с люпином однолетним (2008-2010 гг.)

Звенья	Культура	Сборы с 1 га			
		зерновых единиц		кормовых единиц, т	протеина, кг
		т	%		
1.	Озимая рожь	3,2	-	3,5	247,5
	Яровая пшеница	3,7	100,0	4,3	281,9
	Ячмень	2,3	100,0	2,7	171,6
	По звену	9,2	-	10,5	801,0
2.	Люпин узколистный	2,5	-	2,5	625,0
	Яровая пшеница	4,8	129,7	5,5	487,0
	Ячмень	3,3	143,5	4,6	245,2
	По звену	10,6	-	12,6	1357,2
	В % к первому звену	115,2	-	120,0	169,4
3.	Озимая рожь	3,2	-	3,5	247,5
	Картофель	6,1	100,0	7,5	340,5
	Ячмень	3,0	100,0	3,6	225,4
	По звену	12,3	-	14,6	813,4
4.	Люпин узколистный	2,5	-	2,5	625,0
	Картофель	10,1	165,5	12,5	564,6
	Ячмень	4,0	133,3	4,7	295,1
	По звену	16,6	-	19,7	1484,7
	В % к третьему звену	135,0	-	134,9	182,5

Использование люпина как предшественника яровой пшеницы позволило повысить урожайность зерна на 1,1 т/га (прирост 29,7 % к контролю – озимой ржи). Продуктивность картофеля, размещаемого по люпину, возросла на 65,5 %. В звеньях севооборота с люпином однолетним резко увеличился выход протеина – на 69,4 и 82,5 % (соответственно, во 2-ом и 4-ом звеньях).

В КФХ «Васильевой В.А.» Красноармейского района урожайность картофеля по люпину узколистному в 2011 году в 1,5 раза были выше, чем по залежи. С площади 30 га было собрано по 28.4 т/га добротного картофеля сорта Удача. Выход семенных клубней составил 310 тыс.шт. с каждого гектара.

Заключение

Проведенные в Чувашии исследования по изучению эффективности нетрадиционных предшественников из группы зернобобовых свидетельствуют о целесообразности введения в севообороты сои культурной и люпина узколистного в качестве предшественников под яровые зерновые (пшеницу, ячмень) и под картофель. Они служат гарантом повышения урожайности не только в прямом действии, но и в последействии. Соя и люпин однолетний гарантируют сбор более качественной продукции, повышают уровень биологических показателей плодородия почвы.

Тем не менее, приходится отметить, что вопреки народнохозяйственной и агротехнической значимости этих культур в земледелии Чувашии, их внедрение в практику сельскохозяйственных предприятий идет очень слабо. Одной из причин такого несоответствия является отставание в развитии семеноводства этих культур, и недооценке значения биопрепаратов для инокуляции семян перед посевом.

Литература

1. Соя на полях Чувашии /М.Ф. Фадеева, А.А. Фадеев, Л.В. Воробьева. – Под ред. А.П. Фадеева // Чувашский НИИСХ. – Чебоксары: Чувашское книжное издательство, 2001. – 48 с.

2. Семенов Ю.Г. Сравнительная оценка и влияние зернобобовых на урожайность и качество последующих культур севооборота на светло-серых лесных почвах юго-восточной части Волго-Вятской зоны /Ю.Г. Семенов. Авт. диссер. на…. к. с.-х. н. – Йошкар-Ола. – 1999, – 19с.

3. Кузнецов А.И. Эффективность звеньев полевого севооборота с зернобобовыми культурами /А.И. Кузнецов, Д.А. Дементьев //Труды Чувашской ГСХА. – Том XIX. – Часть 1,Чебоксары. – 2004, – С. 118-120.

4. Казанцев В.П. Соя – один из лучших предшественников яровых зерновых /В.П. Кузнецов, Л.В. Воробьева, А.И. Кузнецов //Биологические и экономические проблемы земледелия Поволжья. – Мат. Всерос. научно-

практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения проф. Кузнецова А.И. – Чебоксары: ЧГСХА – ООО «Полиграфъ», 2010. – С. 116-119.

5. Яковлева М.И. Внедрение люпина узколистного в севообороты Чувашской Республики /М.И. Яковлева, А.И. Кузнецов, П.В. Ласкин //Современные системы земледелия: опыт, проблемы, перспективы. – Мат. Межд. научно-практ. конф., посвященной 80-летию проф. В.И. Морозова. – Ульяновск: УГСХА, 2011. – С. 147-153.

УДК 631.4:631.58

СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В БИОЛОГИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ПРИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ СЕВООБОРОТОВ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Кислов А.В., Долматов А.П.

Аннотация

Показано, что за счет оптимизации структуры посевных площадей и состава культур и пара в севообороте, их чередования можно регулировать поступление органического вещества, а внесение побочной продукции растениеводства во многом уменьшит вынос питательных веществ. Полностью компенсировать его при этом не удается, потребность в азотно-фосфорных удобрениях в Черноземной зоне остается.

Биологизация земледелия заключается в сохранении и повышении плодородия почвы, защите окружающей природной среды, улучшении качества продукции и производстве гарантированного её количества при устойчивом развитии агроэкосистем (В.И. Кирюшин, 1996, В.Г. Минеев и др., 1993).

В сложившихся условиях необходима новая концепция повышения плодородия почвы, основанная на совершенствовании главных элементов системы земледелия – севооборота и обработки почвы. При дефиците материальных, трудовых и энергетических ресурсов, развитие земледелия должно идти по пути дальнейшей его биологизации, в первую очередь за счет построения севооборотов по экологическому принципу и максимального использования местных внутренних ресурсов органических удобрений (навоза,

соломы, сидератов, развития травосеяния, причем с обязательным включением бобовых компонентов).

Севооборот является ведущим звеном в любой системе земледелия и ему принадлежит важнейшая роль в рациональном использовании земли, повышении плодородия почвы, культуры земледелия в целом и на этой основе увеличении урожайности сельскохозяйственных культур.

Условия и методика

Исследования по разработке экологических принципов организации севооборотов начаты нами в 1992 году. Схема чередования культур и система удобрений в первой ротации севооборотов представлена в таблице 1. Площадь делянки (поля севооборота) составляла 486 м^2 (45×10,8 м), повторность четырехкратная в пространстве, трехкратная во времени (табл. 1).

Таблица 1. Схема чередования культур и система удобрений в первой ротации севооборотов

Севооборот	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1.	Черный пар (навоз 50 т/га + $P_{90}K_{60}$	Оз. рожь (солома + N_{20})	Просо	Яр. пшеница тв. (солома + N_{20})	Ячмень	Кукуруза на силос	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Подсолнечник на маслосемена
2.	Пар занятый летним посевом суд. тр. насено (нав. 50 т/га + $P_{90}K_{60}$	Яр. пшеница твердая (солома + N_{20})	Просо	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Ячмень	Суд. тр. на сено (2 укос на сидерат)	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Гречиха (солома + N_{20})
3.	Суд. тр. + донник летн. посев ($P_{90}K_{60}$)	Донник на зел. массу, 2-й укос на сидерат	Просо	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Ячмень	Нут (солома на удобрение)	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Сорго на зерно
4.	Кукуруза на зерно (стебли + N_{20} под пшеницу. $P_{90}K_{60}$ под кукурузу	Яр. пшеница тв. (солома + N_{20})	Гречиха (солома + N_{20})	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Ячмень	Занятый пар (суд. тр. летнего посева)	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Ячмень
5.	Ячмень на зерно + донник ($P_{90}K_{60}$)	Донник на сено в занятом пару	Просо	Яровая пшеница (солома + N_{20})	Ячмень	Сорго на зерно	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Овес

6.	Ячмень + горох в занятом пару (осенью ($P_{90}K_{60}$)	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Просо	Яровая пшеница (солома + N_{20})	Ячмень	Горох (солома)	Яр. пшеница (солома + N_{20})	Суд. тр. на семена (N_{20})
7.	Ячмень + мн. тр. ($P_{90}K_{60}$)	Мн. тр.	Мн. тр.	Мн. тр.	Мн. тр.	Мн. тр.	Просо	Яр. пшеница (солома + N_{20})

Главной целью в первой ротации, кроме сравнительной продуктивности культур и севооборотов, было изучение структуры сухой биомассы – основной продукции, побочной, пожнивных и корневых остатков, их соотношения. Это дало возможность рассчитать уравнения регрессии между урожайностью основной продукции и растительных остатков и прогнозировать поступление органического вещества в почву.

Самая высокая урожайность зерновых – 17,6 ц/га получена в 5-польном зернопаровом севообороте № 1, с увеличением числа полей до восьми, урожайность снизилась до 12,0 ц/га. Подобная урожайность зерновых получена в севооборотах с занятым паром – 12,2-13,9 ц/га. Исключение составляют севообороты с кукурузой и сорго на зерно, в которых урожайность также увеличивалась до 17,2 ц/га за счет высокой продуктивности кукурузы и сорго на зерно, но себестоимость его на 21,5% выше, а затраты труда – на 11%.

Во второй ротации изучали 7 различных пятипольных севооборотов. Схема опыта представлена в таблице 2. Она включала два фактора: фактор А – заделка соломы путем вспашки и мелкого рыхления на 12-14 см с предварительным дискованием; фактор В - внесение азотного удобрения из расчета 20 кг/га д.в. и не удобренный фон (контроль).

Целью исследований было определить эффективность использования соломы различных культур с азотом и без него и способы заделки при мелком рыхлении в поверхностные слои и путем вспашки в нижнюю часть пахотного горизонта. По тем культурам, которые ранее не участвовали в исследованиях, продолжалось изучение количества соломы, пожнивных и корневых остатков в соотношении с урожаем зерна.

Таблица 2. Схема чередования культур и система удобрений во второй ротации севооборотов

№ С/о	1999-2003 гг.	2002-2004 гг.	2003-2005 гг.	2004-2006 гг.
1.	Пар черный $P_{60}K_{45}$ – озимая пшеница N_{30} + солома + N_{20}	Нут – солома + N_{20}	Яровая пшеница мягкая - солома + N_{20}	Ячмень
2.	Пар черный $P_{60}K_{45}$ – озимая пшеница N_{30} + солома + N_{20}	Яровая пшеница мягкая – солома + N_{20}	Яровая пшеница мягкая – солома + N_{20}	Суд. трава на семена – солома
3.	Пар черный $P_{60}K_{45}$ – озимая пшеница N_{30} + солома + N_{20}	Горох – солома + N_{20}	Яровая пшеница мягкая – солома + N_{20}	Суд. трава на сено
4.	Пар черный $P_{60}K_{45}$ – озимая пшеница N_{30} + солома + N_{20}	Кукуруза на силос	Яровая пшеница мягкая – солома + N_{20}	Гречиха _ солома + N_{20}
5.	Пар черный $P_{60}K_{45}$ – озимая пшеница N_{30} + солома + N_{20}	Гречиха – солома + N_{20}	Яровая пшеница мягкая – солома + N_{20}	Овес
6.	Пар черный $P_{60}K_{45}$ – озимая пшеница N_{30} + солома + N_{20}	Сорго на зерносенаж	Яровая пшеница мягкая – солома + N_{20}	Яровая пшеница мягкая – солома + N_{20}
7.	Пар черный $P_{60}K_{45}$ – озимая пшеница N_{30} + солома + N_{20}	Просо	Яровая пшеница мягкая – солома + N_{20}	Подсолнечник на маслосемена (стебли + корзинки) + N_{20}

В третьей ротации, помимо озимых культур, а также яровой твердой и мягкой пшеницы по черному пару, изучали бобовые культуры, такие как горох и нут, наиболее отвечающие требованиям биологизации земледелия, так как солома их богата азотом и при заделке в почву обеспечивает прибавку урожая следующей культуры, как правило, яровой пшеницы.

Содержание и запасы органического вещества в почве служат основным критерием оценки почвенного плодородия и экологической устойчивости почв как компонента биосферы. Количество растительного материала после культур севооборота во многом определяют режим органического вещества в почве, а вместе с ним и минеральное питание, агрофизические свойства и фитосанитарную ситуацию. Культуры поставляют далеко неодинаковое

количество органического вещества и отличаются по качеству его, т.е. содержанию биофильных элементов.

Таблица 3. Урожайность зерна, соломы и пожнивно-корневых остатков у различных сельскохозяйственных культур и их соотношение (в среднем за 3 года)

Культура	Урожайность, т/га (абсолютно-сухое вещество)					Соотношение к урожаю зерна		
	зерно	солома	пожнивные остатки	корни	всего	солома	пожнивные остатки	корни
Озимая рожь	2,81	5,84	2,32	3,26	11,48	2,01	0,82	1,13
Озимая пшеница	2,72	4,84	1,54	1,23	7,61	1,78	0,57	0,57
Яровая пшеница твердая	1,62	1,61	0,74	1,90	4,25	1,0	0,46	1,17
Яровая пшеница мягкая	1,17	1,40	0,55	1,78	3,73	1,20	0,47	1,52
Ячмень	1,46	1,56	0,57	2,92	4,05	1,07	0,39	2,36
Просо	1,24	1,49	1,28	2,12	4,89	1,20	1,03	2,19
Гречиха	0,74	2,30	0,96	2,61	5,87	3,11	1,30	3,52
Кукуруза	2,49	3,74	2,62	1,67	8,03	1,50	1,05	0,17
Сорго	1,88	1,75	0,75	3,31	5,81	0,93	0,40	1,76
Овес	1,20	2,00	0,59	1,33	3,92	1,67	0,49	1,11
Подсолнечник	1,02	3,73	-	0,98	4,71	3,65	-	0,96
Нут (2003-2005)	1,74	1,81	0,81	1,36	3,98	1,04	0,47	0,78
Горох	0,94	1,85	0,43	1,85	4,73	1,97	0,46	1,97

Наибольшее количество органических остатков с соломой среди зерновых культур оставляют озимые, причем рожь значительно превосходит пшеницу (табл. 3), соответственно – 11,42 и 7,61 т/га. При уборке кукурузы на зерно, за счет листостебельной массы общая масса органики достигает 8,03 т/га, у сорго на зерно по этой же причине – 5,81 т/га. Среди зерновых и крупяных культур лидирует гречиха – 5,87 т/га; ячмень, овес, яровая пшеница

мягкая и твердая – 3,73-4,25 т/га, зернобобовые нут и горох – соответственно 3,98 и 4,03.

Среди кормовых культур выделяются многолетние травы, у которых масса корневых остатков достигала после 5-го года жизни 10,4 т/га, а вместе с пожнивными – 11,17 т/га (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность кормовых культур и соотношение с пожнивно-корневыми остатками, в среднем за 3 года

Культура	Урожайность абсолютно-сухой массы, т/га				Соотношение пожнивных и корневых остатков к урожайности биомассы	
	зеленая масса	пожнивные остатки	корни	всего	пожнив-ные	корни
Суданская трава	3,16	1,05	2,69	3,74	0,33	0,85
Донник	3,86	1,76	5,03	6,79	0,46	1,3
Ячмень и горох	5,61	1,06	3,39	4,45	0,19	0,60
Мн. травы 5 года жизни	3,71	0,78	10,39	11,17	0,21	2,8
Кукуруза на силос	3,65	1,86	2,62	4,48	0,36	0,72

Значительное количество корней – 5,03 т/га оставляет донник, а всего – 6,79 т/га, однолетние кормовые культуры значительно уступали люцерно-кострецово-житняковой травосмеси и доннику и по общей массе расположились в следующей последовательности: кукуруза на силос – 4,48, ячмень + горох – 4,45 и суданская трава – 3,74 т/га.

В засушливой степной зоне не всегда наблюдается корреляция между урожайностью основной продукции, соломой и пожнивно-корневыми остатками, так как при хорошем развитии вегетативной массы, а значит и соломы при высокой температуре воздуха в период налива, зерно формируется щуплое, наблюдается «запал» и «захват» зерна. В сухие годы формируется более мощная корневая система, чем при хорошем увлажнении почвы. Поэтому уравнения регрессии представлены лишь по отдельным культурам и расти-

Таблица 5. Связь массы побочной продукции и пожнивно-корневых остатков (У, ц/га) с урожаем основной продукции (Х, ц/га)

Культуры	Х	У	Уравнение регрессии	R
Озимая рожь Озимая пшеница	12.0 –46,0 20,2-27,2	пожнивные ост. солома корни	У=0,64х+0,61 1: 1,86 У=1,25х-9,66	0,60 - 0,93
Яровая пшеница мягкая	7,6-16,6	солома пожнивные ост. корни	У=0,8х+5,80 У=0,2х+3,34 У=0,63х+16,6	0,70 0,63 0,60
Яровая пшеница твердая	15,0-27,9	солома пожнивные ост. корни	У=1,44х-1,8 У=0,75х-5 У=1,69+8,5	0,61 0,99 0,67
Ячмень	15,0-30,0 19,0-25,0	солома пожнивные ост. корни	У=0,44х+4,8 У=14х-4,2 У=0,52х-3,3	0,95 0,74 0,81
Кукуруза на зерно	11,4-38,8 20,6-40,9	листостебельная масса пожнивные ост. корни	У=12х+25,8 У=0,22+24,6 У=0,1х+8,12	0,65 0,48 0,76
Гречиха	11,8-18,0 3,8-11,4 4,3-11,4	солома пожнивные ост. корни	У=1,77х-2,0 У=0,38х+4,08 У=3,22-10,63	0,70 0,55 0,95
Просо	15,6-28,0	солома пожнивные ост. корни	1: 1,34 У=0,36х+32 1: 2,0	- 0,89 -
Суданская трава на семена	2,3-14,9	солома пожнивные ост. корни	1: 3,0 У=0,33х+4,02 У=20,32+0,37х	- 0,81 0,59
Суданская трава на сено	38,1-55,0	пожнивные ост. корни	У=0,29х+3,1 У=0,42х+21,2	0,75 0,70
Многолет. травы на сено и зеленый корм	12,9-39,8 22,9-45,3	пожнивные ост. корни	У=0,75х+3,4 У=1,22х+32,7	0,93 0,92
Донник (сухое вещество)	27,9-58,0 16,3-38,2	пожнивные ост. корни	У=0,35х-3 У=0,58х+12,74	0,50
Подсолнечник на зерно	6,6-18,0	корни стебли+корзинки	У=1,01х-0,17 1: 3,9	0,95
Овес	8,9-13,6	солома пожнивные ост. корни	1: 2,5 1: 1,6 У=2,72х-19,4	0,67
Сорго на зерно	20,1-34,8	солома пожнивные ост. корни	1: 0,9 1: 0,5 1: 2,2	
Нут	5,3-12,1	солома пожнивные ост. корни	1: 0,9 1: 0,6 1: 1,12	

Наряду с количеством растительных остатков важное значение имеет их химический состав. Так, растительные остатки многолетних трав содержат больше элементов питания, чем другие культуры.

Содержание азота в корневых остатках 1,81%, в пожнивных 2,37%. Содержание азота в корневой системе нута выше, чем у гороха (1,97 и 1,74% соответственно), однако пожнивные остатки и солома гороха богаче азотом более, чем в 1,5 раза.

Из зерновых культур наибольшие площади в посевах занимает яровая пшеница, количество азота и фосфора в корнях её составляет 1,73 и 0,45%. Растительные остатки сорго и овса беднее питательными элементами по сравнению с другими культурами. Самое низкое содержание таких макроэлементов, как азот и фосфор, отмечено в пожнивных и корневых остатках подсолнечника. Определение содержания макроэлементов в растительных остатках, по существу у всех возделываемых в зоне культур, позволяет прогнозировать их поступление в пахотный слой с пожнивно-корневыми остатками и соломой при её заделке в почве и рассчитать вынос с урожаем зерна и вместе с соломой при уборке всего урожая.

Так, при внесении соломы в качестве удобрения, вынос азота с урожаем и соответственно потребность в азотных удобрениях на компенсацию выноса уменьшится у озимой ржи и озимой пшеницы на 42 и 46%, яровой твердой пшеницы и мягкой – 35 и 47%, гречихи – на 64, гороха и нута – на 36 и 27%, а за счет листостебельной массы кукурузы – в 2 раза.

Аналогично, на 30-50% уменьшается и вынос фосфора, а вынос калия происходит в основном с урожаем соломы, он в 3-4 раза больше в урожае зерна зерновых и в 6 раз больше у гречихи и подсолнечника.

Заключение

Таким образом, перспективы совершенствования севооборотов по экологическому принципу представляются следующими:

– специализация севооборотов в соответствии с зональными почвенно-климатическими условиями и агроэкологическими группами земель;

– учет средообразующего влияния культур на плодородие, в первую очередь на режим органического вещества, как важнейшего средства биологизации земледелия;

– оптимизация площади посева многолетних трав в выводных полях полевых севооборотов и травопольных видах в связи с их особой ролью по предотвращению эрозии, улучшению гумусового состояния и агрофизических свойств почв;

– сокращения числа полей в полевых севооборотах до 4-6 с целью усиления роли пара в регулировании фитосанитарного состояния, повышения урожайности за счет возделывания озимых;

– размещение кормовых культур в прифермских севооборотах;

– в полевых севооборотах уборку зерновых и зернобобовых проводить с одновременным измельчением соломы и внесением азотных удобрений с целью сокращения потребности в удобрениях и улучшения баланса гумуса.

Литература

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин – М.: Колос, 1996.–366 с.

2. Минеев В.Г., Рempe Е.Х. Эколого-биологическая оценка применения средств химизации на разных типах почв //Почвоведение, 1995. № 8, – С. 1011-1022.

УДК 635.581:631.4

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

Ермакова Л.И., Новиков М.Н.

Аннотация

Дана оценка влияния разных по интенсивности систем удобрений на изменение содержания гумуса, агрохимических показателей плодородия почвы и продуктивность зерно-травяно-пропашного севооборота. Недостаток органических удобрений можно компенсировать за счет введения в севообороты многолетних бобовых трав и запашки соломы и сидератов.

Резкое снижение в последние десятилетия объёмов применения органических и минеральных удобрений, связанное с диспаритетом цен на удобрения и произведенную продукцию, привело к деградации почвы, сокращению площадей обрабатываемой пашни [1].

В сложившихся хозяйственно-экономических условиях из возможных направлений развития земледелия наиболее доступным, низко затратным, экономически и экологически выгодным является направление, которое базируется на биологизации земледелия [2,3].

Условия и методика

Во ВНИИОУ в течение 2001-2008 гг. проводилась в зернотравяно-пропашном севообороте сравнительная оценка эффективности традиционной органоминеральной и биологизированной системы удобрений. Оценочными критериями являлись плодородие почвы, продуктивность полевого севооборота и экологическое состояние окружающей среды.

Полевой севооборот включал: люпин однолетний–ячмень с подсевом многолетних трав (клевер с тимофеевкой)–многолетние травы 1 г. п.–многолетние травы 2 г. п.–озимая пшеница–картофель–яровое тритикале. За контрольный вариант принята органоминеральная система удобрения. Исследования проводились на дерново-подзолистой супесчаной почве, характеризующейся слабой гумусированностью (0,93%), среднекислой реакцией почвенной среды, средней обеспеченностью подвижным фосфором и обменным калием В биологизированной системе в состав органических удобрений входили: солома однолетнего люпина, ячменя, озимой пшеницы, тритикале, сидераты отавы многолетних трав второго года пользования. В органоминеральной системе удобрения – подстилочный навоз 60 т/га, вносимый под картофель. В обеих системах удобрения недостаток элементов питания для получения планового урожая возделываемых культур (люпин на зерно 20ц/га, ячмень – 25, озимая пшеница и тритикале – 30, картофель – 250, сено многолетних трав – 40ц/га) компенсировался за счет использования минеральных удобрений. За ротацию севооборота в органо-минеральной системе

удобрения внесено 14,2 т сухого органического вещества, в биологизированной – 15,6т.

Органические удобрения в изучаемых системах удобрения стабилизировали гумусное состояние почвы и даже способствовали некоторому его росту (табл.1).

Таблица 1. Влияние систем удобрения на динамику гумуса в почве (Апах)

Система удобрения	Содержание гумуса, %					
	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Органоминеральная	1.03	1.02	1.16	1.13	1.10	1.09
Биологизированная	0.97	0.96	1.13	1.10	1.07	1.05

Р.% - 1.05; $НСР_{05}$, % - 0.02

Содержание гумусу в почве к концу ротации севооборота увеличилось достоверно: по органоминеральной системе удобрения – на 0,06%, по биологизированной – на 0,08%.

Системы удобрения способствовали изменению агрохимических свойств почвы (табл.2).

В течение ротации севооборота под влиянием изучаемых систем удобрений, снизилась кислотность почвы, повысилась насыщенность её основаниями. По органоминеральной системе удобрения возросло содержание подвижного фосфора в почве на 7,3%, обменного калия – на 10,6% , по биологизрованной системе удобрения соответственно на 8% и 33,3%.

Таблица 2. Динамика агрохимических свойств почвы (Апах.)

Система удобрения	Перед закладкой опыта					В конце ротации севооборота				
	pH сол.	Нг.	Ca+ Mg	P_2O_5	K_2O	pH сол.	Нг.	Ca+ Mg	P_2O_5	K_2O
		мг-экв./100г		мг/ 100 г			мг-экв./100г		мг /100 г	
Органо - минеральная	5.02	2.34	2.54	10.80	8.96	5.67	0.72	5.15	11.59	12.20
Биологизи – рованная	5.20	2.05	2.92	11.20	9.60	5.64	0.64	5.09	13.10	12.80

При учете урожая на варианте с органоминеральной системой удобрения солому зерновых культур не рассматривали как товарную продукцию, а как удобрение в составе подстилочного навоза.

В среднем за ротацию продуктивность севооборота при органоминеральной и биологизированной системах удобрения была одинакова (табл.3).

Таблица 3. Товарная продуктивность севооборота при различных системах удобрения

Культура севооборота	Вид продукции	Органоминеральная система		Биологизированная система		Прибавка урожая	
		ц /га	ц з ед.	ц/га	ц з ед.	ц /га	ц з ед.
Люпин однолетний	зерно	21.8	25.5	21.8	25.5	0.0	0.0
Ячмень с подсевом трав	зерно	24.9	24.9	22.9	22.9	- 2.0	- 2.0
Мн. травы 1 г. п.	зел.масса	378.0	68.0	353.9	63.7	-24.1	-4.3
Мн. травы 2 г. п.	зел.масса	488.9	88.2	506.1	91.1	+16.2	+2.9
Озимая пшеница	зерно	30.0	30.0	32.4	32.4	+2.4	+2.4
Картофель	клубни	256.0	64.0	257.3	64.4	+1.3	+0.4
Тритикале	зерно	28.4	28.4	28.8	28.8	+0.4	+0,4
За ротацию, всего			329.0		328.8		
На 1га севооб. площади			47.0		46.97		

Урожай культур севооборота в обеих системах был близок к запланированному. Анализ показывает, что приоритет в формировании урожая в первую часть ротации севооборота был за органоминеральной системой удобрения, во вторую – за биологической, что свидетельствует об увеличении доступности элементов питания билогизированной системы удобрения (прежде всего соломы) к концу ротации севооборота.

Если учесть, что в структуре посевных площадей севооборота зерновые составляют 43%, зернобобовые – 14%, многолетние травы – 28%, картофель – 14%, более продуктивными являются многолетние травы. С органоминеральной системой удобрения на 1% их содержания в севообороте урожай составляет 55,8 ц з. ед.; у картофеля – 45,7; зерновых культур – 19,5; зернобобовых – 18,2. С биологизированной системой удобрения соответственно – 55,3; 46,0; 19,6; 18,2. То есть, органоминеральная система удобрения способ-

ствует некоторому усилению продуктивности многолетних трав, биологизированная – картофеля.

В органоминеральной системе удобрения за ротацию севооборота внесено 926 кг д.в.удобрений, в среднем на гектар севооборотной площади по 132,3 кг д.в., в биологизированной системе – 695 и 99 кг д.в. В органоминеральной системе средняя стоимось гектарной нормы удобрений составила 1590 руб., в биологизированной системе - на 49% меньше (81,7руб.). С учетом плодородия почвы выход продукции на 1кг д.в. элементов питания, внесенных с органическими и минеральными удобрениями, в органоминеральной системе составил 35,6 кг з ед., в биологизированной системе – 47,4 кг з ед.

Заключение

В хозяйствах Нечерноземной зоны недостаток органических удобрений для оптимизации плодородия почв можно компенсировать введением в севообороты высокопродуктивных средоулучшающих культур (многолетних бобовых и бобово-злаковых трав, люпина) и применением на удобрение соломы зерновых культур и сидератов. Такая система окультуривания почв не уступает по эффективности традиционной с использованием навоза и минеральных удобрений.

Литература

1. Каштанов А.Н. Роль биологических факторов в интенсификации земледелия //Агрохимические проблемы биологической интенсификации земледелия. Сб. докл. Междунар. науч.-практич. конф. – Владимир: ГНУ ВНИПТИОУ. – 2005. – С 3.
2. Минеев В.Г., Дебрецени В., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. – М.: Колос,1993. – 415 с.
3. Новиков М.Н., Тужилин В.М., Самохина О.А. и др. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 296 с.

УДК: 631. 581. 5. 551.

ВЛИЯНИЕ ХЛОПКОВЫХ СЕВООБОРОТОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРНОЕ СОСТАЯНИЕ ПОЧВЫ СТАРООРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ КАЗАХСКОЙ ЧАСТИ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Аширбеков М.Ж.

Аннотация

В условиях Голодной степи Казахстана в севооборотах с разным насыщением хлопчатником, от 100 до 60%, возделывание люцерны и промежуточных культур в сочетании с внесением органических удобрений улучшает агрофизические показатели плодородия сероземов по сравнению с монокультурой на фоне без удобрений.

Почвообразование в Голодной степи по данным М.А.Панкова (1957) [1] протекало на фоне полупустынного климата с формированием сероземов с различной степенью гидроморфизма: светлых сероземов, сероземно-луговых, сероземно-солончаковых, луговых и лугово-солончаковых почв.

Луговые и лугово-солончаковые почвы формировались по депрессиям при близком залегании уровня грунтовых вод; сероземно-луговые и серозем-ные почвы по повышениям; сероземно-солончаковые, луговые и солончако-вые сероземы по низинам. В районах осадконакопления, на верхних частях конусов, при глубоких уровнях залегания грунтовых вод луговая и солонча-ковая стадия могли выпадать и сероземообразование – первичное почвообра-зование. Исследованиями почв Голодной степи в разные годы занимались: С.Н.Рыжов (1952)[2], Н.Ф. Беспалов (1970)[3], В.А.Ковда, Назаров А (1984)[4], А.Н.Розанов (1948)[5].

Большая часть территории Голодной степи занята светлыми серозема-ми, до орошения в различной степени солончаковатыми. К характерным осо-бенностям светлых сероземов следует отнести невысокое содержание гумуса (не превышающее 1,5%), высокую карбонатность, относительно низкую ве-личину емкости поглощения. Профиль светлого серозема характеризуется

серовато-палевой окраской гумусового горизонта, непрочной комковатой структурой, более или менее равномерным уплотнением, небольшим содержанием влаги и легкорастворимых солей, наличием ярковыраженных карбонатных горизонтов.

Территория совхоза «Махтаарал» расположена в зоне светлых сероземов. Различные глубины залегания грунтовых вод, формы рельефа, степени естественной дренированности и условия почвообразования обусловили формирование на территории хозяйства лугово-сероземных и сероземно-луговых почв различной степени засоления, образующих основной фон почвенного покрова. Почвы совхоза «Махтаарал» почти полностью состоят из водопрочных микроагрегатов.

Объекты и методы

Целью исследований является влияние различных схем хлопковых севооборотов на агроо-физические свойства и структурное состояние почвы и пути повышения плодородия староорошаемых почв в зоне хлопководства Казахской части Голодной степи.

Изучение сравнительной продуктивности различных схем хлоповых севооборотов проводилось в 1995-2004 годы в многолетнем стационаром опыте на сероземно-луговых почвах староорошаемой зоны Голодной степи на территории совхоза «Махтаарал» (Казахский НИИ хлопководства МСХ РК) по следующим схемам:

1. Монокультура хлопчатника (без внесения удобрений);
2. Монокультура хлопчатника (удобряемая);
3. 3:7 (3 года люцерна : 7 лет хлопчатник) без внесения удобрений;
4. 3:7 (3 года люцерна : 7 лет хлопчатник) удобряемая;
5. 2:4:1:3 (2 года люцерна : 4 года хлопчатник : 1 год промежуточные кормовые культуры : 3 года хлопчатник) удобряемая;
6. 3:4:1:2 (3 года люцерна : 4 года хлопчатник : 1 год промежуточные кормовые культуры : 2 года хлопчатник) удобряемая;

Под хлопчатником было внесено различные дозы минеральных удобрений при различных схемах хлопкового севооборота и монокультуры хлопчатника. Органические удобрения (навоз) в норме 40т/га вносили под 4-й год возделывания хлопчатника после распашки 2-х и 3-х летней люцерны.

Глубина залегания среднеминерализованных (5 г/л) грунтовых вод – 2,5-3,5м. Почвы опытного участка по механическому составу среднесуглинистые.

Исследования проведены по следующим методикам:

1. Макро-и микроагрегатный состав почвы методом Г.Н.Павлова в модификации С.Н.Рыжова и Н.И.Зимной.

2. Структурный состав почвы – по методу Н.И.Саввинова.

3. Все другие методы почвы определили согласно методам, принятым в СоюзНИХИ [6].

Результаты и их обсуждение

Особенности почвы по гранулометрическому составу и содержанию гумуса являются основными факторами структурообразования. Чем больше количество илистой или коллоидной фракций в минерологической части почвы, а также органического вещества, тем больше возможностей для образования водопрочных макро- и микроагрегатов (табл. 1).

Из данных таблицы 1 следует, что агрофон оказывает заметное влияние на макро-и микроагрегатный состав почвы. Под влиянием люцерны и внесения навоза и минеральных удобрений увеличивается содержание водопрочных агрегатов и особенно макроагрегатов размером 1-0,05 мм за счет уменьшения количества микроагрегатов размером 0,05-0,01 мм.

В конце первой ротации севооборота, то есть на десятый год после закладки опыта, лучшим вариантом по содержанию водопрочных макро- и микроагрегатов является вариант 6, где хлопчатник возделывался в севообо-

роте по схеме 3:4:1:2 с внесением 40 т/га навоза на четвертый год возделывания хлопчатника после распашки трехлетней люцерны.

Таблица 1. Макро-и микроагрегатный состав почвы под хлопчатником в конце ротации севооборотов

№ вар.	Схема севооборота	Слой почвы, см	Размер агрегатов (мм) и количество (%)					
			>1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	<0,01
1	Монокультура хлопчатника, без удобрений	0-30	0,3	0,5	1,3	67,3	27,9	2,7
		30,50	0,2	0,4	0,7	68,9	24,0	5,8
		50,80	0,2	1,0	0,8	58,8	36,0	3,2
		80,140	0,4	0,6	0,5	38,1	57,4	3,0
2	Монокультура хлопчатника, удобряемая (контроль)	0-30	0,6	0,7	1,7	61,5	38,2	2,3
		30-50	0,2	0,4	1,0	74,6	21,2	2,6
		50-80	0,7	0,7	0,8	61,6	31,9	2,1
		80-140	0,4	0,5	0,9	54,5	50,5	2,6
3	3:7 без удобрений	0-30	0,8	0,9	1,9	73,4	20,4	2,6
		30-50	0,3	0,6	1,4	78,6	16,2	2,9
		50-80	0,6	0,5	0,9	64,3	31,0	3,3
		80,140	0,3	0,4	0,4	56,1	42,1	0,7
4	3:7 удобряемая	0-30	1,7	1,9	4,2	73,1	16,5	2,6
		30-50	0,6	1,0	1,4	76,4	18,2	2,4
		50-80	0,2	0,8	3,0	53,6	42,5	2,7
		80,140	0,1	0,5	0,3	51,3	45,1	2,7
5	2:4:1:3 удобряемая	0-30	1,8	2,6	5,3	75,0	13,0	2,3
		30-50	0,9	1,8	2,9	74,6	17,4	2,4
		50-80	0,3	1,2	1,8	58,3	35,3	3,1
		80,140	0,3	0,6	0,7	52,6	44,9	1,7
6	3:4:1:2 удобряемая	0-30	2,5	3,4	6,1	81,4	4,6	2,0
		30-50	1,4	1,8	3,6	75,0	6,4	2,0
		50-80	0,8	0,9	1,3	56,7	37,3	3,0
		80,140	0,4	0,7	0,6	50,0	45,4	2,7

В этом варианте количество водопрочных макро- и микроагрегатов в пахотном слое в сумме составило 93,4% от общей массы абсолютно сухой почвы. Наименьшее количество их – 69,4% было в варианте 1, где хлопчатник возделывался бессменно без внесения удобрений. Наиболее характерной особенностью является то, что под воздействием севооборота и внесения навоза существенно снижается содержание фракций крупной пыли (частицы размером 0,05-0,01 мм). В пахотном слое количество их в варианте 1 составило 27,9%, а в варианте 6 – всего лишь 4,6%, т.е. почти в шесть раз меньше.

Вместе с тем надо отметить, что почва на всех вариантах характеризуется небольшим содержанием водопрочных агрегатов – 0,3-2,5%.

Данные представленные в таблице 2 показывают, что в структурном составе почвы опытного участка проявляется положительное действие гумуса на агрегирование почвенных частиц. Содержание агрономически ценных агрегатов имеется больше всего на севооборотной делянке (3:7 без удобрений) и составляет в пахотном горизонте 62,9 и под пахотном – 66,8%.

Количество агрегатов крупнее 10 мм соответственно 25,8 и 23,8% и мельче 0,25 мм – 11,3 и 9,4%. В этом же варианте отмечается наименьшая сумма агрегатов более 10 мм и менее 0,25 мм, а именно: 37,1 и 33,2% и наибольший коэффициент структурности (Кс) – 1,70 и 2,00.

Влияние монокультуры хлопчатника без внесения удобрений и с внесением минеральных удобрений на структурный состав не прослеживается.

Особенности почвогрунта по механическому макро- и микроагрегатному составу определяют величину в плотности сложения и аэрации.

Наибольшие изменения в плотности сложения и общей скважности на изучаемых агрофонах отмечались в пахотном и подпахотном горизонтах почвы. Наименьшая плотность и соответственно наибольшая общая скважность почвы были в севооборотных вариантах по схеме 3:7; 2:4:1:3 и 3:4:1:2 с внесением 40 т/га навоза за ротацию. Весной после зяблевой вспашки объемная масса почвы имеет наименьшее значение (1,30-1,34 г/см^3), а общая скважность увеличивается (50,1-50,9%). Осенью на всех изучаемых вариантах объемная масса повышается (1,42-1,50 г/см^3). Наибольшее уплотнение почвы происходит на монокультуре хлопчатника (1,49-1,50 г/см^3).

Выводы

1. Сероземно-луговые почвы Голодной степи характеризуются высокой скважностью. Ее изменение зависит от содержания гумуса, механического, макро- и микроагрегатного состава почвы.

2. Положительное влияние севооборота и внесение навоза проявляются

особенно отчетливо в первый и второй годы возделывания хлопчатника.

3. Наиболее благоприятные условия по плотности и пористости почвы складываются в расчлененных схемах хлопковых севооборотов по схеме 2:4:1:3 и 3:4:1:2.

Литература

1. Панков М.А. Почвы Голодной степи //В кн: Голодная степь Материалы СОПС Узбекистана. – Вып.6. –Ташкент, –1957. – 260с.

2. Рыжов С.Н. Причины высокого естественного плодородия светлых сероземов в Голодной степи // Почвоведение. –1952, – №12. –С.1081-1088.

3. Беспалов Н.Ф. 1970. Орошение культур хлопкового севооборота в Пахтаарале. – Ташкент, – 1970. – 48с.

4. Ковда В.А. Назаров А. Коменментарий к статье Вернадского «Об участии живого вещества в создании почв» // Наука и жизнь – 1984, –№1. – С.18-19.

5. Розанов А.Н. Об изменении сероземов под влиянием орошения // Тр. Почвенного ин-та им.В.В.Докучаева. Т.ХХУШ. М.: – 1948. –С.16-19.

6. Методы агрофизических исследований почв Средней Азии. Ташкент. СоюзНИХИ. – 1977. –126с.

Таблица 2. Структурный состав почвы под хлопчатником, % к массе почвы в конце ротации севооборотов (метод определения по Н.И. Саввинову).

Номер вар	Схема севооборотов	Горизонт, см	Размер агрегатов (мм) и количество (%)										Сумма агрегатов >10 и <0,25	Коэффициент структурности (Кс)
			> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0	0,5-025	0,25-0,05	10-0,25		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Монокультура хлопчатника, не удобряемая	0-30	28,5	8,7	7,4	9,4	7,2	13,6	4,3	7,8	13,1	58,4	41,6	1,4
		30-40	36,4	11,9	10,0	11,7	8,0	11,2	1,3	2,7	6,8	56,8	43,2	1,3
		40-70	16,5	8,4	4,7	8,5	6,2	11,4	2,7	6,7	34,9	48,6	51,4	1,0
		70-80	16,3	11,3	8,3	11,1	8,1	11,0	2,7	4,9	26,4	57,3	42,7	1,3
		80-150	31,4	9,3	6,5	8,7	5,4	7,6	2,0	3,8	25,3	43,3	56,7	0,8
2	Монокультура хлопчатника, удобряемая (контроль)	0-30	38,5	7,9	6,9	8,6	6,6	11,2	2,9	5,6	11,8	49,7	50,3	1,0
		30-40	41,4	11,2	8,9	9,8	6,6	9,6	2,0	3,5	7,0	51,6	48,4	1,1
		40-70	21,9	41,0	8,0	9,6	6,0	8,6	2,4	4,9	27,6	50,5	49,5	1,0
		70-80	14,5	8,5	6,5	8,3	6,4	10,0	3,2	6,0	36,6	48,9	51,1	1,0
		80-150	44,4	9,4	5,1	6,7	3,9	5,5	1,1	2,7	21,2	34,4	65,6	0,5
3	3:7 без удобрений	0-30	25,8	8,8	7,1	12,1	9,2	16,4	2,4	5,9	11,3	62,9	37,1	1,7
		30-40	23,8	14,3	13,1	13,7	8,0	10,5	2,5	4,7	9,4	66,8	33,2	2,0
		40-70	16,9	12,0	10,3	14,1	11,0	17,8	4,2	9,6	4,1	79,0	21,0	3,8
		70-80	21,1	10,0	7,5	10,2	7,5	11,2	2,3	5,9	24,3	54,6	45,4	1,2
		80-150	17,3	11,3	9,7	11,7	7,8	10,8	2,0	4,7	24,9	57,8	41,2	1,4

УДК 631.582:631.4

РОЛЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ИХ СМЕСЕЙ В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА

Фролова Л.Д., Новиков М.Н.

Аннотация

Показано, что многолетние травы в севообороте являются ведущим звеном в достижении положительного баланса гумуса в отличии от Зерновых культур, где он отрицательный. В целом за ротацию севооборота по всем вариантам опыта он был бездефицитный. Азотное и фосфорное питание растений лучше сложилось на вариантах с бобовыми и бобово-злаковыми культурами, где достигнут за ротацию севооборота положительный баланс азота и фосфора, а на вариантах со злаковыми культурами – бездефицитный баланс.

Многолетние травы в земледелии Нечерноземной зоны играют большую роль, они составляют не только основу полевого кормопроизводства, но является одним из главнейших факторов воспроизводства почвенного плодородия [1]. Наличие в зернотравяных севооборотах до 33% многолетних трав обеспечивает бездефицитный баланс гумуса почв [2]. В севооборотах с бобовыми многолетними травами и их смесями со злаковыми значительно улучшается азотное и фосфорное питание растений [3].

В большинстве случаев в Нечерноземной зоне из многолетних трав возделываются клевер, тимофеевка, часто их смеси[4].

Условия и методика исследований

В течение 2001-2008 гг. с целью расширения ассортимента многолетних трав и выявления их средоулучшающих свойств в виде монокультуры и смесях в зернотравяном севообороте был проведен полевой опыт.

Исследования осуществлялись на дерново-подзолистой супесчаной почве, которая характеризуется низким содержанием гумуса 1,2%, слабокислой реакцией среды $pH_{сол.}$ – 5,9, средним содержанием фосфора 14 мг и обменного калия – 16 мг на 100 г почвы. Севооборот $6^{и}$-польный с чередованием куль-

тур: однолетние травы (вика + овес) с подсевом многолетних – травы 1 г.п. – травы 2 г.п. – озимая пшеница – ячмень – овес. В поле покровной культуры вносили минеральные удобрения под злаковые многолетние травы (NPK)60, бобовые (PK)60, бобово-злаковые N30P60 K60, непосредственно под остальные культуры севооборота (NPK)60. В опыте использовались травы: тимофеевка луговая, овсяница луговая, ежа сборная, райграс высокий, костер ржаной, клевер красный, донник белый и лядвенец рогатый.

Одним из важных показателей средоулучшающих свойств многолетних трав является накопление корнепожнивной массы и содержание в ней питательных элементов (табл. 1)

Таблица 1. Накопление сухого вещества и питательных элементов в корнепожнивных остатках многолетних трав 2 г.п. (Апах.)

Вариант опыта	Сух. вещ., ц/га	Элементы питания, кг/га				
		N	P_2O_5	K_2O	сумма NPK	Прибавка, NPK
1. Тимофеевка – контроль	35	27	18	42	87	-
2. Райграс	33	29	18	38	85	-2
3. Ежа	32	25	17	39	81	-6
4. Тимофеевка + овсяница + костер	34	25	16	46	87	-
5. Тимофеевка + овсяница + райграс	34	29	22	48	99	12
6. Лядвенец рогатый	34	47	16	49	112	25
7. Клевер + донник + овсяница + костер	39	59	20	59	138	51
8. Клевер + донник + тимофеевка + овсяница	40	55	23	60	138	51
9. Клевер + донник + тимофеевка	44	63	23	63	149	62
10. Клевер	43	67	26	67	160	73
11. Клевер + тимофеевка	45	60	25	56	141	54

Проведенные исследования свидетельствуют о большом потенциале бобовых культур и их смесей со злаковыми. Вес их корневой массы был выше на 15%, чем злаковых трав, вынос элементов питания (NPK) – на 51%, накопление в корнях азота – в 2,1 раза.

Урожайность зеленой массы бобовых и бобово-злаковых трав превосходила на 36% , чем злаковых и их смесей (табл. 2). Удобрительные свойства

бобовых и бобово-злаковых трав отчетливо проявились на показателях урожайности озимой пшеницы, которая по злаковым травам составила в среднем 27,8 ц/га, а бобовым и их смесям со злаковыми – 35 ц/га. Прибавка от бобового компонента достигла 7,2 ц/га.

Эффективность бобового компонента проявилась только на урожае озимой пшеницы.

Урожайность ячменя, также как и овса в разрезе вариантов была практически на одном уровне.

Таблица 2. Влияние видов многолетних трав на продуктивность культур севооборота (в среднем по 3 полям), 2001-2008 гг.

Вариант	Одн. травы + мн. травы	Мн. тр. за 2г.п.	Оз. пшеница	Ячмень	Овес	Сумма к.ед.	Прибавка
1. Тимофеевка – контроль	188	505	29.9	22.9	29.0	195	-
2. Райграс	188	428	26.8	21.5	28.5	205	10
3. Ежа	188	517	26.3	21.5	27.2	218	23
4. Тимофеевка + овсяница + костер	188	552	29.6	21.0	26.9	228	33
5. Тимофеевка + овсяница + райграс	188	531	26.6	21.2	26.5	220	25
6. Лядвенец рогатый	188	630	34.6	22.6	26.8	257	62
7. Клевер + донник + овсяница + костер	188	760	34.1	20.8	25.7	289	94
8. Клевер + донник + тимофеевка + овсяница	188	752	30.6	22.9	27.8	288	93
9. Клевер + донник + тимофеевка	188	747	33.0	21.6	28.0	288	93
10. Клевер	188	838	38.0	23.0	27.6	307	112
11. Клевер + тимофеевка	188	760	41.4	23.4	27.3	303	108
$НСР_{05}$, ц/га		24	2.5	2.0	2.0		

Суммарная продуктивность севооборота со злаковыми травами составила в среднем 213 ц/га кормовых единиц, а с бобовыми и бобово-злаковыми – 275 ц/га. Прибавка достигла 29 %. Более высокий урожай 307 и 303 ц/га кормовых единиц, прибавка к контролю 56% получены на вариантах с клевером и сочетания клевера с тимофеевкой. В случае использования отавы мно-

голетних трав 2 года пользования на сидераты продуктивность севооборота в среднем возрастает на 7 ц з ед./га.

Заключение

Установлено, что наибольшей азотфиксирующей способностью обладал лядвенец рогатый и клевер– 312 кг/га. Баланс калия на всех вариантах опыта был отрицательный, в большей мере на вариантах с бобовыми травами и их смесями. Травы способствовали улучшению физических свойств почв, под их влиянием содержание в почве водопрочных агрегатов повысилось до 20%, в т о время как под злаковыми травами – лишь на 2-6%.

В регионах Нечерноземной зоны с лёгкими почвами введение в зернотравяной севооборот многолетних бобовых трав и их смесей со злаковыми позволяет в среднем с гектара посевной площади получать урожай товарной продукции до 60 ц з. ед., злаковых трав – 40 ц з. ед., улучшать водно-физические и агрохимические свойства почвы.

Литература

1. Шпаков А.С. Кормовые культуры в системах земледелия и севооборотах. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 400 с.
2. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. - М.:2004. – 630 с.
3. Новиков М.Н., Тужилин В.М., Самохина О.А. и др. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 296 с.
4. КутузоваА.А., Новоселов Ю.К., Гарист А.Г., Рогов М.С., Харьков Г.Д. Увеличение производства растительного белка. – М.: Колос, 1984. – 191с.

УДК 635.21

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ ПРИ ОРОШЕНИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ

Шелютто А.А., Гулый М.В.

Аннотация

Предложены пути совершенствования технологии возделывания люцерны в условиях Республики Беларусь с целью повышения ее урожайности и устойчивости растений в посевах, а также улучшение качества продукции для кормопроизводства.

В животноводстве Республики Беларусь остается нерешенной проблема растительного белка, ежегодный дефицит которого составляет 30-35 % от потребности. Ежегодно республика тратит на закупку протеиновых добавок к кормам более 200 млн. долларов США. Это обстоятельство указывает на необходимость активно изыскивать резервы устранения этого дефицита, причем наиболее эффективные и одновременно низко затратные.

В республике в решении белковой проблемы важная роль отводится многолетним бобовым травам, среди которых большое внимание отводится люцерне посевной. По расчетам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь удельный вес многолетних трав к 2015 году составит в стране 19% от всей посевной площади или 980 тыс. га. Из этой площади многолетние бобовые травы в одновидовых посевах должны занимать не менее 600 тыс. га, а в составе бобово-злаковых смесей – 300 тыс. га. С учетом почвенно-климатических условий республики при оптимизации структуры многолетних трав на пашне предполагается расширение посевной площади люцерны посевной до 100 тыс. га (9,8%).

Условия и методика исследований

Цели и задачи исследований. Целью исследований явилось совершенствование технологии возделывания важнейшей бобовой культуры в Беларуси – люцерны посевной. В задачи исследований входило:

1) изучить влияние макро- и микроудобрений на продуктивность люцерны в условиях естественного увлажнения и орошения;

2) проанализировать особенности формирования травостоя под влиянием изученных факторов;

3) выявить степень влияния определенных агроприемов и орошения на формирование урожайности культуры.

Объектом исследований явилась люцерна посевная Превосходная. Сорт занесен в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь. Методы исследований – полевой опыт, лабораторные анализы, статистический анализ. Исследования проводились по общепринятым методикам. Статистическую оценку данных проводили по методике Б.А. Доспехова.

Полевой опыт был заложен в 2008 году на опытном поле «Тушково» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке. Агрохимические показатели пахотного 0-20 и подпахотного 20-40 см слоев почвы следующие (0-20/20-40): pH в солевой вытяжке KCl 6,2/6,0, гидролитическая кислотность 0,94/1,11 мг-экв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 96/91 %, содержание гумуса (по Тюрину) 2,05/0,76 %, подвижных форм фосфора 178/92 мг, обменного калия 154/94 мг на 1 кг почвы. По содержанию микроэлементов в пахотном 0-20 и подпахотном 20-40 см слоях MgO, B, Cu, Zn, Mn почва относится ко второй группе (средняя обеспеченность). Люцерна выращивалась на фоне фосфорно-калийного питания . Фосфорные удобрения вносились в запас на 2 года осенью, калийные – ежегодно дробно по схеме (табл.1). Кроме макро изуча-

лись и микроудобрения под люцерну: кобальтовое в виде сернокислого кобальта, марганцевое и цинковое (Азот марганец и Азот цинк), а также комплексные микроудобрения Басфолиар. Сернокислый кобальт вносили из расчета 100 г/га в 2 приема путем опрыскивания его водным раствором посевов люцерны в фазу ветвления–бутонизации первого и второго укоса. Азот марганец, жидкий концентрат удобрения, содержащий в хелатной форме 15,3% марганца, 9,8% азота и 2,8% магния, вносили из расчета 2 л/га. Азот цинк, жидкий концентрат, содержащий 7,0% цинка в хелатной форме, 6,0% азота и 4,0% серы, из расчета 1,5 л/га. Комплексное удобрение Басфолиар 36 Экстра, содержащее марганца (Mn) 1,34%, магния (MgO) – 4,3%, меди (Cu) – 0,27%, железа (Fe) – 0,03, бора (B) – 0,03, цинка – 0,013 и молибдена – 0,01% в форме комплексных соединений типа хелатов, вносили из расчета 6 л/га.

Орошение люцерны в варианте с дополнительным искусственным увлажнением почвы осуществлялось дождевальной установкой IRRILAND«RAPTOR». Поливы назначались при достижении влажности почвы в слое 0-30 см 75 % наименьшей влагоемкости (НВ).

В 2009 году, который характеризовался как влажный, тем не менее, влажность почвы ниже 75% НВ опускалась в начале мая, в середине июля и в первой декаде августа. Соответственно, было проведено 3 полива: 5 мая, 15 июля и 9 августа. Поливная норма составила 250 мм. В 2010 году недостаток влаги особенно резко наблюдался в конце июня, а также на протяжении третьей декады июля до половины августа. В этом году было проведено также 3 полива: 30 июня, 21 июля и 3 августа с такой же поливной нормой. В 2011 году влажность почвы на протяжении вегетационного периода была близкой к оптимальной. Лишь к концу первой декады июня она уменьшилась ниже 75 % НВ. Был проведен 1 полив – 9 июня.

Результаты исследований

Полученные в результате трехлетних исследований данные по урожайности люцерны (табл. 1) показывают, что орошение оказывает положитель-

ное влияние на сбор сухого вещества. Максимальные прибавки урожайности получены на фосфорно-калийных фонах выращивания культуры в зависимости от вариантов с микроудобрениями они составили от 8,7 до 15,7 ц/га (11,1-18,4%). Минимальными они были в контроле без фосфорно-калийных удобрений – 4,0-7,0 ц/га (9,0-16,9%). Прибавки от орошения максимальными были в засушливом 2010 г., когда гидротермический коэффициент вегетационного периода составил 0,9 (по Селянинову). На указанных фонах фосфорно-калийного питания они составили от 12,5 до 22,3 ц/га сухого вещества (18,1-30,5%) при уровне урожайности 81,6-95,4 ц/га сухого вещества.

Повышение уровня фосфорно-калийного питания по сравнению с контролем без удобрений приводило к увеличению прибавки урожайности от орошения с 5,5 ц/га (в среднем по вариантам с микроудобрениями) до 11,8 ц/га, т.е. на 114,5 %. Это указывает на более эффективное использование люцерной посевной влаги при оптимизации минерального питания культуры.

Вместе с тем, полученные данные показывают, что наиболее мощным фактором повышения урожайности люцерны при выращивании на дерново-подзолистых почвах, являются фосфорно-калийные удобрения. Несмотря на среднюю и даже выше средней степень обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и обменного калия, прибавки урожайности во всех вариантах с фосфорно-калийными удобрениями были существенными. На фоне естественного увлажнения максимальные прибавки урожая составили от 38,3 до 44,0 ц/га сухого вещества (106,7-99,3%) в зависимости от вариантов с микроудобрениями.

На фоне орошения они были выше и составили от 44,9 до 52,2 ц/га (105,2-107,9%). По сравнению с естественным увлажнением почвы прибавки при орошении были выше на 6,6-8,2 ц/га сухого вещества.

Применение микроудобрений не всегда обеспечивало достоверную прибавку урожайности. При применении цинковых и марганцевых микро

Таблица 1. Урожайность люцерны посевной, 2009-2011 гг. (ц/га сухого вещества)

Агрофон	Без микроудобрений (контр.)		Прибавка от орошения, ц/га	Кобальт		Прибавка от орошения, ц/га	Цинк		Прибавка от орошения, ц/га	Марганец		Прибавка от орошения, ц/га	Басфолиар		Прибавка от орошения, ц/га
	ц/га	прибавка от удобрений, ц/га		ц/га	прибавка от удобрений, ц/га		ц/га	прибавка от удобрений, ц/га		ц/га	прибавка от удобрений, ц/га		ц/га	прибавка от удобрений, ц/га	
Естественное увлажнение															
Без макроудобрений (контроль)	36,4	-	-	44,3	-	-	35,9	-	-	37,0	-	-	41,4	-	-
	49,1	12,7	-	59,8	15,5	-	47,9	12,0	-	50,1	13,1	-	58,2	16,8	-
	57,8	21,4	-	69,3	25,0	-	55,3	19,4	-	58,2	21,2	-	66,4	25,0	-
	65,7	29,3	-	78,2	33,9	-	63,1	27,2	-	63,3	26,3	-	73,9	32,5	-
	75,4	39,01	-	88,3	44,0	-	74,2	38,3	-	77,2	40,2	-	84,9	43,5	-
Орошение															
Без удобрений (контроль)	41,4	-	5,0	48,3	-	4,0	42,0	-	6,1	42,6	-	5,6	48,4	-	7,0
	56,5	15,1	7,4	66,4	18,1	6,6	57,4	15,4	9,5	58,3	15,7	8,2	65,3	16,9	7,1
	66,9	25,5	9,1	78,9	30,6	9,6	68,9	26,9	13,6	69,5	26,9	11,3	76,2	27,8	9,8
	76,4	35,0	10,7	84,9	36,6	8,7	74,9	32,9	11,8	76,9	34,3	13,6	87,8	39,4	13,9
	87,7	46,3	12,3	95,6	47,3	7,3	86,9	44,9	12,7	88,1	45,5	10,9	100,6	52,2	15,7

$НСР_{05}$ для макроудобрений: 2009 г. – 2,87; 2010 г. – 2,93; 2011 г. – 3,80

для микроудобрений: 2009 г. – 2,19; 2010 г. – 2,33; 2011 г. – 2,87

для орошения: 2009 г. – 2,45; 2010 г. – 1,88; 2011 г. – 2,49

Таблица 2. Прибавки урожайности люцерны от микроудобрений, 2009-2011 г. (ц/га сухого вещества)

Микроудобрения	Без удобрений (контроль)									
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Естественное увлажнение										
Без микроудобрений (контроль)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кобальт	7,9	21,7	10,7	21,7	11,5	19,8	12,5	19,0	12,9	17,1
Цинк	-0,5	-	-1,2	-	-2,5	-	-2,6	-	-1,2	-
Марганец	0,6	1,6	1,0	2,0	0,4	0,7	-2,4	-	1,8	2,4
Басфолиар 36-Экстра	5,0	13,7	9,1	18,5	8,6	14,9	8,2	12,4	9,5	12,6
Орошение										
Без микроудобрений (контроль)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кобальт	6,9	16,7	9,9	17,5	12,0	17,9	8,5	11,1	7,9	9,0
Цинк	0,6	1,4	0,9	1,6	2,0	3,0	-1,5	-	-0,8	-
Марганец	1,2	2,9	1,8	3,2	2,6	3,9	0,5	0,7	0,4	0,46
Басфолиар 36-Экстра	7,0	16,9	8,8	15,6	9,6	13,9	11,4	14,9	12,9	14,7

удобрений существенных прибавок не получено. Наиболее эффективным было применение комплексного микроудобрения Басфолиар 36 Экстра.

Максимальные прибавки от его применения получены при орошении – 12,9 ц/га сухого вещества (14,7%) по сравнению с контролем без микроудобрений (табл. 2).

Довольно значительные прибавки урожайности получены от применения сернокислого кобальта в качестве кобальтового микроудобрения. По изученным фонам фосфорно-калийного удобрения при орошении оно составили от 7,9 до 12,0 ц/га сухого вещества (9,0-17,9%), а при естественном увлажнении почвы – от 10,7 до 12,9 ц/га (21,7-17,1%). При этом не выявлено увеличения прибавок урожайности по вариантам с микроудобрениями от повышения дозы фосфорно-калийных удобрений.

Нами выполнены расчеты для анализа вклада в урожайность люцерны трех изученных факторов: макро- и микроудобрений, а также орошения (табл.3). Из данных таблицы 3 видно, что при оптимизации фосфорно-калийного питания и применения комплекса микроудобрений Басфолиар 36 за счет макроудобрений в среднем за 3 года получено 51,9% урожайности (52,2 ц/га сухого вещества). Вклад фактора микроудобрений составил 12,8% (12,9 ц/га) и орошения – 15,7% (15,6 ц/га). За счет естественного плодородия почвы получено 19,8% урожайности культуры, сформированной в среднем за 3 года. На фоне без микроудобрений (контроль) доля факторов фосфорно-калийного питания и орошения изменялась незначительно, а естественного плодородия почвы возросла с 19,9 до 33,2%, т.е. в 1,7 раза.

Оценку хозяйственной эффективности применения различных доз фосфорно-калийных удобрений в зависимости от увлажнения почвы и микроудобрений приводим по окупаемости 1 кг д.в. фосфорно-калийных удобрений урожаем (табл. 4). Данные, представленные в таблице показывают, что максимальную окупаемость 19,7 кг сухого вещества люцерны на 1 кг д.в. РК-удобрений обеспечивает вариант с орошением на фоне и применением комплекса микроудобрений Басфолиар 36 Экстра.

Таблица 3. Вклад факторов в формирование урожайности орошаемой люцерны посевной, в среднем за 2009-2011 гг.

Микроудобрения	Урожайность, ц/га сухого вещества	Получено за счет							
		Естественного плодородия почвы		Фосфорно-калийных удобрений		Микроудобрений		Орошения	
		ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Без микроудобрений (контроль)	87,7	29,1	33,2	46,3	52,8	-	-	12,3	14,0
Кобальт	95,6	33,1	34,6	47,3	49,5	7,9	8,3	7,3	7,6
Цинк	86,9	29,3	33,7	44,9	51,7	-	-	12,7	14,6
Марганец	88,1	30,6	34,7	45,5	51,6	1,1	1,2	10,9	12,4
Басфолиар 36	100,6	19,8	19,9	52,2	51,9	12,9	12,8	15,7	15,6

В этом же варианте, но при естественном увлажнении почвы она снизилась на 5,2 кг, что составило 35,8 %. Высокую окупаемость РК-удобрений имел вариант с применением кобальтового микроудобрения.

Таблица 4. Окупаемость фосфорно-калийных удобрений при выращивании люцерны посевной, кг сухого вещества на 1 кг д.в. РК-удобрений (в среднем за 3 года)

(в среднем за 3 года) Дозы фосфорно-калийных удобрений	Микроудобрения				
	Без микроудобрений (контроль)	Кобальт	Цинк	Марганец	Басфолиар 36
Естественное увлажнение					
	9,8	11,9	9,2	10,0	12,9
	12,6	14,7	11,4	12,5	14,7
	12,7	14,3	11,9	11,4	14,1
	13,0	14,7	12,8	13,4	14,5
Орошение					
	11,6	13,9	11,8	12,1	13,0
	15,0	18,0	15,8	15,8	16,3
	15,2	15,9	14,3	14,9	17,1
	15,4	15,8	15,0	15,2	19,7

Применения цинкового и марганцевого удобрения не оказало существенного влияния на окупаемость фосфорно-калийных удобрений.

Заключение

Результаты проведенных исследований показывают, что выращивание люцерны посевной на фоне с дробным внесением калия в два приема – осенью и после первого скашивания на фоне орошения с предполевным порогом влажности 75% НВ обеспечивает максимальную урожайность, составляющую в среднем за 3 года 100,6 ц/га сухого вещества. При этом прибавка от удобрения составила 52,2 ц/га сухого вещества (107,9%), от орошения – 15,7 ц/га сухого вещества (18,4%).

Микроудобрения оказывают положительное влияние на продуктивность люцерны посевной. Наибольшие прибавки урожайности получены от применения кобальта и комплекса микроудобрений Басфолиар. Положительной реакции люцерны на применение цинка и марганца в условиях нашего опыта не выявлено.

Применение Басфолиар 36 Экстра обеспечивает повышение эффективности использования люцерной фосфорно-калийных удобрений. На фоне на 1 кг внесенного фосфора и калия получено в варианте с орошением 19,7 кг сухого вещества люцерны, что выше по сравнению с контролем без микроудобрений на 4,3 кг (27,9%).

УДК 631.445.1

ВЛИЯНИЕ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ С ЛЮПИНОМ НА ПЛОДОРОДИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ

Новиков М.Н., Баринов В.Н.

Аннотация

Показано, что смешанные посевы в Нечерноземной зоне могут быть значительным резервом в повышении степени полезного использования растениями тепла, света, осадков, питательных веществ почвы. Это достигается за счет относительно высокой устойчивости их к стрессовым фактором среды и более полной реализацией биопотенциала фитокомпонентов.

Освоение смешанных посевов в сельском хозяйстве является одним из эффективных путей управления количеством и качеством растительной продукции, процессами оптимизации функционирования агроландшафтов [1].

Более продуктивными и экономически выгодными являются смешанные посевы с бобовым компонентом. Среди однолетних культур в качестве его может использоваться люпин, который обладает мощной, глубоко проникающей в почву, корневой системой, способностью накапливать большое количество (до 300 кг/га) симбиотического азота, усваивать из почвы труднодоступные соединения фосфора, калия и формировать урожай с содержанием в зеленой массе до 20%, а в зерне 40% белка. В составе смешанных посевов люпин является не только донором минерального питания растений, но и ведущим звеном, обеспечивающим получение полноценных, сбалансированных по белку кормов, высококачественных семян и зерновую продукцию для диетического питания. Люпин также значительно снижает негативное воздействие небобовых компонентов смеси на плодородие почв. За счет акцепторных растений (овес, ячмень, пшеница, кукуруза, райграс, рапс и др.) в смешанных посевах можно формировать высококачественные корма многоцелевого использования. Благодаря доминантоной роли культурных растений в посевах с люпином можно успешно бороться билогическими методами с сегетальными видами растений.

Условия и методика

Исследования проводились с 2002 по 2005гг. на опытном поле ГНУ ВНИИОУ. Почва дерново-подзолистая супесчаная, сформированная на двучленных флювиогляциальных отложениях. Пахотный горизонт характеризуется низким содержанием гумуса (1,1-1,3%), слабокислой реакцией среды (pHсол. – 5,2-5,8; Hг – 0,9-1,3; S – 5,4-8,1), средней обеспеченностью усвояемыми формами фосфора (11,6-12,8 мг/100г почвы) и калия (11,3-14,7 мг/г почвы). Рельеф – плакор с микропонижениями, имеющий небольшой (до $0{,}5^0$) уклон на северо-восток.

Климат умеренно влажный, умеренно континентальный, среднегодовое количество осадков – 526-650 мм, сумма активных температур – 2000-2100^{o}С, ГТК – 1,2-1,3.

В почву под опытами фоном вносили фосфоритную муку и хлористый калий из расчета по 40 кг действующего вещества на гектар. Посев культур проводили перекрестным способом. Сначала сеяли люпин и вику, затем другие культуры. В опытах использовали сорта: узколистный люпин – Кристалл; овёс – Астор, Друг, Анастасия; ячмень – Зазерский; кукуруза – Катерина; райграс – Московский 74; рапс яровой – Луговской; вика – Льговская. Полная норма высева люпина 1 млн., вики 2,5 млн., овса и ячменя 5 млн., кукурузы 80 тыс., райграса 4 млн., рапса 3 млн. всхожих семян на гектар. Величина опытной делянки 18 м^2, повторность 4-х кратная.

В опытах предусматривалось оптимальный подбор компонентов смешанных посевов по видам растений и нормам высева. Изучали: динамику формирования надземной и корневой массы, уровни укосной и зерновой продуктивности посевов, их структуру и качественные показатели, величину симбиотической азотфиксации бобовых культур, развитие сегетальных видов растений, поражение посевов вредителями и болезнями. В пахотном слое почвы накопление корневой массы учитывали по методу Н.З. Станкова [2] на всех вариантах опытов в фазу укосной спелости люпина Агрохимические свойства и влажность почвы определяли три раза за период вегетации, в статье представлены усредненные данные.

Люпин является хорошей средообразующей культурой, оказывающей положительное влияние на содержание гумуса, азота и усвояемого фосфора в почве, её физическое, химическое и фитосанитарное состояние. По комплексному воздействию на плодородие почв и экологические показатели он приближается к многолетним бобовым травам и даже превосходит подстилочный навоз [3].

Люпин, как ни одна другая бобовая культура, малотребователен к плодородию почв [4] и даже на самых бедных почвах не отзывается на минеральные удобрения [5].

Отсутствие положительного эффекта удобрений отмечается не только в одновидовых, но и смешанных посевах люпина с яровыми зерновыми культурами. Так, в опытах ВНИИ люпина на серых лесных легкосуглинистых почвах [6] урожайность люпино-ячменной и люпино-пшеничной зерносмеси в вариантах без удобрений составила соответственно 36,7 и 30,2 ц/га, в которых 33 % приходилось на долю люпина. Внесение фосфорно-калийных и азотных удобрений в дозах 17 и 34 кг/га как раздельно, так и в виде полного NPK не дало прибавки урожая зерносмеси. Более того, одностороннее применение азота в дозах 17 и 34 кг д.в./га снизило долю люпина до 18,4 и 15,5% в люпино-ячменной зерносмеси – до 24,2 и 19,2% – в люпино-пшеничной зерносмеси. Все варианты с азотным удобрением имели повышенную засоренность посевов. В результате чего сбор сырого белка с урожаем зерносмеси оказался ниже контрольного варианта на 16,2 и 17,4% в люпино-ячменном и на 11,1 и 23,2% – в люпино-пшеничном посевах. Фосфорно-калийные удобрения не способствовали повышению содержания их элементов питания в компонентах зерносмесей.

По мнению ряда исследователей [5,7,8], смешанные посевы создают более благоприятные условия для функционирования бобово-ризобиального комплекса, поскольку корневые выделения злакового компонента при незначительной его доли в травосмеси (не более одной трети) сказывают стимулирующее воздействие на нитрогиназную активность клубеньковых бактерий. При преобладании злакового компонента над бобовыми происходит обратный негативный процесс вытеснения бобовых из фитосообщества.

Согласно исследований Белорусской ГСХА [9] в агроценозах с люпином использование симбиотического азота злаковыми культурами (яровой пшеницей) возрастает до 39 %. Опыты, проведенные во ВНИИ люпина, показали, что люпин за счет азотфиксации способен не только обеспечивать себя

в полной мере, но и покрывать до 40% и более потребности в азотном питании злакового компонента. При этом люпин, помимо азотного, улучшает фосфорное и калийное питание растений [8].

Результаты исследований

Смешанные посевы с бобовыми культурами способны оказывать положительное влияние на гумусное состояние почв, которое во многом зависит от накопления в почве корне-пожнивных остатков. Наши исследования показали, что формирование повышенного урожая надземной массы смешанных посевов в сравнении с одновидовыми посевами компонентов адекватно связано с развитием корневой системы (табл.1).

Таблица 1. Развитие корневой системы растений в смешанных посевах люпина с овсом и ячменем ($А_{пах.}$)

Вариант опыта	Сухая масса корней, ц/га	Прибавка к люпину (фон I)		Прибавка к акцепторным растениям	
		ц/га	%	ц/га	%
1. Фон I – люпин 100 %	27.4	-	100	-	-
2. Фон I + овес 50 %	37.5	10.1	137	10.7	140
3. Фон I + ячмень 50 %	35.3	7.9	129	9.7	138
4. Фон II – люпин 75 %	25.3	-2.1	92	-	-
5. Фон II + овес 50 %	35.0	7.6	128	8.2	131
6. Фон II + ячмень 50 %	33.2	5.8	121	6.4	130
7. Фон III – люпин 50 %	22.4	-5.2	82	-	-
8. Фон III + овес 50 %	34.7	7.3	127	7.9	129
9. Фон III + ячмень 50 %	32.4	5.0	118	7.8	126
10. Фон IV – вика 50 %	18.6	-8.4	68	-	-
11. Фон IV + овес 50 %	28.7	1.3	105	-	-
12. Овес 100 %	26.8	-0.6	98	-	100
13. Ячмень 100 %	25.6	-1.8	93	-	100

По воздействию на формирование корневой системы смешанные посевы люпина с овсом (вар. 8) превосходили смешанные посевы вики с овсом (вар. 11) на 22%.

Во всех сочетаниях люпина с овсом и ячменем отмечено увеличение накопления в почве корневой массы. Более высокий эффект получен в вариантах с полной нормой высева люпина и половинными нормами овса и ячме-

ня. По сравнению с чистыми посевами люпина прирост корневой системы составил 37 и 29%, по сравнению с посевами овса и ячменя – 40 и 38%. При этом приоритет в корненакоплении отмечался в смешанных посевах люпина с овсом.

Аналогичная закономерность в развитии корневой системы наблюдалась при возделывании смешанных посевов люпина с райграсом, рапсом и кукурузой (табл. 2).

Таблица 2. Развитие корневой системы растений в смешанных посевах люпина с овсом, райграсом, рапсом и кукурузой ($А_{пах.}$)

Вариант опыта	Сухая масса корней, ц/га	Прибавка к Люпину (фон I)		Прибавка к акцепторным растениям	
		ц/га	%	ц/га	%
1. Фон I – люпин 100 %	28.2	-	100	-	-
2. Фон I + овес 50 %	36.3	8.1	129	10.7	142
3. Фон I + овес 25 %	33.0	4.8	117	7.4	129
4. Фон I + райграс 50 %	32.5	4.3	115	14.7	182
5. Фон I + райграс 25 %	31.4	3.2	111	13.6	176
6. Фон I + рапс 50 %	36.1	7.9	128	14.8	169
7. Фон I + рапс 25 %	34.2	6.0	121	12.9	161
8. Фон I + кукуруза 50 %	35.4	7.2	126	15.2	175
9. Фон I + кукуруза 25 %	31.0	2.8	110	10.8	153
10. Фон II – люпин 75 %	27.8	-0.4	99	-	-
11. Фон II + овес 50 %	36.0	7.8	128	10.4	141
12. Фон II + овес 25 %	32.6	4.4	116	7.0	127
13. Фон II + райграс 50 %	31.3	3.1	111	13.5	176
14. Фон II + райграс 25 %	30.4	2.2	108	12.6	171
15. Фон II + рапс 50 %	35.1	6.9	124	12.5	159
16. Фон II + рапс 25 %	33.8	5.6	120	11.9	156
17. Фон II + кукуруза 50 %	33.2	5.0	118	19.0	164
18. Фон II + кукуруза 25 %	30.1	1.9	107	9.9	149
19. Фон III – люпин 50 %	24.3	-3.9	-86	-	-
20. Фон III + овес 50 %	34.7	6.5	123	9.1	136
21. Фон III + овес 25 %	32.1	3.9	114	6.5	125
22. Фон III + райграс 50 %	30.7	2.5	109	12.9	172
23. Фон III + райграс 25 %	30.5	2.3	108	12.7	171
24. Фон III + рапс 50 %	33.4	5.2	118	12.1	157
25. Фон III + рапс 25 %	33.0	4.8	117	11.7	155
26. Фон III + кукуруза 50 %	31.9	3.7	113	11.7	158
27. Фон III + кукуруза 25 %	29.7	1.6	106	9.5	148
28. Овес 100 %	25.6	-2.6	-91	-	100
29. Райграс 100 %	17.8	-10.4	-63	-	100
30. Рапс 100 %	21.3	-6.9	-76	-	100
31. Кукуруза 100 %	20.2	-8.0	-72	-	100

Меньше накапливалось корневой массы в посевах люпина с райграсом. В остальных смешанных посевах показатели корневой продуктивности были близки между собой и находились на уровне показателей смешанных посевов люпина с овсом. На вариантном уровне более мощная корневая система формировалась в смесях с нормой высева люпина 100 – 75% и акцепторных растений 50%.

По сравнению с монокультурой овса, райграса и рапса люпин способствовал некоторому подкислению почвы. В то же время в смешанных посевах подкисляющее действие люпина не просматривается (табл. 3).

Таблица 3. Влияние смешанных посевов на плодородие почвы
(среднее за период вегетации)

Вариант	PH сол.	мг-экв./100 г почвы		мг/100 г почвы		Влажность почвы, %
		$H_г$	Ca+Mg	P_2O_5	K_2O	
1. Фон I – люпин 100 %	5.59	1.23	7.22	13.39	14.88	11.4
2. Фон I + овес 50 %	5.83	1.03	7.37	14.10	14.13	11.6
3. Фон I + овес 25 %	5.86	1.05	7.39	15.14	14.97	12.3
4. Фон I + райграс 50 %	5.88	1.03	7.32	15.28	15.40	11.9
5. Фон I + райграс 25 %	5.91	1.03	7.32	16.08	15.46	12.4
6. Фон I + рапс 50 %	5.91	1.05	7.11	14.92	16.14	12.0
7. Фон I + рапс 25 %	6.00	0.98	7.72	16.30	16.42	13.5
8. Фон II – люпин 75 %	5.74	1.09	7.22	14.90	15.79	11.7
9. Фон II + овес 50 %	5.99	1.00	7.32	14.09	15.60	11.9
10. Фон II + овес 25 %	6.08	0.93	7.35	14.99	13.65	12.7
11. Фон II + райграс 50 %	6.10	0.91	7.39	15.80	14.61	11.4
12. Фон II + райграс 25 %	6.08	0.93	7.57	14.99	13.78	11.9
13. Фон II + рапс 50 %	6.07	0.92	7.52	15.70	14.97	12.0
14. Фон II + рапс 25 %	6.12	0.88	7.27	16.59	15.20	12.3
15. Фон III – люпин 50 %	6.00	0.96	7.64	14.25	15.48	12.1
16. Фон III + овес 50 %	5.97	0.96	7.27	15.37	14.13	12.0
17. Фон III + овес 25 %	6.07	0.86	7.40	15.34	14.15	12.2
18. Фон III + райграс 50 %	6.00	0.97	7.36	16.17	15.86	12.1
19. Фон III + райграс 25 %	6.00	1.00	7.21	15.85	15.88	12.3
20. Фон III + рапс 50 %	8.06	0.94	7.37	14.44	15.92	11.8
21. Фон III + рапс 25 %	5.92	1.02	7.11	14.04	16.21	12.2
22. Овес 100 %	5.94	0.97	7.40	13.94	15.24	12.0
23. Райграс 100 %	5.93	1.06	7.07	13.10	14.70	12.3
24. Рапс 100 %	6.04	0.95	7.10	13.48	14.37	12.2

Несмотря на формирование более высокого урожая по сравнению с монокультурами, смешанные посевы с люпином не оказали отрицательное

влияние на питательный режим почвы. Более того, под их воздействием отмечалось увеличение содержания подвижного фосфора по отношению к чистым посевам люпина в вариантах с фоном I на 5-20 , с фоном II – 12-18%, с фоном III – 8-13%. В вариантах с люпино-овсяными смесями по сравнению с чистым посевом овса содержание фосфора возросло в среднем на 6%, соответственно, в посевах с райграсом – 19 5, рапсом – 14%.

Судя по тому, что под смешанными посевами не отмечено снижения обменных форм калия, можно полагать, что они способствуют улучшению калийного питания растений. О более экономном расходовании влаги смешанных посевов свидетельствуют показатели влажности почвы, которые во всех вариантах опыта были близки между собой.

Важным аргументом целесообразности возделывания смешанных посевов являются показатели биоэнергетической эффективности. Они определялись по данным вариантов опытов с более высокой продуктивностью. При этом учитывалось, что содержание энергии в 1 кг зерна люпина влажностью 14 % составляет 18,1 МДж, овса – 16,17, ячменя – 16,45, вики – 17,65, в 1 кг зерносмесей люпин + овес – 17,14, люпин + ячмень – 17,27, вика + овес – 16,93, в 1 кг сухой массы укосного урожая люпина, кукурузы, рапса, райграса и их смесей – 16,39 МДж. Результаты анализа показали, что по затратам энергии производство зерновой и укосной продукции более выгодно в смешанных посевах с люпином (табл. 4).

Ввиду того, что в смешанных посевах использовалась повышенная норма высева семян, общие энергозатраты на их возделывание на 9 – 11 % были выше, чем на одновидовые посевы. Но из-за существенного приоритета продуктивности (27 – 66 %), энергозатраты на 1 ц продукции и 1 ц белка в смешанных посевах были заметно ниже по сравнению с посевами компонентов смеси.

Таблица 4. Биоэнергетическая эффективность возделывания смешанных посевов с люпином и викой, 2002-2005гг.

Виды смешанных посевов (продукция)	Показатели	Урожай, ц/га	Выход белка, ц/га	Выход валовой энергии, ГДж/га	Энергозатраты, ГДж			Коэффициент энергетической эффективности
					всего	на 1 ц продукции	на 1 ц белка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Люпин 100 % + овес 50 % (зерно)	1	38.0	9.4	65.1	18.4	0.48	1.96	3.5
	2	22.9	4.8	39.3	16.6	0.72	3.46	2.4
Люпин 100 % + ячмень 50 % (зерно)	1	33.0	7.9	57.0	18.5	0.56	2.34	3.1
	2	22.4	4.8	38.7	16.5	0.73	2.43	2.4
Люпин 100 % + овес 50 % (укос. урож. – сухое в-во)	1	66.0	7.9	108.2	19.0	0.29	2.40	5.7
	2	46.0	5.3	75.4	17.2	0.37	3.24	4.4
Люпин 100 % + кукуруза 50 % (укос. урож. – сухое в-во)	1	69.0	7.6	113.1	20.6	0.30	2.71	6.3
	2	40.0	5.6	65.6	18.1	0.45	3.23	3.6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Люпин 100 % + райграс 50 % (укос. урож. – сухое в-во)	1	94.0	11.9	154.1	17.3	0.18	1.45	8.9
	2	58.0	7.8	96.1	15.8	0.20	2.02	6.1
Люпин 100 % + рапс 50 % (укос. урож. – сухое в-во)	1	90.0	8.9	147.5	17.5	0.19	1.97	8.4
	2	61.0	6.5	100.0	16.1	0.24	2.48	6.2
Вика 50 % + овес 50 % (зерно)	1	21.3	4.7	36.1	17.2	0.81	3.66	2.1
	2	18.4	3.2	31.2	17.0	0.92	5.30	1.8

* 1 – показатель смешанных посевов
2 – среднесуммарный показатель компонентов смешанных посевов

Важным показателем хозяйственной целесообразности смешанных посевов является коэффициент энергетической эффективности их возделывания, показывающий отношение накопления энергии урожаем к энергии затрат на ее получение. Все виды смешанных посевов с люпином имели более высокие коэффициенты энергетической эффективности. Разница с показателями одновидовых посевов составляла 23-75%.

Заключение

Смешанные посевы вики с овсом по сравнению с посевами люпина с овсом отличались пониженным накоплением валовой энергии, повышенными энергозатратами на 1 ц продукции и белка и относительно низким коэффициентом энергетической эффективности.

Литература

1. Новиков М.Н., Такунов И.П., Слесаревы Т.Н., Баринов В.Н. Смешанные посевы с люпином в земледелии Нечерноземной зоны.- М.: ООО «Столичная типография»,2008.– 160с.

2. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. – М.:Колос, 1964.

3. Романенков В.А., Шевцова Л.К. Разработка научных основ эффективности систем удобрения и управления плодородием почв на основе длительных опытов Геосети //Актуальные проблемы агрохимической науки. – М.: ВНИИА, 2007. – С.123.

4. Прянишников Д.Н. Агрохимия. М.: ОГИЗ – СЕЛЬХОЗГИЗ. – 644 с.

5. Трепачев Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. – М.: 1999. – 532 с.

6. Такунов И.П., Слесарева Т.Н. Безгербицидная ресурсоэнергосберегающая технология возделывания люпина и злаковых культур в смешанных посевах. Научно-практические рекомендации. Брянск: издательство «Читай-город»,2007. – 60с.

7. Азаров В.Б. К проблеме биологизации земледелия ЦЧЗ //Бюллетень ВИУА № 115, 2001. – С.4.

8. Купцов Н.С., Такунов И.П. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы. – Брянск, 2006. – 576 с.

9. Персикова Т.Ф. Роль бобовых предшественников в азотном питании культур севооборота // Бюллетень ВИУА № 115, 2001. – С.57.

УДК 635.21.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА НА ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В АГРОЦЕНОЗЕ С БЕССМЕННЫМ ВОЗДЕЛЫВАНИЕМ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Тарасов С.И., Тамонова Н.А.

Аннотация

Внесение жидкого навоза, навозных стоков резко повышало в почве содержание наиболее доступного для микроорганизмов легкогидролизуемого азота, подвижного органического вещества, содержание азота в почвенных микроорганизмах. В почве при внесении органических удобрений повышалась суммарная активная биомасса почвенных микроорганизмов. Агроценоз под влиянием жидкого навоза, навозных стоков характеризовался высокой биологической активностью и энергетическим потенциалом, что способствовало высокопродуктивному долголетию старовозрастного травостоя костреца безостого.

В большинстве хозяйств, из-за отсутствия необходимых площадей, низкой надежности средств внесения, значительных транспортных, эксплуатационных расходов применяют сверхвысокие дозы бесподстилочного навоза, помета, как правило, превышающие N500-N700. Вместе с тем, согласно требованиям ГОСТ 17.4.3.06-86, краткосрочные исследования не позволяют достоверно определить влияние систематического применения высоких доз бесподстилочного навоза на изменение физических, агрохимических, токсикологических, биологических свойств почвы, экологической ситуации в зонах его утилизации. В ГНУ ВНИИОУ в долгосрочном опыте (регистрационный № 088 в «Реестре аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами РФ»), начиная с 1983 г., определяются агроэкологические последствия систематического длительного применения различных доз бесподстилочного навоза в интенсивном режиме на одном и том же поле с бессменным травостоем.

Условия и методика

Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная на мощной суглинистой морене. Полевой опыт включает следующие варианты: 1. Без удобрений (контроль); 2. Бесподстилочный навоз (БН), в дозе N300; 3. БН, N400; 4. БН, N500; 5. БН, N700; 6. Минеральные удобрения N300РК (эквивалентн. варианту 2). Площадь опытной делянки 70 м^2, учетной – 54 м^2. Повторность четырехкратная. Опытная культура – кострец безостый сорта Моршанский 760. Агротехника общепринятая для зоны Владимирской области. Используемый на удобрение бесподстилочный навоз характеризовался низким содержанием сухого вещества (2,8-6,0%), азота (0,08-0,24%), фосфора (0,05-0,16%), калия (0,03-0,08%), высокой степенью биологического загрязнения: коли-титр 10^{-7}-10^{-10}; титр энтерококков 10^{-5}-10^{-7}; яйца гельминтов (аскарид, власоглавов, эзофагостом) 120-160 шт./л. Бесподстилочный навоз и минеральные удобрения равномерно распределяли по всей поверхности делянки перед отрастани-

ем трав. При внесении удобрений единовременная доза бесподстилочного навоза не превышала N300. При большей норме бесподстилочный навоз применяли дробно под три укоса: N400 (300+100+0); N500 (300+100+100); N600 (300+200+100); N700 (300+200+200). Для агрохимических исследований почву отбирали по горизонтам с глубины 5 м через каждые 20 см с помощью буровой передвижной установки АВБ-2М на базе ГАЗ-66. Методы анализа физических, агрохимических, микробиологических характеристик почвы, качества растительной продукции – традиционные. Содержание в почве щелочногидролизуемого азота определялось по Корнфильду, общего углерода – по Тюрину, запасов углерода и азота общей микробной биомассы – регидратационным (углерод биомассы) и инкубационным (азот) методами, активной биомасы микробиоты – методом субстратиндуцированного дыхания, количество доступного для микроорганизмов органического углерода – кинетическим методом. Содержание тяжелых металлов в почве изучали согласно методическим указаниям ЦИНАО. Биологическую активность почвы изучали аппликационным методом, весовым методом с использованием фотопластинок, по интенсивности дыхания. Санитарно-гигиенические исследования почвы выполняли согласно требованиям методических рекомендаций по изучению влияния животноводческих комплексов на окружающую среду.

Результаты исследований

В соответствии с результатами 20-летних исследований регулярное применение удобрений обусловило заметное изменение содержания органического вещества в почве. Наибольшее увеличение количества гумуса обеспечило применение бесподстилочного навоза. По максимальной дозе жидкого навоза, навозных стоков (N700) достигнуто наибольшее увеличение содержания гумуса в почве – в среднем на 0,11% в год. Систематическое применение бесподстилочного навоза в дозе N300 повышало содержание в почве органического вещества в среднем на 0,09% в год. Заметный рост содержания гумуса, прежде всего, обусловлен ежегодным поступлением в почву органического вещества в составе бесподстилочного навоза, пожнивно-

корневых остатков многолетних трав. При средней урожайности зеленой массы многолетних трав 33,2 *т*/га (по дозе N300), 42,5 т/га (N700) накопление в почве пожнивно-корневых остатков за 28 лет составляло 232 и 238 т/га (в пересчете на сухое вещество) органического вещества, соответственно, 220 и 226 т/га. Поступление в почву органического вещества в составе бесподстилочного навоза за период с 1983 по 2010 гг. составляло при дозах N300 – 189 т/га; N700 – 431 т/га. Суммарное поступление в почву органического вещества в составе пожнивно-корневых остатков, бесподстилочного навоза за 28 лет исследований превысило 404 т/га (N300) и 657 т/га (N700). Коэффициенты минерализации поступившего органического вещества в почву вариантов с внесением бесподстилочного навоза в дозах N300, N700 составляли, соответственно, 92 и 94%.

Как следует из результатов исследований, регулярное применение удобрений обусловило увеличение содержания гумуса не только в пахотном, но и в нижележащих горизонтах почвы. Наибольшее содержание гумуса в почве горизонтов 20-40, 40-60 см отмечено в вариантах с использованием бесподстилочного навоза. Максимальной дозе внесения жидкого навоза (N700) соответствовало наибольшее увеличение содержания в почве органического вещества. Отмечена тенденция увеличения количества гумуса в слое 40-60 см варианта опыта с регулярным применением минеральных удобрений.

Согласно результатам исследований, длительное, систематическое применение удобрений обусловило изменение не только содержания гумуса в почве, но и его качественного состава. Гумус пахотного слоя характеризовался низким содержанием извлеченных щелочью гидролизуемых веществ (менее 44%) и высоким – негидролизуемого остатка (более 56%), прочно связанного с минеральной частью почвы. Наибольшее содержание негидролизуемого остатка обнаружено в почве вариантов опыта с регулярным применением бесподстилочного навоза в дозах N300, N700. Систематическое применение органических удобрений повышает содержание стабильного (кон-

сервативного, закрепленного) гумуса, и, как следствие, обусловливает рост потенциального плодородия дерново-подзолистой почвы. Регулярное внесение органических удобрений в дозах N300, N700 значительно увеличило абсолютное содержание в почве углерода гуминовых и фульвокислот по сравнению с почвой контрольного варианта опыта, соответственно на 42 и 84%. В составе гумусовых кислот дерново-подзолистой супесчаной почвы всех вариантов опыта преобладающими являлись фульвокислоты. Их содержание в зависимости от варианта опыта в 1,5-2,5 раза было большим, чем гуминовых кислот. Регулярное применение бесподстилочного навоза N300, N700, способствовало достоверному увеличению доли гуминовых кислот – соответственно на 9 и 30% и снижению доли фульвокислот – на 24-35%. Увеличение в составе гумуса содержания гуминовых кислот свидетельствует о возрастании степени гумификации органического вещества почвы. Регулярное, длительное применение минеральных удобрений повышало содержание негидролизуемого остатка, доли гуминовых кислот в составе органического вещества почвы, но в значительно меньшей степени по сравнению с использованием органических удобрений. Внесение удобрений способствовало заметному увеличению в органическом веществе почвы отношения $C_{гк}$: $C_{фк}$, вследствие чего фульватный тип гумуса (контрольный вариант) трансформировался в гуматно-фульватный. Несмотря на заметный рост содержания гуминовых кислот в составе гумуса при использовании удобрений, степень гумификации органического вещества в почве всех вариантов опыта оставалась слабой – менее 16%, что очевидно обусловлено интенсивной его минерализацией. В соответствии с результатами исследований под влиянием удобрений изменялось не только содержание гуминовых и фульвокислот в составе гумуса, но и свойства самих кислот. Исследования их фракционного состава показали, что систематическое применение бесподстилочного навоза, особенно в дозе N700 сопровождалось заметным увеличением содержания наиболее важных в определении потенциального плодородия почв гуминовых кислот, связанных с кальцием и полуторными окислами (фракция ГК2; ГК3).

Влияние удобрений на фракционный состав фульвокислот было незначительным.

Регулярное, многолетнее применение бесподстилочного навоза (N700) также увеличило в почве содержание водорастворимых и лабильных гумусовых соединений – промежуточных продуктов трансформации органического вещества бесподстилочного навоза, пожнивно-корневых остатков. Согласно современным представлениям, водорастворимые и лабильные гумусовые вещества определяют эффективное плодородие почв, являются наиболее доступными источниками питания растений, почвенных микроорганизмов, повышают устойчивость сельскохозяйственных культур к стрессовым условиям произрастания.

Увеличение содержания в почве органического вещества, сопровождалось положительными изменениями ее физических, гидрофизических свойств. Дерново-подзолистая супесчаная почва контрольного варианта опыта характеризовалась неблагоприятными водно-физическими свойствами: высокой плотностью, незначительными величинами порозности, влажности завядания, диапазона активной влаги, особенно в нижних ее горизонтах. Длительное применение бесподстилочного навоза (1983-2010 гг.) способствовало формированию более мелкокомковатой, зернистой структуры почвы в результате увеличения в ней доли агрегатов 10-0,25 мм. Почва вариантов с более высоким содержанием органического вещества характеризовалась меньшей плотностью, более высокими показателями порозности (+10 ÷15 %), влажности завядания, диапазона активной влаги. На фоне высоких доз (N700) бесподстилочного навоза отмечался рост влагоемкости почвы, содержание в ней доступной для растений влаги как в пахотном, так и в нижележащих горизонтах.

Длительное применение бесподстилочного навоза снизило актуальную, гидролитическую кислотность почвы, отмечалось заметное увеличение содержания в ней нитратного, аммонийного азота, подвижного фосфора и калия, обменных магния и кальция. С увеличением дозы бесподстилочного на-

воза содержание данных элементов в почве повышалось. При внесении бесподстилочного навоза в дозе N300 коэффициенты накопления (Кн – отношение реального содержания элемента в почве Ci к фоновому Cf) нитратов, фосфатов, калия в пахотном слое почвы составили, соответственно, $Кн_{NO3}$ – 6, $Кн_{P2O5}$ – 8,4; $Кн_{K2O}$ – 1,4; в дозе N700 - $Кн_{NO3}$ - 46, $Кн_{P2O5}$ - 19,2; $Кн_{K2O}$ - 3,6. В сравнении с дозой N300 применение бесподстилочного навоза в дозе N700 обусловило увеличение коэффициента опасности (Ко – отношение Ci к $С_{ПДК}$): по нитратам до 0,35; по фосфатам – до 0,76; по калию – до 0,43. Увеличение содержания биогенных элементов отмечалось, как в пахотном, так и в нижележащих горизонтах почвы.

Миграция нитратов по профилю почвы контрольного варианта (без удобрений) не наблюдалась вследствие незначительной минерализации органического вещества. При внесении навоза в дозе N300, большая часть азота потреблялась растениями. В случае внесения навоза в дозе N700 происходит заметное накопление нитратов в слоях почвы 0-40 и 140-380 см.

Применение бесподстилочного навоза способствовало значительному накоплению фосфора в пахотном слое, заметной его миграции в нижележащие горизонты. Миграция азота, фосфора по почвенному профилю осуществлялась как в органической, так и в минеральной форме. Вследствие миграционных процессов при интенсивном применении бесподстилочного навоза на удобрение повышался риск фосфатного и нитратного загрязнения грунтовых вод.

В отличие от длительного применения бесподстилочного навоза регулярное внесение минеральных удобрений повысило гидролитическую кислотность почвы, содержание в ней подвижного алюминия, фосфора, калия, снизило содержания обменных кальция, магния, степень насыщенности поглощенного комплекса, обменной кислотности. Регулярное применение бесподстилочного навоза не оказало заметного влияния на содержание тяжелых металлов в почве, что, вероятно, было связано с их низким содержанием в самом бесподстилочном навозе. Достоверным было лишь незначительное

увеличение содержания подвижной меди и подвижного цинка в почве варианта с использованием бесподстилочного навоза в дозе N700, уровень которых был в 16-20 раз ниже значений ПДК.

Регулярное применение удобрений оказало заметное влияние на изменение микробиоценоза почвы. Использование минеральных и органических удобрений значительно увеличило в почве численность сапрофитной микрофлоры. В сравнении с внесением бесподстилочного навоза (N300) применение минеральных удобрений (N300PK) в 2 раза и более повышало в почве количество нитрифицирующих, денитрифицирующих, целлюлозоразрушающих микроорганизмов, грибов. Высокая обсемененность почвы нитрифицирующими и денитрифицирующими микроорганизмами при использовании минеральных удобрений, вероятно, обусловлена наличием в нем легкодоступного аммонийного азота аммиачной селитры. Увеличение численности грибов, актиномицетов, целлюлозоразрушающих микроорганизмов свидетельствует о более интенсивной минерализации органического вещества в почве под влиянием минеральных удобрений. Известно, что на начальном этапе минерализации органического вещества почвы принимают участие преимущественно грибы и целлюлозоразрушающие микроорганизмы, на окончательном – актиномицеты.

Ежегодное применение бесподстилочного навоза в дозе N700 по своему действию на численность почвенной микрофлоры оказало влияние, аналогичное воздействию минеральных удобрений, сопровождалось заметным размножением грибов, актиномицетов, нитрифицирующих и денитрифицирующих микроорганизмов. Данные изменения почвенного микробиоценоза отмечались как в пахотном, так и в нижележащих горизонтах. Наблюдаемые изменения почвенного микробиоценоза при использовании высоких доз бесподстилочного навоза, скорее всего, следует рассматривать как негативные. Высокая обсемененность почвы денитрифицирующими микроорганизмами снижает удобрительный потенциал бесподстилочного навоза. Увеличение численности нитрифицирующих бактерий, согласно результатам исследова-

ний, приводит к накоплению нитратов в почве, в продукции растениеводства, повышает риск загрязнения грунтовых вод.

В исследованиях установлена прямая зависимость актуальной (полевой, естественной) и потенциальной (искусственной) биологической активности почвы. Наименьшая биологическая активность почвенных микроорганизмов отмечалась в неудобренной почве. С увеличением дозы удобрений степень разложения полотна, желатина фотопленки, интенсивность дыхания почвы возрастала, достигая максимума при N700. Наибольшим дозам бесподстилочного навоза соответствовала максимальная активность ферментов, что имеет чрезвычайно важное значение для ускорения обменных процессов в системе: почва-растения-микробиота. При использовании бесподстилочного навоза в почве повышалась активность ферментов – катализаторов процессов как разрушения, так и синтеза нового органического вещества (активизация азотфиксации). В исследованиях выявлена крайне низкая активность почвенных ферментов в варианте с минеральными удобрениями, что может быть обусловлено неблагоприятным изменением кислотности почвенного раствора под их влиянием.

Выводы

1. Систематическое применение бесподстилочного навоза и минеральных удобрений (1983-2010 гг.) обусловило повышение потенциального и эффективного плодородия дерново-подзолистой почвы.

2. Вместе с тем регулярное применение бесподстилочного навоза в сверхвысоких дозах (более N300) оказалось нецелесообразным и обусловило:

– увеличение содержания подвижного фосфора до избыточно высокого уровня, активное развитие денитрифицирующих и нитрифицирующих бактерий, актиномицетов, грибов-продуцентов фитотоксических веществ;

– увеличение нагрузок на окружающую среду в результате миграции фосфатов, нитратов в зону грунтовых вод, повышение контаминации почвы патогенными микроорганизмами, жизнеспособными яйцами гельминтов.

3. Экологически наиболее целесообразным является регулярное применение в агроценозах с длительным бессменным возделыванием многолетних трав бесподстилочного навоза в дозах, не превышающих N300.

УДК 635.21:631.445

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СМЕШАННОГО ПОСЕВА (ОВЕС + ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА + ЛЮПИН УЗКОЛИСТНЫЙ) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Почтовая Н.Л., Персикова Т.Ф.

Аннотация

Дана биологическая оценка эффективности возделывания овса, яровой пшеницы и люпина узколистного в смешанных посевах в зависимости от условий питания.

Важным резервом повышения эффективности использования биологических факторов интенсификации растениеводства является конструирование высокопродуктивных экологически устойчивых агроценозов. Весьма перспективно использование смешанных (одновидовых и многовидовых) посевов сельскохозяйственных растений.

На целесообразность широкого применения поликультур указывал еще К.А. Тимирязев [1], отмечая, что «…участок земли, засеянный несколькими сортами трав, дает большее по весу количество сена, чем равной величины участок одной какой-нибудь травы, и что поле, засеянное несколькими породами, дает больший сбор, чем такое же поле, засеянное одной породой».

Поливидовые посевы являются неотъемлемой частью и современного растениеводства и важным фактором интенсификации земледелия. Смеси дают более устойчивый урожай, так как снижение продуктивности одной культуры восполняется другой, качественно улучшается кормовая масса, наиболее полно и рационально используются жизненные факторы. В резуль-

тате неодинакового роста и развития растений разных видов формируется оптимальная густота насаждения, лучше используются почвенные питательные вещества, снижается засоренность культурных растений и их повреждаемость вредителями, что повышает устойчивость агроценозов к техногенным и природным факторам [2]. В то же время из обзора научных источников вытекает, что только 18–20 % смесей характеризуются выше приведенными преимуществами, особенно по эффективности использования пашни [3]. Остальные смеси по данному показателю либо равноценны посеву компонентов в чистом виде, либо даже им уступают.

Условия и методика

Полевые исследования проводились на опытном поле УО «БГСХА» Тушково в 2006–2008 гг. Почва опытных участков – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины более 1 метра мореным суглинком с прослойкой песка на контакте. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: pH_{KCl} – 5,8-6,2, содержание гумуса – 1,51-1,79%, P_2O_5 – 156-182 мг/кг, K_2O – 147-194 мг/кг, подвижной меди –1,64-1,95 мг/кг, цинка – 2,67-2,94 мг/кг.

На трех уровнях азотного питания (N_{10}, N_{40}, N_{70}) для трех культур (овес, яровая пшеница и люпин узколистный) в одновидовых и смешанных посевах изучалась эффективность двух биопрепаратов: а) на основе симбиотической азотфиксации – сапронит для инокуляции семян люпина узколистного; б) на основе ассоциативной азотфиксации – ризобактерин для инокуляции семян овса и яровой пшеницы. Семена обрабатывались соответствующими биопрепаратами (200 мл/га) непосредственно в день посева с прилипателем (2% раствор натриевой соли КМЦ). Бактериальные препараты предоставлены лабораторией почвенной микробиологии ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси».

В смешанных посевах соотношение компонентов в смеси 40:30:30% соответственно от нормы высева в чистом виде. Агротехника возделывания ов-

са [4], яровой пшеницы [4] и люпина узколистного [4] была общепринятой для северо-восточной зоны Беларуси. Оценку смешанных посевов проводили согласно «Методическому руководству по исследованию смешанных агрофитоценозов» [5].

Результаты исследований

Биологическая эффективность смешанного посева определяется сравнением продуктивности смеси с продуктивностью чистых посевов смешиваемых культур на той же площади и с той же плотностью растений, как и в смешанном посеве [6]. Анализ полевых исследований, проведенных с различными культурами (овес, яровая пшеница, люпин узколистный), показывает, что биологическая эффективность смесей определяется конкурентоспособностью культур. Чем более конкурентоспособен компонент в смеси, тем выше его вклад в общую биологическую эффективность смешанного посева и больше различия между ожидаемым и фактическим значением.

В 2/3 случаев исход межвидовой конкуренции в смеси определяют взаимоотношения между растениями, связанные с обеспеченностью компонента водой и элементами питания (главным образом азотом). На неплодородной почве с невысокой плотностью популяции конкуренция между корневыми системами приводит к тому, что один из компонентов смеси становится агрессором. Конкуренция между корневыми системами за азот начинается очень рано в процессе роста, в сравнении с конкуренцией за фосфор и калий. По мнению B. Wilson [7], J. Vandermeer [8], предпосылкой для захвата доминирующего положения компонентом в смеси и повышения урожайности является размещение корневых систем на разных уровнях по глубине почвы, что имеет место при возделывании разновидовых смесей.

Изучение конкурентных отношений между компонентами смешанных посевов является основополагающим в исследованиях продуктивности смесей.

Доминирование, а зачастую ценотическую активность той или иной культуры смешанного посева часто объясняют долевым участием в урожае.

Это утверждение ошибочно, поскольку ботанический состав урожая всего лишь констатация факта наличия данного вида в урожае сухого вещества или зерна, и никоим образом не отражает ценотическую активность вида.

В действительности ценотическая активность представляет собой отношение долевого участия культуры в урожае к долевому участию в норме высева и характеризуется относительной величиной – индексом (ИЦА). При ИЦА = 1 – вид конкурентоспособен, больше 1 – устойчиво доминантен, менее 1 – устойчиво угнетаем. Показатель ИЦА позволяет довольно объективно определить участие культуры в формировании урожая смеси, ее фитоценотическую устойчивость [9].

Так, в контрольном варианте, в котором не предусматривалось дополнительное внесение азотных удобрений, наибольшей ценотической активностью отличались злаковые компоненты смеси. Люпин узколистный является угнетаемым компонентом агроценоза, и его участие в формировании урожая невелико – 9,4–12,2 %. В вариантах с обработкой семян люпина биопрепаратом-азотфиксатором на фоне N_{10} и N_{40} ценотическая активность бобового компонента повышается (табл. 1).

В растительном сообществе наблюдается саморегуляция: как только один из видов снижает показатель ИЦА, как тут же повышается ценотическая активность другого вида. Снижение ИЦА люпина узколистного и яровой пшеницы на фоне N_{70} сопровождалось повышением данного показателя у овса.

Статистическая обработка позволила установить наличие (или их отсутствие) взаимосвязей между ценотической активностью 3 видов однолетних культур с продуктивностью смешанного агрофитоценоза.

Таблица 1. Показатель ценотической активности овса, пшеницы и люпина при возделывании в смеси

Вариант	Овес			Пшеница			Люпин		
	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}
Овес + пшеница + люпин	1,14	1,15	1,51	1,43	1,49	1,06	0,38	0,32	0,26
Овес (РБ) +пшеница (РБ) + люпин (С)	1,38	1,26	1,34	1,17	1,43	1,18	0,32	0,44	0,38

Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин	1,53	1,36	1,40	0,97	1,21	1,17	0,32	0,31	0,28
Овес + пшеница + люпин (С)	1,07	1,29	1,32	1,5	1,28	1,32	0,41	0,33	0,25
Среднее	1,28	1,27	1,39	1,27	1,35	1,18	0,36	0,35	0,29

Примечания: 1. РБ – ризобактерин; 2. С – сапронит.

Разброс показателей оказался слишком большим (табл. 2). Тем не менее, независимо от дозы минерального азота, выявлена тесная отрицательная связь (r= -0,89–0,99) между ценотической активностью овса и яровой пшеницы, и слабая, средняя отрицательная связь (r = -0,21–0,57) между активностью овса и люпина, т.е. математически доказано наличие между ними конкурентных отношений. Взаимосвязь между ценотической активностью пшеницы и люпина изменяется при внесении минерального азота от высокой положительной (r = 0,93) на фоне N_{10} до отрицательной на фоне N_{70} (r = -0,11).

Степень взаимосвязи признаков ценотической активности компонентов с продуктивностью смеси колеблется в широком диапазоне: от средней положительной (r =0,71) до отрицательной (r = -0,67) и полного отсутствия.

Стабильно высокая взаимосвязь в опыте наблюдается между урожайностью зерна и сбором сырого протеина на фоне N_{10} и N_{40} (r = 0,89 и 0,73). Повышение дозы азотных удобрений до N_{70} снижает зависимость выше указанных показателей до средней положительной (r = 0,61).

Более распространенным критерием для оценки биологической эффективности смешанных посевов является показатель «отношение земельных эквивалентов» – Land Equivalent Ratio (LER) [5].

С его помощью делается расчет единицы земельной площади, необходимой для получения в чистом посеве того количества урожая каждой культуры, что сформировалось на единице площади смешанного.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции признаков ценотической активности компонентов смеси (овес + яровая пшеница + люпин) с показателями продуктивности

Фон	Показатель	ИЦА	Продуктивность

		овес	пшеница	люпин	урожайность, ц/га	Сбор сырого протеина, ц/га
$N_{10}P_{60}K_{90}$	ИЦА овса	1	-0,99	-0,57	-0,01	0,11
	ИЦА пшеницы		1	0,93	0,03	-0,07
	ИЦА люпина			1	-0,07	-0,31
	Урожайность, ц/га				1	0,89
	Сбор сырого протеина, ц/га					1
$N_{40}P_{60}K_{90}$	ИЦА овса	1	-0,98	-0,21	0,51	0,68
	ИЦА пшеницы		1	0,37	-0,64	-0,68
	ИЦА люпина			1	-0,67	-0,01
	Урожайность, ц/га				1	0,73
	Сбор сырого протеина, ц/га					1
$N_{70}P_{60}K_{90}$	ИЦА овса	1	-0,89	-0,36	-0,67	-0,74
	ИЦА пшеницы		1	-0,11	0,71	0,40
	ИЦА люпина			1	0,13	0,85
	Урожайность, ц/га				1	0,61
	Сбор сырого протеина, ц/га					1

Определение величины LER позволило установить, что с увеличением уровня азотного питания до 70 кг/га д.в. минерального азота биологическая эффективность смешанного посева имела тенденцию к снижению. Независимо от инокуляции компонентов смеси биопрепаратами на фоне N_{10} и N_{40} отмечалось повышение отношения земельных эквивалентов смешанных посевов по сравнению с чистыми посевами в 1,05 раза, т.е. отмечается более высокая относительная продуктивность смешанной культуры (табл. 3).

При инокуляции только бобового компонента смеси на фоне N_{40} отмечается повышение биологической эффективности смешанного посева в 1,13 раза, т.е. повышается эффективность использования земли на 13% по сравнению с чистым посевом.

Таблица 3. Отношение земельных эквивалентов (LER)

Вариант	Овес			Пшеница			Люпин			Смесь		
	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}
Овес + пшеница + люпин	0,53	0,48	0,53	0,40	0,45	0,29	0,17	0,16	0,14	1,04	1,08	0,95
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С)	0,55	0,45	0,49	0,32	0,38	0,32	0,17	0,17	0,21	1,04	1,00	1,03
Овес (РБ) + пшеница (РБ) +	0,58	0,49	0,49	0,29	0,35	0,32	0,17	0,14	0,15	1,04	0,98	0,95

люпин												
Овес + пшеница + люпин (С)	0,47	0,55	0,49	0,40	0,41	0,36	0,17	0,17	0,19	1,04	1,13	1,03
Среднее	0,53	0,49	0,50	0,35	0,40	0,32	0,17	0,16	0,17	1,04	1,05	0,99

Примечания: 1. РБ – ризобактерин; 2. С – сапронит.

Анализ биологической эффективности смешанных посевов с помощью показателя «отношение земельных эквивалентов» (LER), в сочетании с другими методами позволяет понять направленность конкурентных отношений в смесях и выделить для использования на практике наиболее эффективные из изучаемых вариантов поликультур.

Рассмотренные выше критерии характеризуют смешанные посевы относительно одновидовых, не отражая процессов, происходящих внутри самого смешанного посева. Для устранения этого недостатка предложено рассчитывать коэффициент агрессивности (Coefficient Agressivity, CA). Нулевое значение CA означает, что компоненты смеси имеют равную конкурентную способность. У более агрессивного компонента знак CA имеет положительное значение, а у слабого – отрицательное. Чем выше его числовое значение, тем больше разница в конкурентной способности компонентов, в их действительной и ожидаемой урожайности [10].

При расчете коэффициента агрессивности в смеси овса, пшеницы и люпина (табл. 4) установлено, что все компоненты слабоагрессивны. Но если учитывать, что числовое значение CA у зерновых культур выше, чем у люпина, то зерновые в этой смеси более агрессивны, чем люпин.

Таблица 4. Коэффициент агрессивности овса, пшеницы и люпина в смеси (CA)

Вариант	Овес			Пшеница			Люпин		
	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}
Овес + пшеница + люпин	-0,27	-0,32	0,01	-0,25	-0,16	-0,40	-0,79	-0,87	-0,75
Овес (РБ) +пшеница (РБ) + люпин (С)	-0,10	-0,27	-0,22	-0,43	-0,25	-0,40	-0,76	-0,73	-0,67
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин	-0,01	-0,15	-0,11	-0,50	-0,29	-0,33	-0,77	-0,78	-0,73
Овес + пшеница + люпин (С)	-0,31	-0,21	-0,22	-0,22	-0,30	-0,34	-0,81	-0,89	-0,73
Среднее	-0,17	-0,24	-0,14	-0,35	-0,25	-0,37	-0,78	-0,82	-0,72

Примечания: 1. РБ – ризобактерин; 2. С – сапронит.

Расчет СА основан на простой разнице фактического урожая компонента в смеси и его ожидаемого урожая, поэтому возникают затруднения в более полной интерпретации при сравнении случаев с разными прибавками урожая. На основании этого R.W. Willey, M.R. Rao [11] предложили вычислять отношение двух показателей относительной продуктивности из уравнения для определения коэффициента агрессивности. Это отношение назвали коэффициентом конкурентоспособности (Comperatitive ratio, CR).

Расчет CR показал, что независимо от уровня азотного питания и инокуляции семян биопрепаратами более конкурентоспособны злаковые компоненты смеси (табл. 5). Следует отметить, что конкурентоспособность овса выше, чем пшеницы, особенно на уровне N_{70}. Таким образом, в смешанном посеве (овес + пшеница + люпин) овес выступает в роли «агрессора» и угнетает пшеницу и люпин, что выражается в более высоких значениях коэффициентов конкурентоспособности и агрессивности в сравнении с другими компонентами.

Инокуляция бобового и злаковых компонентов смеси увеличила конкурентоспособность люпина до 1,04 на фоне N_{10} и до 1,31 на фоне N_{70}, и почти сравняла конкурентоспособность овса и пшеницы на фоне N_{40} (3,75 и 3,95 соответственно).

Таблица 5. Коэффициент конкурентоспособности овса, пшеницы и люпина в смеси (CR)

Вариант	Овес			Пшеница			Люпин		
	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}	N_{10}	N_{40}	N_{70}
Овес + пшеница + люпин	3,81	3,57	7,29	3,98	4,80	3,24	0,94	0,78	0,94
Овес (РБ) +пшеница (РБ) + люпин (С)	5,31	3,75	3,87	2,73	3,95	2,66	1,04	1,07	1,31
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин	7,04	5,79	5,63	2,44	3,99	3,61	1,02	0,89	1,00
Овес + пшеница + люпин (С)	6,24	7,60	7,08	4,13	3,62	3,15	0,91	0,78	1,11
Среднее	5,60	5,18	5,97	3,32	4,09	3,17	0,98	0,88	1,09

Примечания: 1. РБ – ризобактерин; 2. С – сапронит.

Инокуляция только злаковых компонентов смеси по сравнению с вариантом смешанного посева без инокуляции увеличила конкурентоспособность овса в среднем с 3,11 до 7,04.

Заключение

Таким образом, внесение в основную заправку минерального азота при возделывании овса, яровой пшеницы и люпина в смеси усиливает конкурентные отношения за факторы среды между злаковым и бобовым компонентами. При этом с увеличением дозы азота конкурентоспособность овса повышается, а люпина – снижается. На уровне 40 кг/га минерального азота и инокуляции бобового компонента смеси биопрепаратом на 13 % повышается эффективность использования земли, конкурентоспособность овса снижается на 12 % по сравнению с фоном N_{70} и повышается ценотическая активность люпина.

Литература

1. Тимирязев, К.А. Жизнь растения. Десять общедоступных чтений /К.А.Тимирязев; под ред. С.А. Новикова. – М.-Л.: Огиз, 1936. – 336 с.

2. Рымарь, В.Т. Основные направления в совершенствовании кормопроизводства юго-востока Черноземья / В.Т. Рымарь, В.А. Прыгунков //Кормопроизводство. – 2004. – № 8. – С. 2-4.

3. Trenbath, B.R. Biomass productivity of mixtures / B.R. Trenbath //Advances in agronomy. – 1977. – Vol. 26. – P. 177-210.

4. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов. – 2-е изд., доп. и перераб. /РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448с.

5. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан [и др.]. – Минск: Навука і тэхніка, 1996. – 101 с.

6. Van den Bergh, J.P. An analysis of yields of grasses in mixed and pure stands / J.P. Van den Bergh // Veral. Landbouwkd. Onderz. – 19 oflarge-scale 68. – Vol. 714. – P. 1-71.

7. Wilson, B. Shoot competition and root competition / B. Wilson // J. Appl. Ecology. – 1988. – Vol. 25. – P. 279-296.

8. Vandermeer, J. The ecology of intercropping / J. Vandermeer. – Cambridge: Cambridge University Press, 1989. – 237 p.

9. Шофман, Л.И. Ценотическая активность трав при длительном использовании в качестве сенокосов / Л.И. Шофман // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 3. – С. 8-12.

10. Bieiholder, H. Einheitliche Codigung der phanologischeu Stadien bei Kultur – und Schadpflanzen / H. Bleiholder, T. Van der Boot [u. a.] // Gesunde Pflanzen. – 1989. – Bd. 41, № 11. – S. 381-384.

11. Willey, R.W. A competitive ratio for quantifying competition between intercrop / R.W. Willey, M.R. Rao // Exper. Agric. – 1980. – Vol. 16, № 2. – P. 117-125.

УДК 631.58(470.4)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА НА ЗЕЛЕНОЕ УДОБРЕНИЕ В УСЛОВИЯХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Нурлыгаянов Р.Б., Ахметгареев Р.Ф., Малаев В.А.

За годы реформ в Российской Федерации произошли коренные изменения земельных отношений, возникло многоукладное землевладение и землепользование, введена арендная плата за землю, формируется рынок земли. Вместе с тем, эти изменения не обеспечили эффективного использования земли и её охрану. По данным мониторинга земель, за последние 15-30 лет содержание гумуса в почвах России уменьшилось на 0,4-0,6% практически во всех регионах [1]. В материалах Международного научного проекта «Глобальная оценка деградации почв» (1990) отмечается, что процессы деградации в мире распространены на 2 млрд. га, из них на долю различных видов деградации приходится (в % от площади земель, подверженных деградации): 55,6 – водной эрозии, 27,9 – ветровой эрозии, 12,2 – химических факторов, 4,2 – физических факторов [2]. Ежегодные потери гумуса на пашне по Российской Федерации оцениваются в 0,6-0,7 т/га (до 1 т/га – на черноземах), а в целом по стране – 80 млн. т. В настоящее время для обеспечения воспроиз-

водства гумуса в пахотных почвах страны потребность в органических удобрениях составляет примерно 840 млн. т в год. Однако в связи с резким сокращением поголовья скота и птицы, даже при полной мобилизации всех ресурсов навоза и помета, потребность в органических удобрениях для воспроизводства гумуса почв может быть удовлетворена лишь на 17% [2]. На долю человека, работающего с землей, выпадает задача сохранить высокий уровень плодородия на черноземах, создать и поддерживать его на обедненных почвах. По этому поводу Ф.Энгельс писал: «Урожайность земли может быть бесконечно повышена приложением капитала, труда и науки» [3].

В Кемеровской области практически отсутствуют ровные площади пашни. Пятую часть их составляют уклоны до 1^{o}, почти столько же – до 3^{o} и свыше 22% пахотных земель с уклонами до 5^{o} и больше. По подсчетам В.А. Калугина (1988), ежегодные потери при пахотной системе земледелия на склоновых землях области составляют 2 млн. т гумусового горизонта [4]. Из-за водной и ветровой эрозии кузбасские земли утратили до 30% гумуса. Восполнить ее за счет традиционных форм органики (вывозка навоза, торфа и сапропеля) в настоящее время невозможно: запасы навоза ограничены, а для добычи торфа и сапропеля требуется специальная техника.

В Кемеровской области источниками получения дополнительного органического вещества в качестве удобрений для сельского хозяйства являются окисленные в пластах бурые угли Канско-Ачинского угольного бассейна, окисленные в пластах каменные угли Кузбасса, углесодержащие отходы флотационного обогащения. По данным В.И. Просянникова, эффективным является внесение окисленных бурых углей в качестве органических удобрений в дозе 1,0т /га [5]. Однако внесение этих видов органических удобрений требует дополнительных финансовых источников и крепкой материально-технической базы сельскохозяйственных предприятий и КФХ, а в области ликвидированы предприятия по агрохимическому обслуживанию полей (производственные объединения «Сельхозхимия»).

Одним из эффективных приемов повышения плодородия почвы в современных условиях региона мы считаем внедрение сидеральных паров с посевом ярового рапса. В опытах Г.Канта (1980), при выращивании на поле в качестве сидерата ярового рапса происходило интенсивное разрыхление почвы корневыми системами растений. Разрыхлялась даже плужная подошва и уплотненная прослойка почвы, образованная при проходе колес по переувлажненной почве [6]. Об этом еще в 1892г. писал О.О. Горбатовский в работе «Руководство к возделыванию озимого и ярового рапса». По его наблюдениям, глубокое проникновение корней рапса действует на почву подобно механической обработке, и рыхлению подвергается не только верхний слой, но и пахотный и подпахотный слои [7]. В условиях Кемеровской области посев ярового рапса на сидерат равнозначен внесению 30 т органических удобрений, или 1,0 т окисленных углей на 1 га пашни.

В наших исследованиях определена экономическая эффективность сидерального пара с посевом ярового рапса и предложена методика ее оценки. Суть методики оценки заключается в сравнении материальных затрат на сидерат и внесение окисленных бурых углей, как основного источника органического удобрения в регионе. Сумма производственных затрат на посев ярового рапса агрегатом К – 744 Р3 с комплексом «Томь – 10» с учетом приобретения семян, перевозки их на поле и измельчения зеленой массы агрегатом МТЗ-80 с КИР – 1,5 составляет 480 руб/га (в ценах 2008 г.).

Сумма затрат погрузки с фронтальным погрузчиком на базе К-700 и перевозки окисленных бурых углей на расстояние 50 км и их одновременное внесение на поля автомобилями-разбрасывателями минеральных удобрений на базе марки «Урал» составляет 960 руб./га. Экономический эффект, или экономия затрат на сидеральный пар от посева ярового рапса по сравнению с внесением окисленных углей на расстояние 50 км, составляет 480 руб/га. Пожнивные корневые остатки растений ярового рапса эквивалентны на 1/3 затрат внесения окисленных углей, т.е. – 320 руб./га. Таким образом, суммарная экономическая эффективность сидерального пара с посевом ярового

рапса составляет 800 руб/га. Площадь паровых полей по Кемеровской области в среднем за годы исследований (2006-2008 гг.) составила 137 609 га. По результатам наших исследований рассчитаны проектные площади сидеральных паров с посевом ярового рапса на 140 тыс. га; это позволит получить ежегодно 112 млн руб. прибыли по сравнению с внесением окисленных углей. При этом не требуется специальная техника для погрузки и перевозки окисленных углей. В свою очередь, посев ярового рапса на сидерат в любом хозяйстве можно проводить по технологии возделывания зерновых культур, которая доступна каждому сельскохозяйственному товаропроизводителю.

Таким образом, для оценки экономической эффективности ярового рапса как сидеральной культуры в условиях Кемеровской области предлагаем сопоставить производственные затраты на внесение окисленных углей с затратами на посев и измельчение зеленой массы культуры на 1 га.

Литература

1. Ушачев Г.И. Сельскохозяйственные угодья России: состояние, проблемы и пути решения / Г.И. Ушачев // АПК: экономика, управление. – 2008. – №10. – С.12-18.
2. Югай А.М. Сельскохозяйственные угодья России (состояние и перспективы развития) / А.М. Югай, А.В. Колесников, Г.С. Мартышкин и др.- М.: ООО «НИПКЦ Восход – А», 2008. – 95с.
3. Энгельс Ф. Наброски к критике политической экономии /Ф.Энгельс // К.Маркс, Ф.Энгельс. Соч. – 2-е изд. – Т.1. – С. 544-571.
4. Калугин В.А. Интенсификация почвозащитного земледелия /В.А. Калугин. – Кемерово, 1988. – 191с.
5. Просянников В. И. Эффективность применения окисленных углей в качестве удобрения сельскохозяйственных культур в лесостепной зоне Кемеровской области / В. И. Просянников: автореф. дис… канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2007. – 19 с.
6. Кант Г. Земледелие без плуга: предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур / пер. с нем. Е.И. Кошкина / Г.Кант. – М.: Колос, 1980. – 158с.
7. Горбатовский О.О. Руководство к возделыванию озимого и ярового рапса (из практики) / О. О. Горбатовский. - С.Пб.: Изд. А.Ф.Девриена. 1882. - 86 с.

УДК 631.4

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Плескачёв Ю.Н., Борисенко И.Б., Сидоров А.Н.

Аннотация

Показано влияние разноглубинной заделки соломы на биологическую активность почвы, её токсичность и урожайность подсолнечника в условиях Нижнего Поволжья.

В последние два десятилетия в Нижнем Поволжье из-за масштабного снижения поголовья крупного рогатого скота и соответственно объёмов навоза остро встал вопрос пополнения органической части почвы. С другой стороны, опять же из-за снижения объёмов животноводства резко упала потребность в соломе в виде грубых кормов. Возникла необходимость в перепрофилировании её использования. В связи с корректировкой подхода применения соломы в сельском хозяйстве, массовым переходом к её измельчению во время уборки зерновых культур и последующей запашке, в качестве восполнения органического вещества, требуется изменение условий её внесения.

Во-первых, солома должна быть заделана в почву.

Во-вторых, она должна быть заделана не глубоко. Оптимально на 0,10-0,15 м.

В-третьих, для лучшего и скорейшего её разложения в почву должен вноситься минеральный азот. В зоне каштановых почв Нижнего Поволжья 7-10 кг д.в. на га, в чернозёмной зоне 10-15 кг д.в. на га.

И четвёртое условие, в экономических и агротехнических целях лучше проводить одновременное внесение соломы и минерального азота в почву с заделкой на одну и ту же глубину.

Внесение соломы увеличивает содержание гумуса, улучшает структуру почвы, снижает склонность к эрозии, стимулирует процесс азотфиксации. Она является источником питания для почвенных микроорганизмов, без которых доступность отдельных элементов питания была бы ограничена. Микроорганизмы выполняют работу по разложению органических остатков и высвобождению элементов питания. Улучшаются водный и воздушный режимы, а также поглотительная способность почвы.

Заделка соломы без внесения азотных удобрений приводит к угнетению растений за счет потребления разлагающими ее микроорганизмами минерального азота. Если этого не сделать, то процесс минерализации будет длительнее и в первый год после внесения соломы можно получить даже некоторое снижение урожая, так как почвенный азот частично пойдет на питание микроорганизмов и его может не хватить для формирования полноценного урожая растений.

Надо помнить, что микроорганизмы живут послойно (0,10-0,15м) и их нельзя «переворачивать». Поэтому, если сразу запахать солому на глубину 0,25-0,30 м, даже с удобрениями, она будет очень медленно разлагаться.

В настоящее время решён вопрос повышения эффективности использования соломы с помощью одновременного внесения минерального азота и проведения основной обработки почвы. Разработана техническая часть одновременного применения разбрасывателя Polaro® в агрегате с орудием, укомплектованным рабочими органами РАНЧО. Такое сочетание позволяет полностью исключить разрыв между внесением и заделкой минеральных удобрений, что повышает эффективность их использования, гумификации пожнивных остатков.

Использование разбрасывателя Polaro® в пахотном агрегате позволяет точно настраивать ширину разбрасывания удобрений в соответствии с шириной орудия для основной обработки почвы. А применение рабочих органов РАНЧО позволяет устанавливать величину оборачиваемого пласта (0,10-0,15м), независимо от глубины рыхления. При работе по безотвальной техно-

логии рекомендуется устанавливать подрезающие лапы способствующие «проникновению» удобрения в почву.

Разработанный рабочий орган «РАНЧО» рассматривается, как основополагающий элемент ресурсосбережения не только с энергетической и материальной, но и с экологической позиции. Модульная конструкция позволяет оперативно перенастраивать «РАНЧО» на выполнение 8 различных технологий глубокой обработки почвы. Заложенная техническая возможность перемещения отвала вдоль стойки позволяет раздельно настраивать орудие на глубину рыхления (до 0,45м) и величину оборота пласта (рекомендуется на 0,10-0,15м, техническая возможность до 0,25м). Установка вместо отвала подрезающей лапы с возможностью изменения угла крошения и перемещения вдоль стойки регулирует глубину сплошного подрезания (до 0,30м) и качество безотвального рыхления. Замена широкого долота (60мм) на узкое (30мм), изменяет технологию обработки почвы: чизелевание на щелевание.

Технология работы отвала РАНЧО сводится к обороту уже взрыхленной почвы долотом. Поэтому главный брус, специально разработанной рамы для данных рабочих органов, расположен под углом 51^0, что позволяет орудию серии ОЧО иметь наименьшую длину без повышения забиваемости почвой и растительными остатками [1].

Все технологические варианты обработки почв осуществляются с разуплотнением подпахотного горизонта, разрушением «плужной подошвы» без образования новой, что обеспечивает лучшие условия влагонакопления в нижних слоях почвы, водопроницаемости и аэрации в верхних слоях. Такое множество и возможность комбинаций рабочих органов на одной раме имеют только орудия с чизельно-отвальными рабочими органами РАНЧО.

Применение РАНЧО в агрегате с разбрасывателем Polaro® позволяет не только снизить энергетические затраты и повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и улучшить экологические показатели природного биологического земледелия [2].

Условия и методика

Опыты проводились на тёмно-каштановых почвах Волгоградской области в звене севооборота: пар – озимые – подсолнечник. Рассматривались различные способы основной обработки почвы и внесения минеральных удобрений после уборки озимой пшеницы. Сравнивалось обычное поверхностное внесение аммиачной селитры под основную обработку, внесение с помощью разбрасывателя Polaro® с одновременной заделкой в почву и контроль (без удобрений). Способы основной обработки почвы: традиционная – вспашка на 0,25-0,27 м (контроль); чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м; чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м с оборотом пласта на 0, 14-0,15 м; мелкая обработка дискаторами на 0,10-0,12 м.

Одновременные исследования биологической активности и биологической токсичности дают возможность более четко характеризовать в микробиологическом аспекте состояние плодородия почвы и многолетние данные позволяют высказать гипотезу о том, что плодородие почвы связано в значительной мере соотношением этих двух величин, изменяющихся в зависимости от почвенно-климатических и агротехнических условий [3, 4].

Микробиологический анализ проводился в двух слоях почвы (0-0,15 и 0,15-0,3 м). Наблюдения показали, что количество микроорганизмов в различных слоях почвы зависит в основном от влажности и аэрации (табл.1). Например, такой чуткий к условиям среды микроорганизм, как азотобактер был обнаружен только весной, когда в почве имелось достаточно влаги, при этом на нем отрицательно сказалась мелкая обработка дискаторами и оборот пласта в варианте обычной вспашки.

Таблица 1. Обрастание комочков почвы азотобактером, %

Вариант	Приход влаги за 2009-2011 г., мм	Глубина отбора образца, м	
		0,1-0,15	0,15-0.30
Вспашка на 0,25-0,27 м.	176	3	6
Мелкая обработка дискаторами на 0,10-0,12 м.	158	2	0
Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м	185	17	11

Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м с оборотом пласта на 0, 14-0,15 м	194	20	27

Исследования показали, что глубокие чизельные обработки положительно влияют на различные виды микроорганизмов. Наличие бактерий, потребляющих минеральный азот почвы, свидетельствует о том, что в ризосфере подсолнечника сложился неблагоприятный питательный режим в вариантах мелкой обработки дискаторами и обычной вспашки на фоне без внесения стартовой дозы азота, в которых идет энергичное биологическое закрепление минерального азота почвы. В более выгодном положении оказался подсолнечник, посеянный по глубоким обработкам, да ещё с внесением под основную обработку 30 кг на га аммиачной селитры., где бактерий, потребляющих минеральный азот, почти в 2 раза меньше, чем при обычной и мелкой обработках. В 2 раза больше и целлюлозоразрушающих микроорганизмов, а также выше их энергия разрушения клетчатки в лабораторных условиях (90% при чизельной обработке против 58% при мелкой) (табл. 2).

Таблица 2. Количество микроорганизмов и биологическая активность в слое 0-0,3 м в среднем за вегетацию

Вариант вспашки	Бактерии, потребляющие минеральный азот	Целлюлозоразрушающие микроорганизмы	Активность аминокислот на 1 г полотна, мкг
Вспашка на 0,25-0,27 м	253	26	204
Мелкая обработка дискаторами на 0,10-0,12 м	270	33	57
Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м	140	14	214
Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м с оборотом пласта на 0, 14-0,15 м	120	12	337

Токсичность почвы определялась по методике растительных тестов кафедры биологии почв МГУ. Почва отбиралась весной в 10-15 точках на каждом из контрастных блоков. Определение токсичности почвы проводились параллельно в опыте с определением биологической активности. Наименьшая токсичность почвы в посевах подсолнечника по сравнению с контролем отмечалась на отвальном фоне – 4,4%, а самая большая – по «мелкой»

обработке 12,6%. Чизельные обработки занимали промежуточное положение (табл. 3).

Таблица 3. Биологическая токсичность почвы (слой 0-0,3 м) в посевах подсолнечника (среднее за 2009-2011 гг.)

Способ Основной обработки	Длина проростков, мм	Масса проростков, г	Всхожесть, %	Токсичность по отношению к контролю			
				по длине проростков	по массе проростков	по всхожести	средняя
Вспашка на 0,25-0,27 м	45	2,6	92	6,3	7,1	0	4,4
Мелкая обработка дискаторами на 0,10-0,12 м	35	2,1	86	15,8	14,6	7,4	12,6
Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м	37	2,3	89	12,9	11,9	4,3	9,7
Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м с оборотом пласта на 0, 14-0,15 м	42	2,5	90	12,5	10,7	2,2	8,4
Контроль (на фильтрованной бумаге)	48	2,8	92	-	-	-	-

Анализируя данные урожайности подсолнечника по годам (табл. 4), представляется возможным утверждать, что она зависит не только от складывающихся погодных условий, но и от пищевого, водного и воздушных режимов почвы, меняющихся от способов и глубины основной обработки. Как показали наши исследования, способом, обеспечивающим повышение плодородия почвы, наиболее оптимальные условия произрастания подсолнечника и формирующим наибольшую урожайность, является

Таблица 4. Влияние способов основной обработки темно-каштановых почв на урожайность подсолнечника, т/га (среднее за 2009-2011 гг.)

Способы основной обработки				
	2009	2010	2011	Среднее
Вспашка на 0,25-0,27 м контроль	1,41	1,26	2,22	1,63
Мелкая обработка дискаторами на 0,10-0,12 м	1,25	1,13	1,67	1,35

Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м	1,64	1,62	2,35	1,87
Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м с оборотом пласта на 0, 14-0,15 м	1,87	1,89	2,60	2,12
$НСР_{0,5}$, т/а	0,032	0,028	0,046	

чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м с оборотом пласта на 0, 14-0,15 м и одновременным внесением азота 10 кг д.в. на га. В среднем за четыре годы проведения экспериментов урожайность по данному варианту составила 2,12 т/га. Мелкая обработка дискатором на 12-14 см в среднем на 0,32 т/га снижала урожайность подсолнечника, по сравнению с контрольным вариантом. Чизельное рыхление РАНЧО на 0,33-0,35 м увеличила урожайность подсолнечника, по сравнению с отвальными вспашками плугом ПН-5-35 в среднем на 0,24 т/га; с мелкой обработкой – на 0,52т/га.

Заключение

Урожайность подсолнечника в данном регионе неустойчива по годам и в большой степени зависит от складывающихся погодных условий. Лучшие результаты в урожайности достигаются на вариантах способов основной обработки, обеспечивающих лучшее накопление и сохранение влаги в почве. При одновременном внесении под основную обработку почвы азота эффективность данного агроприёма увеличивается на 25%.

Литература

1. Борисенко И.Б., Плескачёв Ю.Н. Универсальные рабочие органы ранчо для чизельной и отвальной обработок почвы / Ж. Агроснабфорум № 7, 2011.

2. Плескачёв Ю.Н., Борисенко И.Б., Иванцова Е.А. Внесение удобрений и основная обработка почвы за один проход агрегата //Ж. Поле деятельности, № 11, 2011.

3. Веденяпина Н.С., Козловцев Ф.Л., Островская Н.Г. Влияние плоскорезной обработки на биологическую активность в подзоне южных чернозёмов Волгоградской области // Сб. науч.тр. – Волгогр. с.-х. ин-т, 1974. – т.65 – С.121-127.

4. Веденяпина Н.С., Мамина Г.А., Араканцев М.В. Влияние мелиоративных вспашек на биологическую активность солончакового солонца. // Сб.

Вопросы интенсификации земледелия Волгоградской области. СХИ. Волгоград. 1975.

УДК 631.58:631.472.75

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОРЕСУРСОВ АГРОЦЕНОЗОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ СКЛОНОВЫХ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Анисимова Т.Ю.

Аннотация

Изучены возможности использования многолетнего люпина как сидерата для повышения плодородия склоновых почв при контурно-полосной организации территории землепользования.

Наиболее распространенным видом деградации почв в мире является водная эрозия. Формирование поверхностного стока начинается при уклонах 0,5-1°. Таких почв на пашнях РФ насчитывается около 32 млн. га или 27%. На эрозионно-опасных склонах более 1° было размещено 45,5% пашни, 34% естественных сенокосов и 49,4% пастбищ. Таким образом, поверхностным стоком, вызывающим эрозию и ускоренную деградацию пашни, было охвачено более 70, а во Владимирской области – более 50% пашни.

Согласно закону минимума, плодородие и эффективность производства определяется не столько средними показателями свойств почв, уровнем агротехники, вносимых удобрений и др., сколько фактором, находящимся в минимуме. Такими факторами на склоне чаще всего являются влага и отдельные биогенные элементы.

При многократном в 90-е годы прошлого столетия сокращении применения органических и минеральных удобрений в сельскохозяйственных предприятиях резко возрасла роль биоресурсов корневых, пожнивных и поукосных остатков (КППО) в воспроизводстве органического вещества и элементов питания в пахотных почвах, а также в сбалансировании их в агротех-

ногенном круговороте. Количество КППО зависит от структуры видового состава культур севооборота, почвенно-климатических и погодных условий, окультуренности почвы, рельефа местности, экспозиции и степени смытости почвы склона, комплекса агротехники в системе земледелия и в конечном итоге от величины биологического и хозяйственного урожая возделываемых культур.

В связи с острым дефицитом навоза и компостов (в настоящее время ими удобряется не более 7,5% площади пашни) и прекращения использования торфа на удобрение приобретает все возрастающее значение мобилизация растительных ресурсов непосредственно на месте их производства. Их использование, особенно при контурно-мелиоративном земледелии, может компенсировать непродуктивные безвозвратные потери гумуса и элементов питания в большой геологический круговорот веществ на пахотных склонах, подверженных водной эрозии. Традиционные удобрения должны применяться в первую очередь на лучших, а не эродированных землях. Особенно это касается применения бесподстилочного навоза на склонах: его можно использовать только при наличии техники для внутрипочвенного внесения, чтобы предотвратить смыв жидкой фракции.

На эродированных склонах окупаемость органических и минеральных удобрений значительно ниже, чем на плакорах и склонах до 1-1,5°. Кроме того, растительные биоресурсы в качестве источника органического вещества и элементов азотного и зольного питания имеют перед традиционными удобрениями некоторые преимущества:

- возможность реализации растительных биоресурсов (многолетних трав, соломы, сидератов и др.) практически неисчерпаемы, так как они ежегодно воспроизводятся и крайне слабо используются в настоящее время;
- растительные биоресурсы при участии бобовых культур позволяют вовлекать в агротехногенный круговорот веществ за счет растения-хозяина, клубеньковых бактерий и эндотрофной микоризы корней биологический азот, а также труднодоступные элементы питания почвенного профиля;

- как показали наши исследования, сидеральную массу выгоднее использовать, прежде всего, на корм, а не на удобрение. Однако наличие в РФ за счет основных земледельческих зон более 0,8 га пашни на душу населения против 0,2 га в мировом сельском хозяйстве создает возможность маневрирования площадью и использования низкопродуктивных земель под сидерацию в парах и иметь на склонах более высокую насыщенность многолетними бобово-злаковыми травосмесями, чем на плакорах;

- свыше 90 % урожая (биомассы сидерата) формируется за счет фотосинтетической деятельности агроценоза при ежегодном его воспроизводстве. При этом имеется широкая возможность увеличения растительной биомассы удобрения по годам и ротациям севооборота;

- обеспечивается возможность системного удобрения удаленных полей и вместе с этим оперативного использования промежуточной культуры сидератов на приусадебных, дачных и фермерских участках, на которых получают более 90% картофеля и 80 % овощей страны;

- растительные остатки и сидераты являются экологически чистыми удобрениями и их использование, при организации эффективной рекламы, позволит получать конкурентноспособную продукцию.

Кормовые культуры являются не только источником производства кормов, но также служат основой биологизации земледелия, сохранения плодородия почвы, особенно склонов, а также экологической устойчивости окружающей среды. При этом потери гумуса при возделывании кормовых культур за счет поступления растительных остатков (стерня, корни, опад растений) компенсируются до 49%, а общий дефицит гумуса снижается до 640 кг/га пашни.

Ландшафтный подход к разработке оптимальной структуры посевных площадей предполагает усиление дифференциации пашни с целью более полного использования биоклиматических ресурсов агроландшафта культурными растениями, с одной стороны, и реализации средовосстанавливающих особенностей культивируемых видов растений, с другой. Разграничение

площади по элементам склона, плодородию почвы и направлению пахоты закрепляется системой (каркасом) защитных лесонасаждений, участие которых возрастает с крутизной склона и степенью смытости почвы, при этом следует учесть, что с увеличением угла склона должен расти удельный вес многолетних травосмесей. Травосеяние в севооборотах необходимо не только на склонах, но и на плакорах, однако значимость трав многократно возрастает именно на склонах, где они могут и должны предотвращать эрозию почвы.

Условия и методика

Во ВНИИОУ на склоне (3-3,5°) юго-западной экспозиции проводили исследования по разработке агрофитомелиоративных приемов повышения плодородия склоновых дерново-подзолистых супесчаных почв на основе использования многолетнего люпина в ландшафтном земледелии. Одновременно в течение четырех лет проводили исследования по изучению влияния элементов агроландшафта на продуктивность агрофитоценозов, плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы, баланс элементов минерального питания и органического вещества в зернотравянопропашном севообороте.

Результаты исследований

По данным проведенных исследований получены следующие результаты:

- установлено, что элементы рельефа, особенности почвенного покрова и другие природные факторы влияют на продуктивность культур севооборота сильнее, чем антропогенные мероприятия в системе земледелия – агротехнические, мелиоративные и агрохимические. Различия по урожайности зерновых культур по элементам рельефа в неблагоприятные по увлажнению годы достигали шестикратной величины, в некоторых частях склона продуктивность почв снижалась в 1,6-1,8 раза по сравнению с водоразделом и пологой верхней частью склона;

- для упорядочения направлений пахоты и дифференцированного использования плодородия почв элементов склонов необходимо создание системы (каркаса) мелиоративных лесонасаждений в качестве важного звена борьбы с эрозией почвы и засухой;

- выявлена высокая агроэкологическая эффективность контурно-полосного размещения посевов в сочетании с применением сидерата – многолетнего люпина на удобрение. При этом установлено положительное влияние этого комплекса на продуктивность культур, показатели почвенного плодородия, агрофизические свойства почвы, запасы продуктивной влаги в период вегетации растений:

- запасы продуктивной влаги в почве с мая по сентябрь были минимальными при контрольной продольной пахоте. Лучшее обеспечение влагой посевов, расположенных на водоразделе и верхней части изучаемого склона можно объяснить отсутствием стока, а также близким залеганием водоупорного горизонта;

- урожайность зеленой массы кукурузы по сравнению с контролем в посевах поперек склона достоверно возрастала на 10,4-11,6%. Прибавка урожая ячменя при контурно-полосной организации территории склона достигала 6,1-8,5 ц/га или 15.5-18,1% к контролю;

- в засушливые годы многолетний люпин сильно изреживался, засорялся и выпадал. Поэтому его следует сочетать с другими более устойчивыми к засухе культурами и, прежде всего, с многолетними злаковыми травами.

Если поле севооборота состоит из нескольких различающихся по почвенно-климатическим условиям агроландшафтных участков, то для каждого необходимо подобрать травосмесь с учетом ее особенностей (типа почвы, механического состава, режима увлажнения, крутизны и экспозиции склона и других показателей плодородия). Аналогичный подход к подбору травосмесей для залужения выводных участков, например, ложбин. Это позволит повысить продуктивность многолетних трав до 30% и перераспределить традиционные удобрения в пользу более продуктивных земель (плакоров, легких склонов и окультуренных почв), существенно повысить окупаемость удобрений и урожайность культур в агроландшафтах.

Заключение

Нарушение баланса биогенных элементов в земледелии ведет не только к уменьшению производства продукции и ухудшению ее качества, но и к снижению устойчивости агроландшафтов. В этой связи компенсация дефицита питательных веществ с помощью применения органических и минеральных удобрений, максимального использования биоресурсов агроценозов должна рассматриваться как экологически обусловленная задача, а объектом регулирования биологического круговорота веществ уже становится не отдельный агрофитоценоз, а агроландшафт в целом с учетом горизонтальных и вертикальных геохимических потоков.

УДК 633.2.031

ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЁНОЙ МАССЫ ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ В ПРЕДУРАЛЬЕ

Печёнкина Ю.Ю., Волошин В.А.

Аннотация

Дальнейшее развитие кормопроизводства на пашне должно идти по пути его интенсификации за счёт использования уже имеющихся высокопродуктивных сортов и гибридов кормовых культур, а также за счёт интродукции новых видов и сортов кормовых растений, наиболее полно использующих природно-климатические условия региона. Одним из растений укрепляющих кормовую базу в Предуралье может стать левзея сафлоровидная.

Производство продуктов животноводства напрямую зависит от состояния кормовой базы. В настоящее время кормовая база в России по всем параметрам не соответствует требованиям интенсивного развития животноводства. Вследствие негативных тенденций в экономике страны продолжается сокращение посевных площадей и снижение продуктивности природных

кормовых угодий и пахотных земель (Шпаков А.С., 2001; Газизов Ф.Х. 1992). Если в 1990 году посевные площади под кормовыми культурами в сельхозпредприятиях составляли 43 млн га, то в 2005 году – уже 24,7 млн га (Лобачёва Т.И., 2005). По Северо-восточному региону европейской части РФ за этот же период площади под кормовыми культурами сократились на 23% – с 4563,2 тыс га до 3504,3 тыс га (Кокурин Т.П., 2001; 2008). В Пермском крае снижение ещё большее – на 43.

Левзея сафлоровидная характеризуется долголетием, хорошей отавностью, скороспелостью, устойчивостью к поздним весенним и ранним осенним заморозкам, высокой урожайностью.

В зелёной массе левзеи сафлоровидной содержатся все основные макро- и микроэлементы, необходимые для организма животных. Много в растении содержится и витаминов. Высокое содержание сахаров позволяет силосовать её как в чистом виде, так и в смеси с другими кормовыми культурами.

Это растение привлекает внимание своими лечебными свойствами. Во всех частях растения содержатся гормональные вещества, которые положительно действуют на животных, особенно на их воспроизводительную способность. Поэтому эффективность этой культуры в Предуралье может быть не столько в самом раннем получении зелёной массы, сколько в её иммуномодулирующих свойствах.

В связи с тем, что ранее в Пермском крае левзея сафлоровидная не возделывалась, и научных исследований по этой культуре не велось, перед нами была поставлена цель – разработать технологию возделывания левзеи сафлоровидной на зелёную массу в Предуралье. Одна из задач предусматривает установление оптимальной нормы высева левзеи сафлоровидной на зелёную массу.

Условия и методика

Исследования выполнены на опытном поле ГНУ Пермский НИИ сельского хозяйства. Почва опытного участка дерново-мелкоподзолистая тяжело-

суглинистая со следующей агрохимической характеристикой: гумус – 2,40 %; pH_{KCl} – 4,78; содержание подвижного фосфора 355 мг/кг почвы. Такие почвы являются типичными для Пермского края.

Схема опыта включает четыре варианта с нормами высева 0,2; 0,3; 0,4 и 0,5 млн./га всхожих семян. Повторность в опыте четырёхкратная. Общая площадь делянки – 44,4 $м^2$, учётная – 30 $м^2$.

Посев проводился сеялкой СН-16 широкорядным способом (70 см). Минеральные удобрения вносили перед посевом под предпосевную культивацию из расчёта по 60 кг д.в. на гектар азота, фосфора и калия. Весной проведена подкормка минеральными удобрениями: после первого укоса внесли азотные удобрения в дозе 60 кг д.в. на гектар в виде карбамида (46% д.в.), после второго укоса – такое же количество простого суперфосфата (26% д.в.) и калийной соли (40% д.в.).

Наблюдения за изменением запасов продуктивной влаги (ЗПВ) показали, что посев был проведён в почву с неудовлетворительным ЗПВ, но, несмотря на это, всходы левзеи сафлоровидной начали появляться 7 июня, то есть на 11-й день после посева. Фаза полных всходов наступила через месяц после посева.

Полевая всхожесть семян по вариантам опыта колебалась от 33,3% до 45% (табл. 1).

Таблица 1. Густота всходов, полевая всхожесть и перезимовка левзеи сафлоровидной

Вариант	Густота всходов, шт./$м^2$	Полевая всхожесть, %	Перезимовка, %
0,2 млн всх. семян/га	9	45,0	87,5
0,3 млн всх. семян/га	11	33,3	95,0
0,4 млн всх. семян/га	16	40,1	90,9
0,5 млн всх. семян/га	20	40,0	90,6
Среднее	**14**	**39,6**	**91,0**

В первый год жизни растения левзеи хорошо перезимовали – сохранность растений составила 87,5-95,0%. Сравнивая изучаемые нормы высева

видно, что самый высокий процент сохранившихся растений был при норме высева 0,3 млн всх. семян/га – 95,0%.

Начало отрастания левзеи сафлоровидной весной было отмечено 3 мая, фаза начала бутонизации – 11 мая, полная бутонизация – 2 июня, начало цветения – 10 июня, полное цветение – 14 июня. К 7 июля у растений левзеи стали образовываться семена. Начало отрастания весной и дальнейшее прохождение фенофаз не зависело от изучаемых норм высева.

Левзея сафлоровидная в первый год пользования сформировала два укоса: 1-ый укос был проведён до цветения – 8 июня, 2-ой – через 51 день после первого укоса (4 августа).

Высота растений левзеи к первому укосу не сильно отличалась по всем вариантам опыта, она была на уровне 63-66 см. К моменту второго укоса растения были несколько ниже, чем при первом укосе – 46-54 см.

Наибольшая урожайность зелёной и сухой массы при проведении первого укоса сформировалась в варианте с нормой высева 0,4 млн. всх. семян/га (11,3 и 2,0 т/га соответственно); наименьшая – в варианте с нормой высева 0,2 млн. всх. семян/га – 6,1 и 0,96 т/га соответственно. Во втором укосе урожайность зелёной массы получена в 1,7-2,6 раза выше, чем в первом, и варьировала в пределах 13,0-20,0 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность и качество левзеи сафлоровидной в зависимости от норм высева

Вариант		Высота растений, см	Урожайность, т/га		Содержание в 1 кг а.с.в.			
			зелёной массы	сухой массы	сырой клетчатки, %	сырого протеина,%	ОЭ, МДж	корм. ед.
0,2 млн всх.семян/га	I укос	66	6,1	0,96	14,46	18,49	12,40	1,25
	II укос	46	13,0	2,75	12,85	14,47	12,69	1,31
	в сумме за два укоса		**19,1**	**3,71**				
0,3 млн всх.семян/га, кон-	I укос	63	7,6	1,32	14,24	18,14	12,43	1,25
	II укос	52	20,0	3,92	13,88	13,84	12,50	1,27

троль	**в сумме за два укоса**		**27,6**	**5,24**				
0,4 млн всх.семян/ га	I укос	65	11,3	2,00	14,02	17,52	12,48	1,26
	II укос	54	17,5	3,22	13,78	14,54	12,52	1,27
	в сумме за два укоса		**28,8**	**5,22**				
0,5 млн всх.семян/ га	I укос	66	8,2	1,36	13,28	18,68	12,61	1,29
	II укос	50	16,0	3,00	13,34	13,82	12,60	1,29
	в сумме за два укоса		**24,2**	**4,36**				
$НСР_{05}$	в сумме за два укоса		6,802	1,281				

Максимальная урожайность зелёной массы левзеи в сумме за два укоса была получена в варианте с нормой высева 0,4 млн. всх. семян/га и составила 28,8 т/га. По урожайности сухой массы выделились варианты с нормами высева 0,3 и 0,4 млн./га всхожих семян, по которым было собрано 5,24 и 5,22 т/га соответственно. При норме высева 0,2 млн./га всхожих семян суммарный сбор зелёной и сухой массы был существенно ниже. При 0,5 млн./га всхожих семян разница по урожайности зелёной и сухой массы находилась в пределах ошибки опыта.

Качество зелёной массы левзеи сафлоровидной при изучении норм высева было высоким во всех вариантах опыта – в первом укосе в сухом веществе содержалось 17,52-18,68% сырого протеина, 12,40-12,61 МДж/кг обменной энергии, во втором укосе 13,82-14,54% и 12,50-12,69 МДж/кг соответственно.

Заключение

По результатам исследований выявлено, что левзея сафлоровидная может с успехом возделываться в условиях Пермского края. Наибольшую урожайность зелёной массы левзеи сафлоровидной в первый год пользования обеспечила норма высева 0,4 млн всх. семян/га.

Литература

1. Шпаков А.С. Основные направления увеличения производства кормового белка в России // Кормопроизводство. – 2001. - № 3. – С. 6.

2. Лобачева Т.И. Экономические аспекты развития кормопроизводства России // Кормопроизводство. – 2005. - № 5. – С. 2.

3. Кокурин Т.П. Основные итоги экономического развития агропромышленного производства Северо-Восточного региона Европейской части России по состоянию на 1 января 2001 г. – Киров, 2001. – 40 с.

4. Кокурин Т.П. Основные итоги экономического развития агропромышленного производства Северо-Восточного региона России за 2001-2005 гг. – Киров, 2008. – 59 с.

5. Газизов Ф.Х. Инновация в кормопроизводстве. – Пермь, 1992.

УДК 631. 816.12

КОРМОВЫЕ КАЧЕСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ КЛЕВЕРА КРАСНОГО В ЛАТВИЙСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Ранцане С., Ермуша Г., Янсоне Б., Янсонс А.

Аннотация

В проведённых исследованиях оценивались: зимостойкость, урожайность зеленой массы и сухого вещества, определено кормовое качество травостоя каждого сорта, проводились разные фенологические наблюдения. Собранные в течении 2 лет результаты показали, что в группе раннеспелых сортов более урожайными были тетраплоидные сорта: ‘Skriveru tetra’ (Латвия) и ’Vicky’ (Швеция), у которых за два года пользования в среднем урожайность сухого вещества соответственно была 11.0 и 11.5 т/га.

Селекционеры кормовых культур непрерывно работают над выведением новых – высокоурожайных, качественных, зимостойких, долголетних сортов клевера красного, выращивание которых, обеспечивает получение кормов богатых по содержанию протеина и улучшение плодородия почвы. В

2009 году в Научном Институте земледелия Латвийского сельскохозяйственного университета был заложен опыт с целью сравнить и оценить выведенные в Балтии и Швеции перспективные сорта клевера красного, по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, в климатических условиях Латвии.

Для получения высокого урожая с хорошим кормовым качеством, очень важно к условиям почвы создавать подходящие травосмеси, в которые необходимо включать зимостойкие и урожайные сорта многолетних бобовых трав. Клевер красный является одним из самых широко выращиваемых кормовых бобовых. Благодаря этой культуре с минимальными затратами можно существенно повысить качество и урожайность травостоев. С помощью мощной корневой системы клевер снабжает необходимыми элементами питания сам себя и рядом растущие растения.

Клевер красный был внедрён 1000 лет назад в Андалузии и Испании и оттуда выращивание распространилось в другие страны (Kjaergaard, 1994). До начала производства синтетического азота в 1909 году, источник азота для сельскохозяйственных культур был симбиотически фиксированный - N бобовыми (Taylor, 2008). В наши дни – клевер красный выращивают на необъятной территории России и в большей части Европы, из семейства бобовых клевер является главным компонентом в кормовых посевах (Янсоне, 2011). Многолетние бобовые травы богаты незаменимыми аминокислотами и белками, причем, эти питательные вещества обладают высокой усвояемостью организмом животных, способствуют повышению молочной продуктивности коров и не могут в рационах заменяться только злаками (Тропман, 1985; Сергеев, 2004). Клевер красный богат витаминами и содержит каротин, при раннем укосе сено содержит необходимые для скота витамины D и C (Янсоне, 2011).

Только с помощью химической промышленности и высоким производством минеральных удобрений, невозможно решить азотный вопрос (Батуев, 2007; Яцкова, 2010; Арькова, 2008). В современных кризисных условиях в

сельском хозяйстве большое значение имеет способность бобовых к азотофиксации, а значит и к образованию белков за счет азота атмосферы (Современные …, 2007). Клевер красный является одним из источников дешевого, экологически чистого азота и высококачественных кормов (Адамович и др., 1997).

Целью исследований было оценить новые сорта клевера красного, выведенные в Балтии и Швеции, сравнить зимостойкость, урожайность и кормовые качества этих сортов в Латвийских климатических условиях. Выбор подходящих сортов способствует образованию многолетнего и урожайного травостоя, что значительно уменьшает затраты в кормовом производстве.

Условия и методика

Полевые опыты проводились в Научном Институте земледелия в течение 2009-2011 гг. на дерново-подзолистой почве, гранулометрический состав суглинок, pH $_{KCl}$ – 5.9-6.2, гумуса 1.8% , подвижного P_2O_5 – 132.0 мг/кг , K_2O – 86.0 мг/кг в почве.

В опыт были включены 14 сортов клевера красного. Посев проводили вручную, рядовым способом, с шириной междурядий 15 см. Опыт заложен в четырехкратной повторности, размещение делянок рендомизированное. Сравнивались 4 шведских, 2 эстонских, 3 литовских и 7 латвийских сортов разной скороспелости и плоидности. За стандарт были приняты два латвийских сорта: в группе раннеспелых сортов среднепоздний диплоидный ‘Jancis’ и в группе поздних сортов тетраплоидный сорт ‘Divaja’.

Были проведены разные фенологические наблюдения сортов: длина растений, фаза развития, оценка травостоя, зимостойкость, полегаемость и т.д. Также проводился учёт урожайности зелёной массы и сухого вещества.

Проводились агрохимические анализы, используя методы: обший протеин - LVS EN ISO 5983-2: 2009, ADF - LVS EN ISO 13906: 2008, NDF - LVS EN ISO 16472: 2006. Математическая обработка данных проводилась программой Microsoft Excel используя субпрограмму (Berziņš 2002).

Результаты исследований

Наши наблюдения показивают, что с 2009 по 2010 год условия зимы были благоприятными и все сорта перезимовали хорошо, весной клевер красный интенсивно отрастал и развивался. В 2010 году по оценке травостоя выделились сорта ‘Dizstende’ и ‘Sw Torun’ (табл.1).

В I декаде июня 1-го года пользования раннеспелые сорта клевера вступили в фазу бутонизации - начала цветения, и в это время производился первый укос травы. Наивысший удельный вес клевера в травостое был у сортов: ‘Sw Ares’, ‘Vicky’ ,’Dizstende’. Благодаря погодным условиям, ранние сорта быстро отрасли, второй укос производился через 47 дней. Все сорта были довольно устойчивы к полеганию, кроме литовского сорта ‘Sadunai’ (табл.1).

В 1-ый год пользования наибольший урожай зеленой массы был получен в сумме за три укоса у сортов: ‘Vicky’(85.3 т/га), ‘Skriveru tetra’ (78.5 т/га) и ‘Sadunai’ (77.4 т/га). В группе поздних сортов урожайнее всего был сорт ‘Divaja’ и ‘Sw Torun’, соответственно 79.4 и 67.3 т/га. Наибольший урожай сухого вещества - выше 13 т/га, за три укоса был получен у раннеспелых сортов: ‘Vyciai’ , ‘Skriveru tetra’, ‘Sadunai’ и ‘Vicky’. В группе поздних сортов наивысший урожай сухого вещества 12.2 т/га за два укоса дал стандартный сорт ‘Divaja’.

Таблица 1. Оценка сортов в баллах (1.0 – 9.0) в 1-ый год пользования

Сорт	Страна	Оценка травостоя	Клевер красный в травостое, %	Полегаемость	Зимостойкость весной 2-го года польз.
Раннеспелые сорта клевера красного					
Jancis (2n)	**Латвия**	**8,5**	**81,7**	**1,0**	**7,0**
Marita (2n)	Латвия	8,2	85,0	1,7	6,3
Vyciai (2n)	Литва	8,0	78,3	1,0	5,3
Sw Ares (2n)	Швеция	8,8	88,3	1,0	6,0
Skriveru tetra (4n)	Латвия	8,3	81,7	1,0	6,3
Sadunai (4n)	Литва	8,0	81,7	4,0	4,0
Vicky (4n)	Швеция	8,7	88,3	1,7	8,2
Varte (4n)	Эстония	8,8	83,3	2,3	8,2
Dizstende (2n)	Латвия	9,2	88,3	1,0	5,7
Stendes agrais (2n)	Латвия	8,8	86,7	1,0	5,5

HCP 0,05		0,7	11,0	1,6	1,9
Позднеспелые сорта клевера красного					
Divaja (4n)	**Латвия**	**8,5**	**85,0**	**2,3**	**7,0**
Sandis (2n)	Латвия	8,2	81,7	1,0	5,8
Ingve (2n)	Швеция	8,2	78,3	1,0	7,5
Arimaiciai (2n)	Литва	8,3	81,7	1,0	6,2
Ilte (4n)	Эстония	8,0	76,7	1,0	7,8
Sw Torun (4n)	Швеция	9,0	81,7	1,0	7,7
HCP 0,05		0,5	6,4	0,9	1,3

Весной второго года пользования, высокой зимостойкостью выделились тетраплоидные сорта: ‘Vicky’, ‘Ilte’ и ‘Varte’ (7.8 - 8.0 балла). Надо отметить, что среднепоздний литвский сорт ‘Sadunai’ в первый год пользования перезимовал хорошо, но весной на второй год пользования большое количество растений выпало из травостоя и урожайность существенно уменьшилась (табл.2).

Во второй год пользования из-за условий дефицита влаги в вегетационный период, только раннеспелым сортам производились три укоса. Урожайность сухого вещества раннеспелых сортов была низкой- колебалась от 5,4 т/га у ‘Sadunai’ до 9,8 т/га у ‘Vicky’ . Поздние сорта клевера имели более стабильный урожай (9,3– 2,3 т/га сухого вещества), за исключением сорта ‘Ingve’, который дал только 6,2 т/га (табл.2).

Таблица 2. Урожай сухого вещества сортов клевера красного, т/га

Сорт	Общий урожай 1-ый год пользования	Общий урожай 2-ой год пользования	Средняя урожайность за 2 года	
			т/га	%
Jancis	**11,4**	**6,9**	**9,2**	**100**
Marita	11,8	6,4	9,1	99
Vyciai	14,6	5,8	10,2	110
Sw Ares	12,1	5,9	9,0	98
Skriveru tetra	13,9	8,1	11,0	120
Sadunai	13,7	5,4	9,6	104
Vicky	13,2	9,8	11,5	125
Varte	11,9	7,1	9,5	103
Dizstende	12,6	8,1	10,4	113
Stendes agrais	12,4	5,7	9,1	99
HCP 0,05	2,1	1,8	1,8	
Divaja	**12,2**	**10,8**	**11,5**	**100**
Sandis	11,2	9,3	10,2	87
Ingve	9,3	6,2	7,8	68

Arimaiciai	11,3	9,9	10,6	92
Ilte	11,3	11,9	11,6	101
Sw Torun	10,2	12,3	11,2	97
HCP $_{0,05}$	2,3	1,7	1,6	

В среднем за 2 года пользования наивысший урожай сухого вещества в группе раннеспелых сортов был получен у: ‘Vicky’, ‘Skriveru tetra’ и ‘Dizstende’ (10- 25 % выше стандарта), а у позднеспелых наиболее продуктивным были сорта ’Ilte’ и ‘Divaja’- средняя урожайность 11.5-11.6 т/га.

Агрохимические анализы показали, что у сортов клевера красного содержание общего протеина в сухой массе было довольно высоким и колебалось от 16.9 % (Vyciai) до 21.1 % (Marita) (табл.3).

Количество клетчатки промытой в кислоте (ADF), которая имеет отрицательную корреляцию с переваримостью принятого корма, колебалось от 23.5 – 31.8 %, причём наблюдалась тенденция, что у позднеспелых сортов этот показатель был выше.

Таблица 3. Химический состав сухого вещества сортов клевера красного на 2-ой год пользования

Сорт	Содержание в сухом веществе, %			NEL, МДж/кг
	Общего протеина	ADF	NDF	
Jancis	**18,46**	**23,53**	**32,86**	**6,73**
Marita	21,08	26,88	36,43	6,46
Vyciai	16,92	27,67	36,58	6,40
Sw Ares	18,32	23,53	34,20	6,73
Skriveru tetra	17,00	27,73	36,44	6,40
Sadunai	19,50	25,30	34,18	6,59
Vicky	19,11	26,26	33,01	6,51
Varte	20,54	24,59	33,70	6,65
Dižstende	17,18	29,00	37,57	6,30
Stendes agrais	17,63	25,66	35,48	6,56
Divaja	**19,42**	**28,45**	**34,79**	**6,34**
Sandis	18,81	27,50	37,13	6,41
Ingve	20,61	23,26	30,99	6,75
Arimaiciai	18,62	31,81	36,11	6,07
Ilte	20,34	25,95	32,43	6,54
Sw Torun	18,72	27,01	36,15	6,45

NDF –нейтрально промытая клетчатка, которая может быть оценена как количество общей клетчатки, характеризующей способность животного

потреблять этот корм. NDF негативно коррелирует с потреблением сухого вещества. У сортов клевера NDF был от 31.0 до 37.6 МДж/кг. В этом отношении положительно выделились сорта: ‘Ingve’, ‘Jancis’, ‘Ilte’. Количество чистой энергии лактации (NEL) у всех сортов было достаточно высоким – от 6.1 до 6.7 МДж/кг.

Можно сделать выводы, что сорта клевера красного обеспечивают качественные корма, у которых высокое содержание общего протеина и NEL, и сравнительно низкое количество клетчатки. В целом по качеству корма выделились сорта: ‘Ingve’, ‘Jancis’, ‘Sw Ares’ (табл.3) .

Выводы

1. Хорошей зимостойкостью выделились сорта: ‘Vicky’, ‘ Varte’, ‘Ilte’ и ‘Sw Torun’.

2. Наивысший урожай сухого вещества в 1-ый год пользования дали раннеспелые сорта: ‘Vyciai’ (14.6 т/га) , ‘Skriveru tetra’ (13.9 т/га), ‘Sadunai’ (13.7 т/га).

3. Во 2-ой год пользования в период вегетации в условиях длительной засухи наибольший урожай (больше чем 10 т/га) достигли позднеспелые сорта: ‘Divaja’, ‘Sw Torun’, ‘Ilte’.

4. В течение 2 лет стабильной урожайностью сухого вещества более 11 т/га выделились сорта: ‘Skriveru tetra’, ‘Vicky’, ‘Divaja’, ‘Ilte’ и ‘Sw Torun’

5. Агрохимические анализы сухого вещества подтвердили, самые лучшие кормовые качества имеют сорта: ‘Ingve’, ‘Jancis’, ‘Sw Ares’.

Литература

1. Jansone B., Rancāne S. В чём сила клевера красного? (на латышском)// Агротоп – Nr.4 (2011) – С.36-39 .

2. Kjaergaard T.(1994) The Danish revolution, 1500 – 1800: an ecological interpretion. Cambridge, Cambridge University Press, 314 pp.

3. Taylor N.L.(2008) A century of clover breeding developments in the United States. Crop Science 48. –С.1 – 13.

4. Адамович А., Спарниня М., Лукша С., Берзиньш П., Янсоне Б. (1997) Продуктивность двухкомпонентных травостоев клевера красного с новыми сортами многолетних трав. **С**: Problems of field crop husbandry and

soil management in baltic states. Каунас: Lithuanian Agricultural University – С.104-109 с.

5. Арькова Ж. А. Влияние агротехнических приемов на семенную продуктивность клевера сходного (Tr. ambiguum Bieb.) в условиях лесостепи ЦЧР: /дисс. канд. с/х наук: (06.01.09.). Мичуринск – Наукоград. – 2008. –169 с.

6. Батуев С. А. Урожайность и кормовая продуктивность культур в звене "клевер - зерновые" при укосном и сидеральном использовании клевера: / дисс. канд. с.-х. наук: (06.01.09.). –Пермь. – 2007. –196 с.

7. Сергеев С. Н. Сравнительная продуктивность зернобобовых культур на супесчаных почвах Северо-Западного региона РФ при использовании на зерно и кормовую массу: / дисс. канд. с.-х. наук: (06.01.12.). – Великие Луки. – 2004. –126 с.

8. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. Национальная академия наук Беларуси: Сб. науч. мат. 2-е издание, дополненное и переработанное. Минск: ИВЦ Минфина. – 431 с.

9. Тропман В.В. Продуктивность и устойчивость клевера красного на повышенных фонах питания: /дисс. канд. с.-х. наук: (06.01.09.). М.: – 1985. – 274 с.

10. Яцкова В. Г. Продуктивность долголетних бобово-злаковых травостоев при двух - и трехукосном использовании и их улучшение подсевом в дернину клевера лугового и люцерны изменчивой в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ: /дисс.я канд. с/х наук: (06.01.06.). – М. – 201. –204 с.

УДК: 633.2.038:581.1.032.3

ПАРАМЕТРЫ УВЛАЖНЕНИЯ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРОГНОЗА ПРОДУКТИВНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ

Авдеев С.М., Лазарев Н.Н., Россинская Т.М.

Аннотация

При долголетнем использовании люцерно-злаковых и люцерновых травостоев за 14-летний период при внесении калийных отмечалось снижение pH_{kcl} на 0,89-0,97 ед. и подвижного фосфора с 460 до 209-235 мг/кг и увеличение обменного калия с 80 до 120-158 мг/кг почвы. Применение прогнозирования продуктивности агрофитоценозов с участием многолетних трав основанного на учете условий увлажнения в начальный период вегетации,

обеспечивает высокую достоверность (до n=0,86) и является важным элементом хозяйствования.

При создании сеяных лугов могут высеваться травосмеси или одновидовые посевы трав. Многие исследователи считают, что травосмеси имеют ряд преимуществ перед одновидовыми посевами трав по урожайности и продуктивному долголетию [1], устойчивости к внедрению сорных трав, способности защищать почву от эрозии [2, 3], обеспечивать более равномерное сезонное распределение урожая [4, 5]. Монокультура более чувствительна, чем травосмеси к неблагоприятным стрессовым условиям [6, 7], но за ней легче осуществлять текущий уход [8], и она нередко обеспечивает получение кормов, лучше обеспеченных протеином [9].

В тоже время в травосмесях бобовые травы могут подавляться злаками, поскольку их мочковатые корни лучше усваивают одновалентные катионы из почвы, что дает им преимущество в конкуренции с бобовыми компонентами травосмесей [10].

Наиболее долголетним и устойчивым компонентом укосных травосмесей является люцерна, а наименее устойчивым – клевер луговой [11]. Однако при краткосрочном использовании травостоев в странах Северной Европы клевер луговой может превосходить по продуктивности другие бобовые и злаковые травы [12].

В тоже время, метеорологические условия формирования продуктивности обусловлены определенным сочетанием метеорологических факторов, которые подразделяются на основные и второстепенные.

Основные факторы – оказывают непосредственное влияние на растение, а второстепенные – усиливают или ослабляют действие основных. Наиболее важными основными факторами является температура вегетационного периода и осадки. Оба этих фактора оказывают важнейшее влияние на формирование урожая многолетних трав.

В нашей стране практически не проводилось исследований по выращиванию бобовых трав без перезалужения в течение 15 лет, поэтому целью нашего полевого эксперимента явилось изучение продуктивного долголетия люцерны изменчивой. Определение действия длительного выращивания многолетних бобовых трав на агрохимические показатели почвы, а также возможность прогнозирования продуктивности трав на основе анализа условий их увлажнения в начальные периоды вегетации.

Условия и методика исследований

На Полевой опытной станции РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева в 1996-2010 гг. проведены полевые исследования по изучению продуктивного долголетия люцерны изменчивой Пастбищная 88 в сравнении с сортом люцерны Вега 87, клевером луговым и клевером ползучим. Бобовые травы высеяли в 1996 г. в одновидовых посевах и в смесях со злаками – кострецом безостым и тимофеевкой луговой. Люцерна изменчивая сорта Пастбищная 88 в одновидовом посеве весь период исследований выращивалась без перезалужения. Клевер луговой и клевер ползучий дважды перезалужали, причем вместо клевера лугового сорта ВИК 7 высеяли сорт Марс, а вместо клевера ползучего сорта ВИК 70 – сорт Нанук. Травостой сорта Вега 87 в 2006 г. был заменен кислотоустойчивым сортом люцерны Селена, причем для уменьшения отрицательного влияния повторного выращивания бобовых трав на делянках, где росла люцерна, посеяли клевер луговой и, наоборот, по пласту клевера посеяли люцерну.

При закладке опыта почва имела очень высокую обеспеченность подвижным фосфором и среднюю обменным калием, кислотность – близкую к нейтральной ($pH_{сол}$6,3). Ежегодно применяли калийные удобрения в дозе 180 кг/га калия. Травы скашивали два и три раза за сезон.

Результаты исследований

Температурный режим в течении всего периода проведения исследований обеспечивал необходимые суммы активных температур, в то время как осадки являются более вариабельным показателем, который способен зна-

чительно меняться по годам. Именно такая картина наблюдалась в течении 15 лет проведения исследования по данным Метеорологической обсерватории имени В.А.Михельсона (табл. 1)

На урожайность трав текущего года оказывают влияние осадки предшествующего осеннее-зимнего периода и весеннее-летнего периода. В связи с этим, мы провели исследование влияния этих типов осадков на урожайность многолетних бобово-злаковых травосмесей.

По данным Н.В. Гулиновой (1988) оптимальные условия для формирования высокого зеленой массы трав складываются при сумме осадков за два месяца вегетации 110-125 мм. При сумме осадков более 130 мм и менее 70 мм складываются неблагоприятные условия и наблюдается уменьшение урожайности многолетних бобовых трав.

Таблица 1. Сумма осадков за 1996-2010 гг., мм

(по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона)

Год	Месяцы												Сумма
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1996	19	31	17	17	48	90	79	25	124	29	54	28	555
1997	49	30	47	22	38	108	9	55	60	153	60	40	671
1998	43	38	61	60	92	61	134	145	50	71	55	44	854
1999	67	54	34	28	33	7	67	96	61	35	41	52	**575**
2000	40	56	42	28	22	138	148	90	48	30	45	87	774
2001	38	87	45	26	122	64	64	43	40	71	65	51	716
2002	44	47	29	16	20	52	31	24	72	133	38	36	**542**
2003	42	12	23	45	42	67	91	159	94	51	50	36	712
2004	79	49	28	36	54	116	138	72	88	76	61	56	853
2005	79	39	35	48	96	82	110	31	14	40	30	73	677
2006	25	35	43	44	64	66	23	140	52	52	54	33	631
2007	63	43	35	19	31	24	64	66	58	103	66	14	586
2008	27	56	52	47	62	67	136	124	66	54	48	53	792
2009	39	49	34	24	58	55	88	88	41	133	72	52	733
2010	17	60	23	27	56	54	8	57	61	42	77	81	**563**

Корреляционный анализ показывает, что взаимосвязь между осенне-зимними и весенними осадками (с сентября по апрель) и урожайностью слабая (n = 0,21-0,51 у двуукосных и 0,33-0,54 у трехукосных).

Корреляционный анализ показывает, что взаимосвязь между осенне-зимними и весенними осадками (с сентября по апрель) и урожайностью слабая (n = 0,21-0,51 у двуукосных и 0,33-0,54 у трехукосных). Более тесная связь между урожайностью трехукосных травосмесей и осадками осенне-зимне-весеннего период обуславливается, по-видимому, тем, что именно за счет этих осадков формируется первый укос данных вариантов, который, как правило, является максимальным из трех укосов и производится в самом начале июня. В тоже время при двухкратном режиме скашивания первый укос проводят в середине – конце июня, таким образом, на его величину будут оказывать влияния осадки начала вегетации.

Связь между величиной урожайности осадками вегетационного периода (май – август) более тесная. Значение коэффициента n составляет 0,45-0,73 для обоих видов использования, что показывает большую значимость данного фактора в получении стабильно высоких урожаев при любом способе использования травостоя.

Однако, здесь можно выделить следующую закономерность – максимально тесная связь здесь прослеживается у злаковых вариантов, как с использованием азота, так и без него. Данный факт объясняется мочковатой корневой системой злаков, которая уступает корневой системе бобовых по глубине проникновения в почвенный профиль. В тоже время стержневая корневая система бобовых способна усваивать грунтовые воды и поддерживать тем самым более высокий уровень урожайности по сравнению со злаковыми травосмесями.

Данные закономерности интересны с точки зрения анализа полученной продуктивности, однако в современной агрометеорологии очень актуальна возможность прогнозирования урожайности культур. Для этих целей была

исследована зависимость величины урожайности трав от показателя увлажнения $К_V$ и $К_{VI}$, которые являются интегральными показателями и способны дать интересную информацию (формула 1, 2, табл. 2).

В данный показатель включены параметры осенне-зимнего и весеннего увлажнения, а также значение дефицита влажности на весенние месяцы. Значение дефицита дает возможность учесть в прогнозе неблагоприятные условия, которые могут создаваться в весенний период и сказываться на интенсивности весеннего отрастания многолетних трав.

$$К_V = \frac{0{,}5r_{(XI\text{-}III)} + r_{(IV\text{-}V)}}{0.5\ \Sigma\ d_{(IV\text{-}V)}} \quad (1) \qquad К_{VI} = \frac{0{,}5r_{(XI\text{-}III)} + r_{(IV\text{-}VI)}}{0.5\ \Sigma\ d_{(IV\text{-}VI)}} \quad (2)$$

где, r – количество осадков за месяцы, указанные римскими цифрами
d – дефицит увлажнения за месяцы, указанные римскими цифрами

Таблица 2. Показатель увлажнения $К_V$ и $К_{VI}$

Год	$К_V$	$К_{VI}$
1997	1,5	1,1
1998	2,5	1,5
1999	1,5	0,7
2000	1,3	1,5
2001	2,5	2,0
2002	0,9	0,7
2003	1,2	1,3
2004	2,0	1,9
2005	2,2	1,9
2006	1,6	1,2
2007	1,0	0,7
2008	1,7	1,4
2009	1,5	1,2
2010	1,5	1,1

Корреляционный анализ показывает, что взаимосвязь между значением показателя увлажнения и урожайностью превышает по тесноте связь между урожайностью количеством осадков за осенне-зимне-весенний период.

Так коэффициент $К_V$ коррелирует с урожайностью со значением n = 0,4-0,68 для двуукосных вариантов и n = 0,44-0,86 – для трехукосных. По-

добные результаты обусловлены именно особенностью формирования первого – самого высоко продуктивного укоса. Именно показатели увлажнения начала вегетационного периода влияют в первую очередь на первый укос трехукосных вариантов, что подтверждает более высокий коэффициент корреляции, а двуукосный способен в экстремальных условиях начала отрастания компенсировать недостаток влаги за счет июньских осадков. Коэффициент $К_{VI}$ уже теснее коррелирует с урожайностью двуукосных вариантов, чем коэффициент $К_V$, поскольку в нем фигурируют условия увлажнения и июня. Так коэффициент корреляции для данного типа использования составляет 0,49-0,78 (против 0,4-0,68 для коэффициент $К_V$). Теснота связи между данным коэффициентом и трехукосным использованием характеризовалась повышением нижней границы (0,6-0,86), поскольку июньские осадки влияют на формирование второго укоса данных травосмесей.

Следует отметить, что максимальная теснота связи между показателями увлажнения и продуктивностью травосмесей отмечалась по прежнему на злаковом травостое и варианте с клевером ползучим, что объясняется их неглубоко залегающей корневой системой, в то время как теснота данного показателя и урожайности люцерны была менее тесной, благодаря мощной корневой системе она может использовать влагу из нижних слоев почвы.

Однако и в том и другом случае, значение коэффициента увлажнения коэффициент $К_V$ (который рассчитывается в мае) и коэффициент $К_{VI}$, который рассчитывается в июне, дает нам возможность спрогнозировать с достаточной долей достоверности, величину урожайности многолетних бобово-злаковых травосмесей и оперативно принять необходимые меры. Данные меры могут заключаться либо в подготовке дополнительной техники и складских помещений для размещения большого количества скошенной массы, либо принятия управленческих решений по замене спрогнозированного недостатка зеленой массы каким-либо другим источником.

Формируя определенную продуктивность, многолетние травы оказывают особое влияние на агрохимические свойства почвы. Имея мощную

корневую систему они способны поглощать питательные вещества из глубоких горизонтов почвы. При ежегодном отмирании 20-25% корневой массы в пахотном слое происходит накопление биогенных элементов. В то же время основная масса корней трав концентрируется в верхнем слое почвы 0-30 см, из которого с урожаем выносятся питательные элементы. Многолетние бобовые травы аккумулируют в надземной массе в 2-3 раза больше, чем злаки, кальция и магния, поэтому почва под бобовыми растениями может быстрее обедняться этими элементами. В условиях опыта после 6-летнего выращивания трав наибольшее увеличение кислотности с $pH_{сол.}$ 6,30 до 5,60 отмечалось при внесении физиологически кислой аммиачной селитры в условиях трехкратного скашивания (табл. 3, 4).

Таблица 3. Агрохимические показатели почвы после 6-летнего периода выращивания травосмесей
(числитель – двухукосное использование, знаменатель – трехукосное)

Виды трав и травосмеси	$pH_{kcl.}$	мг/кг почвы	
		P_2O_5	K_2O
1. Кострец безостый + тимофеевка луговая – злаки	6,07 5,97	433 418	170 135
2. Злаки + N_{90}	5,82 5,60	353 384	140 127
3. Клевер ползучий	5,77 5,92	382 386	110 115
4. Клевер луговой	6,15 5,87	349 371	137 141
5. Люцерна изменчивая Вега 87	5,87 5,85	359 383	95 87
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	6,00 6,05	378 382	117 97
7. Клевер ползучий + злаки	5,95 6,22	356 379	95 104
8. Клевер луговой + злаки	6,30 6,22	400 420	130 100
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	5,67 6,00	341 349	97 92
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	6,27 6,05	357 378	112 90

Под люцерной изменчивой сорта Пастбищная 88 подкисление почвы было меньшим, чем под сортом Вега 87, что обусловлено различиями в мощности корневых систем этих сортов люцерны. Прослеживалась тенденция стабилизирующего воздействия бобово-злаковых травосмесей на показатели кислотности почвы по сравнению с одновидовыми посевами трав. Практически не изменилась кислотность под травосмесью с клевером луговым.

Без внесения фосфорных удобрений отмечается снижение обеспеченности подвижным фосфором с 460 до 319-433 мг/кг почвы. Минимальные изменения содержания подвижной P_2O_5 отмечаются в контрольном варианте со злаковым травостоем, поскольку здесь формировались невысокие урожаи, и вынос этого элемента с надземной массой был наименьшим.

Таблица 4. Агрохимические показатели почвы после 14-летнего периода выращивания травосмесей
(числитель – двухукосное использование, знаменатель – трехукосное)

Варианты	pH_{kcl}	мг/кг почвы	
		P_2O_5	K_20
1. Злаки + подсев клевера лугового	5,61 5,71	227 224	149 153
2.Злаки + N_{90}	5,33 5,41	203 205	135 133
3.Клевер ползучий	5,61 5,78	228 225	155 158
4. Люцерна изменчивая Селена	5,64 5,91	229 231	148 153
5. Клевер луговой	5,48 5,73	209 221	120 149
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	5,70 5,71	223 227	151 151
7. Клевер ползучий + злаки	5,80 5,73	235 227	143 154
8. Клевер луговой + злаки + подсев люцерны изменчивой	5,60 5,85	230 209	154 147
9. Люцерна изменчивая Вега 87+ злаки + подсев клевера лугового	5,76 5,67	228 230	154 153
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	5,66 5,87	228 227	155 154

Злаковые и бобовые травы существенно не различаются по концентрации фосфора в надземной массе, поэтому значительных различий по содержанию P_2O_5 в почве между вариантами с одновидовыми и смешанными посевами не отмечалось. Шестилетняя эксплуатация бобово-злаковых травосмесей не привела к резкому обеднению пахотного слоя почвы подвижными соединениями фосфора.

Многолетние травы являются калий любивыми культурами. Вынос калия с урожаем травосмесей колебался от 59 до 210 кг/га, и принятая в опыте доза калия 180 кг/га оказалась вполне обоснованной, поскольку при выращивании люцерны и люцернозлаковых травостоев она покрывала вынос этого элемента с урожаем трав. Лишь одновидовой посев люцерны сорта Вега 87 и травосмесь люцерны сорта Пастбищная 88 со злаками потребляла несколько больше калия – 209-210 кг/га. Наибольшее накопление подвижной K_2O в почве с 80 до 127-170 мг/кг за шестилетний период отмечалось в вариантах со злаковыми травостоями, так как они были наименее продуктивными. В почве под люцерновыми и люцерно-злаковыми травостоями содержание калия повысилось незначительно – до 87-117 мг/кг. Несмотря на большой вынос этого элемента с урожаем трав, содержание калия здесь стабилизировалось на уровне близком к первоначальному. Очевидно, люцерна за счет своей мощной корневой системы потребляла питательные вещества не только из верхнего пахотного горизонта почвы, но и нижележащих ее горизонтов.

По-нашему мнению преимущества в конкурентной способности сорта Пастбищная 88 проявятся при хорошей обеспеченности почвы элементами питания. На бедных почвах более устойчивыми будут малотребовательные биотипы.

При совместном произрастании видов с различной степенью заглубления корней наблюдается дифференциация по горизонтам почвы поглощения питательных веществ и влаги и ослабление интенсивности конкурентных взаимоотношений. Это положение позволяет считать более целесообразным

выращивание люцерны изменчивой в смеси со злаковыми травами, а не в одновидовых посевах.

Под люцерно-злаковыми травосмесями за 6 лет их интенсивного использования также отмечалось уменьшение $pH_{сол}$ почвы с 6,3 до 5,67-6,27, но эти изменения были существенно меньше, чем под кострецово-тимофеечной травосмесью, под которую ежегодно вносили по 90 кг/га азота аммиачной селитры, и где $pH_{сол}$ снизился до 5,60-5,82.

За последующий 8-летний период эксплуатации травостоев содержание фосфора в пахотном слое почвы уменьшилось с 349-433 до 203-235 мг/кг (табл. 4). В наибольшей степени эта убыль отмечалась в варианте с внесением азотных удобрений – до 203-205 мг/кг.

Между разными травосмесями и одновидовыми посевами трав не выявлено больших различий в обеспеченности почвы фосфором. Известно, что бобовые травы имеют более глубокую корневую систему и способны поглощать элементы питания из более глубоких слоев почвы, чем злаки, но они мало различаются по концентрации фосфора в сухой массе трав. Кроме того, доступность этого элемента зависит от реакции почвенной среды, влагообеспеченности. Совокупное влияние различных факторов не оказало закономерного влияния на содержание фосфора в почве под разными травостоями.

Ежегодное внесение калийных удобрений в дозе 180 кг/га калия привело к накоплению этого элемента в почве до 120-158 мг/кг. Концентрация калия в травах сильно зависит обеспеченности им почвы и может изменяться в широких пределах – от 1,5 до 5%. Азотные удобрения стимулируют потребление растениями калия из почвы, поэтому в варианте с азотом из-за большего выноса калия с урожаем его накопление в почве было наименьшим – 133-135 мг/кг. В последние годы, когда произошло снижение урожаев, складывался положительный баланс калия, что и предопределило его накопление в почве луга.

При долголетнем использовании травостоев с участием бобовых трав очень важным является сохранение благоприятной реакции почвы. При про-

мывном водном режиме в условиях Нечерноземья ежегодно из пахотного слоя почвы выщелачивается до 200 кг кальция, что ведет к подкислению почвы. За весь период исследований в вариантах с бобовыми травами pHkcl снизился с 6,3 до 5,48-5,87. Наибольшее подкисление почвы до 5,33-5,41 отмечено при ежегодном внесении под злаки по 60 кг/га азота. Почва в вариантах с внесением минерального азота перешла в разряд слабокислой. Прослеживалась тенденция более сильного подкисления почвы в вариантах с двухукосным скашиванием, где обеспечивался более высокий вынос кальция и магния с урожаем трав.

Таким образом, многолетние бобово-злаковые травосмеси являются не только надежным источником корма для сельскохозяйственных животных, но и важным фактором сохранения почвенного плодородия, а прогнозирование продуктивности данных травосмесей носит важное хозяйственное значение.

Выводы

1. За 14-летний период выращивания бобовых и бобово-злаковых травостоев при ежегодном внесении калийных удобрений в дозе 180 кг/га д.в. калия отмечалось снижение pH_{kcl} с 6,3 до 5,48-5,91; содержание подвижного фосфора – с 460 до 209-235 мг/кг и увеличение обменного калия с 80 до 120-158 мг/кг почвы. В наибольшей степени – на 0,89-0,97 ед. pH, почва подкислялась под злаковыми травостоями при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг/га д.в. азота.

2. Использование параметров увлажнения травостоя в начальные периоды вегетации позволяет с высокой долей вероятности (до n=0,86) прогнозировать уровень продуктивности травосмесей, опираясь, прежде всего, на такие метеорологические показатели, как количество осадков предшествующего периода и дефицит увлажнения.

Литература

1. Гончаров П.Л., Лубенец П.А. Биологические аспекты возделывания люцерны. – Новосибирск: Наука (Сиб. отд-ние), 1985. – 253 с.

2. Лазарев Н.Н. Формирование пастбищных и сенокосных травостоев под действием длительного применения минеральных удобрений // Изв. ТСХА. – 2004. – Вып.2. – С. 37-52.

3. Лазарев Н.Н., Кольцов А.В., Шарин А.Д., Антонов А.С. Продуктивное долголетие люцерны изменчивой лугопастбищного типа в одновидовых посевах и травосмесях // Изв. ТСХА. - 2003. – Вып. 4. – С. 43 – 58.

4. Писковацкий Ю.М., Степанова Г.В. Биологические аспекты фитоценотической селекции люцерны для условий Нечерноземной зоны. – В сб.научн. трудов: К 75-летию ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М.: ВИК, 1997, с. 318 – 325.

5. W. K. Berg, S. M. Cunningham, S. M. Brouder, B. C. Joern, K. D. Johnson, J. B. Santini and J. J. Volenec The Long-Term Impact of Phosphorus and Potassium Fertilization on Alfalfa Yield and Yield Components Crop Sci 47:2198-2209 (2007)

6. Coruh I., Tan M. Lucerne persistence, yield and quality as influenced by stand aging // *New Zealand Journal of Agricultural Research, 2008, Vol. 51* : 39–43

7. J. FRAME R. D. HARKESS The productivity of four forage legumes sown alone and with each of five companion grasses Grass and Forage Science 1987 Volume 42 Issue 3, Pages 213 – 223

8. Głąb T. Effects of tractor wheeling on root morphology and yield of lucerne (*Medicago sativa* L.) // Grass & Forage Science, Volume 63, Number 3, September 2008 , pp. 398-406(9)

9. M. H. Hall, C. J. Nelson, J. H. Coutts and R. C. Stout Effect of Seeding Rate on Alfalfa Stand Longevity // Agron. J. 96:717-722 (2004).

10. *Halling, M. A.; Topp, C. F. E.; Doyle, C. J.*Aspects of the productivity of forage legumes in Northern Europe // Grass and Forage Science 2004. V 59, Is. 4, p 331-344)

11. Lauriault, L.M., R.E. Kirksey, G.B. Donart, J.E. Sawyer, and D.M. VanLeeuwen. 2005. Pasture and stocker cattle performance on furrow-irrigated alfalfa-tall wheatgrass pastures, southern High Plains, USA. Crop Sci. 45:305–315.

12. Sheaffer, C.C., D.W. Miller, and G.C. Marten. 1990. Grass dominance and mixture yield and quality in perennial grass–alfalfa mixtures. J. Prod. Agric. 3:480–485.

УДК 631.431

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОЧВОЗАЩИТНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УКРАИНЕ

Ряба Е.И., Примак И.Д., Колесник Т.В.

Аннотация

Изложены основные этапы развития почвозащитной механической обработки почвы в районах проявления водной эрозии и дефляции в Украине.

Об отдельных очагах эрозии упоминается в древнерусских летописях, писцовых книгах XV – XVII вв., в "Книге Большого чертежа". Пыльные бури в причерноморских степях наблюдал в конце XVIII в. путешествовавший по России П.С.Паллас.

Ветровую эрозию в 1781-1782 гг. вблизи Кременчуга описывает В. Зуев (1787). После очень значительной пыльной бури 1824 г. на опасность ветровой эрозии указывает Г. Андриевский (1838).

До реформы 1861 г., однако, проблема ускоренной эрозии почв южнорусских степей не казалась столь уж острой. После 1861 г. распаханность причерноморских степей быстро увеличивается. С 1861 по 1887 гг. она увеличилась в полтора раза; сюда перемещается центр товарного производства зерна. Одновременно изменяются системы земледелия.

Средний размер крепостных имений в Новороссии был очень большим (до 130 тыс га). При относительно невысокой плотности населения господствовали залежная и перелоговая системы земледелия (вольное хлебопашество).

После реформы 1861 г. крестьянин в новороссийских губерниях получил в пользование от 3 до 7га, земля превратилась в фактическую собственность.

В XIX в. причерноморские степи фактически прекратили свое существование. Уничтожение дикой растительности и сплошная распашка усилили эрози-

онные процессы. В течение почти всего XIX в. представлялось, что едва ли не единственным средством борьбы с ними является лесоразведение.

Эрозия, принимающая столь опустошительный характер, приводила к выдуванию посевов и полным неурожаям. Голод охватил всю черноземную полосу, практически всю страну, ибо три четверти русского земледелия было сконцентрировано к концу XIX в. на черноземах юга страны. Начались поиски причин катастрофической эрозии. В публикациях этого времени авторы единодушны: причиной пыльных бурь является излишне интенсивная распашка степей.

Для обработки почвы в первой половине XIX в. применялись украинский плуг или сабан, оптимально подходящие местным условиям. Они отрезали пласт тонкой широкой полосой и полностью его переворачивали. Посев производился по слегка взрыхленному пласту. После нескольких лет эксплуатации участка его забрасывали и переходили на новое поле. Ветровая эрозия в этих условиях была невозможна, так как перевернутый пласт дернины имел прочную комковатую структуру. И самое главное, мелкая обработка обеспечивала сохранение дернины, которая, несмотря на оборот, скрепляла корнями комочки почвы.

После реформы 1861 г. началось массовое переселение крестьян в черноземные губернии. Переезжая на новые места, они привозили с собой традиционные агротехнику и земледельческие орудия.

С течением времени традиционность техники впадает в противоречие с изменившимися хозяйственными условиями. К концу XIX в. на сплошь распаханных черноземных массивах вместе с залежной и перелоговой системами изживает себя и самобытная техника: сабан и малорусский плуг. Также бесполезными становятся рало и легкая борона, обрабатывавшие перевернутый травяной пласт. С другой стороны, развитие товарного зернового хозяйства и нехватка в первый его период рабочей силы требовали широкого внедрения рядового машинного (взамен ручного разбросного) сева. Применение же рядо-

вых сеялок делает необходимой более тщательную предпосевную обработку. Отсюда начало интенсификации обработки южных черноземов.

Интенсификация земледелия на юге России к концу XIX в. очень остро поставила вопрос о замене перелога такой системой мероприятий, которая обеспечила бы почву "отдыхом", влагой и уничтожение сорняков. Подобной системой мог явиться только пар, однако, как показали исследования еще в конце XIX в., пар в рассматриваемом регионе служит источником ветровой эрозии. Вспашкой на паровых полях весь пырей не уничтожался. Против него применялось многократное боронование.

Большинство русских агрономов XIX – начала XX в. усиленно пропагандируют паровую систему для черноземных районов страны, не видя другой альтернативы исчезающему перелогу.

П.А. Костычев (1892), критикуя Вильгельма и Филипченко за то, что, по их мнению, почва черного пара подвергается иссушению и выдуванию ветрами, пишет: "Это не верно... почва, не занятая растениями, всегда бывает влажнее почвы под растениями…".

П.А. Костычев (1885) классифицировал следующие виды воздействий на почву: рыхление, уплотнение, перемешивание, оборот. Оборот, как видим, поставлен на последнее место. Он писал: "Указать, какова должна быть пахота на разных почвах, столь же трудно, как решить, сколько нужно на каждую почву вывезти навоза для получения наиболее выгодного урожая". И.А. Стебут (1871) писал: "Употребление орудий с отвалами, а именно плуга, может быть значительно ограничено, хотя все же не оставлено".

Отвальную пахоту И.А. Стебут и П.А. Костычев считали целесообразной в связи с тем, что она обеспечивает быстрое разложение органических веществ почвы, необходимое для питания растений.

Вспашка в конце XIX в., пришедшая на смену примитивным ралам и сохам, казалась (и на самом деле в определенной степени была) синонимом интенсификации земледелия. На первом этапе этой интенсификации главным было решить задачу быстрой мобилизации плодородных свойств почвы

с целью получения высокого урожая. Проблема сохранения этих свойств отодвигалась на второй план, хотя и она уже начала привлекать внимание специалистов.

Большинство участников дискуссии конца XIX – начала XX в. были сторонниками глубокой вспашки. Это объясняется не результатом исследований, а реакцией агрономической науки на примитивную традиционную технику земледелия, явно не справляющуюся с новыми задачами сельского хозяйства эпохи капитализма.

А.Н. Шишкин (1875) считал, что основной причиной эрозии является стекание воды с поверхности почвы. В связи с этим он рекомендует: весеннюю обработку почвы орудиями без оборачивания пласта, а также экстирпаторами и многолемешными плугами на незначительную глубину; ранний сев яровых культур. В 1875 г. А.Н.Шишкин провел первые в истории агрономии опыты с мульчированием поля соломой с целью защиты почв от водной эрозии.

П.А. Костычев (1885) правильно указав на преимущества мелкой пахоты и верно отметив её противодефляционную роль, не заметил, как, впрочем, и остальные его современники, что почву предохраняют от выдувания при мелкой обработке оставшиеся на поверхности и перемешанные вместе с тонким слоем земли растительные остатки. Это объясняется все той же точкой зрения на эрозию как на следствие иссушения почвы. Именно она и выдвигала на передний план задачу накопления влаги, которая решалась возможно более глубокой обработкой, и именно она помешала П.А. Костычеву создать основы противоэрозионной обработки почвы. Заложить их было суждено И.Е. Овсинскому, который предложил обрабатывать почву не глубже 5см, чтобы уничтожить сорняки и получить рыхлый слой для заделки семян.

По мнению И. Овсинского (1899), при глубокой вспашке одинаково страшны и засуха, и обилие дождей. Автор «Новой системы земледелия» показывает вред вспашки и дает рекомендации, очень сходные с современными канадскими приемами обработки почвы. Им же был введен полоснорядовой

посев. Полосы шириною в 27 см отстояли друг от друга на 40 см; каждая полоса состояла из пяти рядов растений. Во время вегетации хлебов производилась обработка широких междурядий при помощи конных орудий. Междурядья в полосах не подвергались обработке.

В. Бертенсон (1900) наблюдал полоснорядовой посев в Гринауцкой школе (Бессарабия) и нашел его совершенно чистым от сорняков, растения отличались хорошим развитием, правильностью куста и плотностью колоса. Для поверхностной обработки И.Е. Овсинский использовал ножевые культиваторы собственной конструкции или многокорпусные плужки. Обработка начиналась сразу после жатвы и продолжалась по мере появления сорняков осенью и ранней весной до сева, а в чистом пару и в весенне-летний период до сева озимых. Суровые засухи 1895–1897 гг. не поколебали выводов бессарабского фермера. Но концепция его вызвала яростные нападки сторонников глубокой обработки. Опытные учреждения, изучавшие систему Овсинского, получили отрицательные результаты. На втором съезде деятелей по сельскохозяйственному опытному делу по этому вопросу также высказались отрицательно.

Довольно благосклонно, диалектически отнесся к новой системе земледелия Д.Н. Прянишников. Он писал, что в сухое время года, когда земледелец заботится о сохранении накопленной влаги, уместна мелкая, поверхностная обработка.

В. Бертенсон (1901) считал, что система Овсинского, по-видимому, сберегает влагу, но способствует ли она и в какой степени накоплению ее – это неизвестно. Большим преимуществом ее было и то, что при соблюдении требуемых условий обработки и посева семена попадают во влажный слой на одинаковую глубину.

Активно ратовал за новую систему земледелия Д. Калениченко (1910), который разослал около одного миллиона брошюр о системе Овсинского.

Система обработки почвы Овсинского проверялась на Полтавской и Плотнянской опытных станциях, где были получены отрицательные результаты.

А.Х. Эван (1903), работавший после Овсинского по его методу в Подольской губернии, получал высокие урожаи, особенно в засушливые годы. Н.К. Васильев (1907) отмечал, что по системе Овсинского урожаи как озимых, так и яровых выше, чем при традиционной технологии.

Дальнейшее развитие противоэрозионное земледелие получило в трудах В. Ротмистрова. Предложенный им в 1911 г. метод рассчитан на климатические условия юга Украины, где малоснежные зимы, а снежный покров неустойчив. Вспаханное в этом случае с осени под зябь поле подвергается в течение осени, зимы, ранней весны и до посева большому иссушающему действию ветров. В иных условиях находится невспаханное с осени поле: его поверхность покрыта жнивьем на 1-2 вершка (5-9 см), которое предохраняет поверхностный слой почвы от действия ветра. Предложенный В. Ротмистровым способ обработки сводится к максимальному сохранению стерни на поверхности почвы.

В поддержку минимальной обработки почвы выступил Ф. Грауздин (1906), лозунгом которого было «…помельче пахать и подольше парить землю». Однако В.В. Винер (1923) у черноземной полосе предлагал увеличить глубину вспашки пропашного и парового полей с 22 до 27см. За глубокую вспашку в начале XX в. также выступили сотрудники Шатиловской опытной станции А. Занес, А. Неверов, Ф. Косоротов, Ф. Криштофович. С.Л. Франкфурт (1913) утверждал, что даже под сахарную свеклу глубина вспашки на 20-22 см будет достаточной.

Таким образом, если в XIX в. ученые и практики рекомендовали глубокую вспашку, однако не указывали граничной глубины применительно конкретной почвенной разности и культуры, то в 20-х годах XX в. большинство исследователей предлагают даже под наиболее требовательные до плотности сложения черноземов культуры ограничиться глубиной вспашки 18-22 см и

только в отдельных случаях – 27 см. Под зерновые рекомендовалась более мелкая обработка.

Н.М. Тулайков на южном востоке России предложил полностью отказаться от отвальной обработки и перейти на поверхностную с использованием дисковых орудий (пшеничных плугов).

В 30-ые годы XX в. против мелкой обработки выступили В.Р. Вильямс и Н.С. Соколов, которые одержали поддержку руководящих органов партии и государства.

В бывшем СССР первым отказался от отвальной обработки Т.С. Мальцев (1955), который назвал вспашку «выворачиванием почвы наизнанку». Он вовсе не думал о дефляции, когда забраковал отвальный плуг. Безотвальный плуг появился как результат многолетних размышлений о применении повсюдно травопольной системы земледелия. В конце 40-х годов, когда в колхозе, где Т.С. Мальцев работал полеводом, закончилась первая ротация 10-польного севооборота с двумя полями многолетних трав, появились сомнения: почему многолетние травы пополняют почву органическим веществом, а однолетние нет?

Вспашка, по мнению Т.С. Мальцева, отвальным плугом – вот первопричина проникновения воздуха к корням и другим запаханным частям растений. Таким образом, обрабатывать почву необходимо с таким расчетом, чтобы верхние и нижние части пахотного слоя оставались на месте на протяжении 4-5 лет. Первый безотвальный плуг Мальцева был изготовлен в 1952 г.

За полный отказ от вспашки в пользу плоскорезной обработки во второй половине XX в. на Украине выступили И.Е. Щербак, Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко и другие ученые. По их мнению, безотвальная обработка в сочетании с удобрениями больше, чем вспашка, способствует повышению запасов гумуса и может обеспечить его бездефицитный баланс при внесении меньшего количества навоза.

На протяжении 1975-1985 гг. под административным давлением внедрение такой «бесплужной» обработки почвы стало массовым явлением в хо-

зяйствах Полтавской области. По обобщенным данным более как 50 полевых опытов, проведенных в 1975-1985 гг., у 40 с них увеличение засоренности было значительным, нередко в 2-3 раза выше, чем по вспашке. Не случайно в США осуществление безотвальной обработки сопровождается системой применения соответствующих гербицидов.

И.С. Рабочев, П.У. Бахтин (1978) указывают, что нижний слой обрабатываемой почвы должен быть плодороднее, чем верхний, или в крайнем случае не уступать ему. А это возможно лишь при отвальной обработке, которая обеспечивает относительно гомогенный окультуренный слой.

Сравнительное изучение всех систем обработки свидетельствует о почти одинаковом их влиянии на формирование урожайности полевых культур. Различия между ними находятся в пределах 2 % (Сайко В.Ф., Малієнко А.М., 2007). На сегодня роль обработки сместилась в сторону организационных проблем, в частности повышения производительности труда, охраны почв от эрозии, рационального использования водных ресурсов, улучшения рекреационных свойств ландшафтов.

Отечественные ученые предлагают внедрить в Украине no-tull системы в ближайшей перспективе на площади 600-700 тис. га с доведением максимума до 1 млн. га.

Используя информацию о гранулометрическом составе, равновесной плотности и содержании в почве агрономически ценных агрегатов В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова (2008) оценили придатность почв Украины до проведения минимальной и нулевой обработки. Был взят простой принцип: чем лучше агрофизические параметры почвы, тем больше возможностей для минимализации ее обработки. За их подсчетами, с 30 млн. га пашни нулевая обработка возможна на площади 5,94 млн. га, минимальная – 13,1 и обычная зональная технология с элементами минимализации – 5,10 млн. га, а на площади 6,4 млн. га минимализация вообще невозможна.

Заключение

В Украине постепенно утвердилась комбинированная технология обработки, которая в зависимости от условий почвы, климата и уровня хозяйствования принимает различные вариации способов, орудий и глубины обработки. Однако, и такая гибкая технология не лишена недостатков – она не приостановила ни водную, ни ветровую эрозии, ни потери органического вещества, ни различные виды деградации. Поэтому и эта технология нуждается в модернизации. Хотя ее направления, опять-таки, в зависимости от почвенно-климатических условий, самые разнообразные, их общая цель – уменьшить потери гумуса, предотвратить переуплотнение и, по возможности, улучшить условия жизнедеятельность полевых культур.

УДК 631.58:631.421.1

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Беленков А.И., Березовский Е.В., Николаев В.А.

Аннотация

На основании трехлетних данных научных исследований в полевом опыте ЦТЗ, дается оценка эффективности традиционной и точной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, двух способов основной обработки почвы в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья.

В 2007 году в рамках инновационного общеобразовательного проекта в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, впервые в стране, был создан Центр точного земледелия (ЦТЗ), в задачу которого входит разработка и освоение технологии точного земледелия. Основу Центра составляет полевой опыт по сравнению эффективности точного и традиционного земледелия.

Цель полевого опыта – дать сравнительную оценку общепринятой традиционной технологии возделывания полевых культур и технологии точного земледелия, основанной на использовании новой современной сельскохозяй-

ственной техники и сопутствующего спутникового программного обеспечения международной системы GPS, позволяющих экономно и адресно проводить агротехнические приемы: посев, внесение удобрений, исходя из пестроты почвенного плодородия, применение химических средств защиты растений, уборку урожая с составлением электронных карт [1,4,5].

В рамках четырехпольного севооборота викоовсяная смесь на зеленый корм – озимая пшеница с пожнивным посевом горчицы белой на сидерат – картофель – ячмень сравнивается эффективность двух технологий и вариантов отвальной и минимальной (нулевой) основной обработки почвы. Вспашка проводилась оборотным плугом Eur Opal на глубину 20-22 см под все культуры, вторая – культиватором Pegasus на 12-14 см под картофель и ячмень. Под озимую пшеницу и вика овёс предусматривается вариант «нулевой» обработки, т.е. посев культур в почву без предварительной ее обработки [2,3].

Наши исследования сопровождались большим количеством сопутствующих учетов и наблюдений, среди которых определяющее место занимает изучение агрофизических свойств и режимов дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Следует отметить, что технология возделывания (точная и традиционная) не повлияла на плотность и влажность почвы, а большее влияние на них оказывали приемы основной обработки почвы под отдельные культуры севооборота.

Плотность сложения почвы больше носила межвариантную динамику для отдельных вариантов обработки, нежели межсезонную, связанную с метеоусловиями периода вегетации с.-х. культур (табл. 1).

Следует отметить, что средняя величина плотности легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы в период исследований выходит за оптимальные параметры ее значения, рекомендуемые для полевых культур, особенно для двух первых.

Таблица 1. Плотность сложения пахотного слоя почвы в среднем за вегетацию культур зернопропашного севооборота, г/см^3

Обработка почвы	Годы	Вико - овсяная смесь	Озимая пшеница	Картофель	Ячмень	Среднее по севообороту
Отвальная	2009	1,29	1,32	1,25	1,27	1,28
	2010	1,31	1,33	1,22	1,27	1,28
	2011	1,30	1,35	1,25	1,27	1,29
Минимальная (нулевая)	2009	1,31	1,36	1,28	1,31	1,32
	2010	1.34	1,35	1,25	1,32	1,32
	2011	1,33	1,40	1,27	1,30	1,33

Под викоовсяной смесью и озимой пшеницей отмечается плотность иногда превышающая 1,30 г/см^3, доходя, а в отдельных случаях – до 1,35-1,40 г/см^3. Для картофеля эта величина не превышает 1,30 г/см^3, по ячменю она достигает или колеблется около этой величины. Среди культур почва более уплотнена под озимой пшеницей и викой с овсом. По отдельным годам внутри вариантов основной обработки почвы разница практически не заметна, она составляет 0,01-0,03 г/см^3. Между приемами обработки почвы отчетливо отмечается меньшая величина плотности по вспашке оборотным плугом. Она уступает минимальной (нулевой) обработке порядка 0,03-0,05г/см^3. Это говорит о том, что вариант минимальной обработки почвы и вариант без ее обработки более уплотнены в сравнении с отвальной обработкой.

Влажность почвы еще в меньшей степени зависела от года исследований и варианта основной обработки. Разница составляла не более 2-3%

(табл.2). Следует отметить незначительную тенденцию увеличения влажности почвы под культурами севооборота в 2009 году, ее промежуточное положение в 2011 и некоторое уменьшение в 2010 году.

В целом по севообороту разница по годам находилась до 1-1,5%. По отдельным культурам четкой закономерности нет, как ее нет и по отдельным вариантам основной обработки почвы. Так, в 2009 году больше влаги содержалось на вике с овсом и картофеле по вспашке и меньше под зерновыми культурами в сравнении с минимальной обработкой.

Таблица 2. Влажность пахотного слоя почвы в среднем за вегетацию культур зернопропашного севооборота, %

Обработка почвы	Годы	Вико-овсяная смесь	Озимая пшеница	Картофель	Ячмень	Среднее по севообороту
Отвальная	2009	13,2	10,1	11,9	10,2	11,4
	2010	10,9	10,3	10,7	10,4	10,6
	2011	11,2	10,2	11,0	11,0	10,9
Минимальная (нулевая)	2009	12,6	10,7	11,1	11,1	11.4
	2010	10.2	9,7	10,2	9,9	10,0
	2011	12,1	10,1	10.3	10,8	10.8

В 2010 году отмечено некоторое превышение в содержании почвенной влаги по отвальной обработке на всех культурах. 2011 год характеризовался несколько большим содержанием воды на минимальном варианте по нулевой обработке на вике с овсом и приблизительно одинаковой величиной по обработкам почвы по остальным культурам. В среднем по севообороту различия не существенны.

Агрофизические свойства почвы под культурами и, в целом по опытному севообороту, в наибольшей степени разнились только в отношении влияния обработки на плотность сложения. Отмечалось ее увеличение на минимальных (нулевых) вариантах. Влажность почвы в меньшей степени реагировала на прием основной обработки, так же незначительно она менялась по отдельным годам. Следовательно речь может идти только об отдельных тенденциях.

Обобщающим показателем эффективности любой технологии и приема агротехники служит урожайность опытных культур (табл. 3).

В 2009 году отмечалась тенденция превышения урожайности озимой пшеницы по традиционной технологии возделывания, для картофеля и ячменя в лучшую сторону выделялась точная. Эта закономерность для зерновых скорее связана с пространственным расположением полей и делянок опыта во второй год исследований. По картофелю просматривалось влияние технологий. Среди обработок почвы следует отметить преимущество нулевой и

минимальной в случае кормовой и зерновых культур. Картофель более высокую урожайность сформировал по вспашке и это преимущество подтверждено статистически.

Таблица 3. Урожайность с.-х. культур при разных технологиях и системах обработки почвы

Культура	Технология	Обработка почвы	Урожайность по годам, т/га			
			2009	2010	2011	средняя
Вика+овес, з/масса	точная	отвальная	21,3	20,5	10,8	17,5
		нулевая	23,0	19,4	9,4	17,2
Оз. пшеница, зерно	точная	отвальная	4,23	4,63	3,70	4,19
		нулевая	5,09	4,11	3.55	4.25
	традиционная	отвальная	4,28	4,50	3,65	4,14
		нулевая	5,18	3.85	3,53	4,19
Картофель, клубни	точная	отвальная	41,5	21,7	24,4	29,2
		минимальная	37.5	20,7	24,2	27,5
	традиционная	отвальная	38,9	24,2	24,0	29,0
		минимальная	36,3	19,2	22,9	26,1
Ячмень, зерно	точная	отвальная	5,40	3,35	2,64	3.80
		минимальная	5,78	2,99	2,83	3.87
	традиционная	отвальная	5,09	3,47	2,76	3.77
		минимальная	5,39	3,06	3,08	3,84

В 2010 году более высокий урожай озимой пшеницы и ячменя получен по точному земледелию, имея достоверную прибавку. Ячмень более высокий урожай дал при традиционном возделывании. В этом году при сравнении приемов основной обработки выигрывали варианты отвальной, независимо от технологии возделывания по всем культурам, что связано с большим накоплением влаги до посева в осенне-зимний период 2009-2010 гг. Летняя засуха сказалась только на снижении общей продуктивности культур.

В 2011 году технологии возделывания не оказывали заметного влияния на формирование урожайности с.-х. культур, за исключением ячменя, по которому максимум зерна собиралось с делянок традиционного возделывания. По обработкам почвы отмечалось незначительное преимущество вспашки на вике с овсом, озимой пшенице и картофеле. Ячмень более высокую урожайность имел по минимальной обработке, что связано с влиянием более благоприятного водного режима и агрофизических свойств почвы.

Средняя продуктивность культур за трехлетний период исследований позволяет заключить, что технология возделывания не оказала практически влияние на урожайность культур, имея близкие результаты ее величины. Реакция на прием обработки почвы по культурам позволяет заключить: в годы исследований, наибольшая средняя урожайность викоовсяной смеси и картофеля зафиксирована по вспашке, озимой пшеницы и ячменя по минимальному (нулевому) варианту. Однако различия между ними не велики.

В таблице 4 приведены данные по продуктивности севооборота в период исследований в наиболее универсальных единицах, позволяющих сравнивать варианты и их влияние на выход продукции.

Таблица 4. Продуктивность севооборота по вариантам полевого опыта ЦТЗ

Технология возделывания	Обработка почвы	Продуктивность севооборота, т/га		
		Кормовых единиц	Зерновых единиц	Переваримого протеина
Точная	отвальная	27,18	9,58	2,04
	минимальная	26,58	9,76	2,01
Традиционная	отвальная	26,92	9,49	2,02
	минимальная	25,93	9,64	1,99

Наиболее достоверные и сравнимые данные оценки севооборота получаются по содержанию кормовых единиц и переваримого протеина в продукции. Эти универсальные показатели, позволяют характеризовать эффективность того или иного варианта полевого опыта. Так, относительное превышения величины содержания кормовых единиц наблюдается по отвальной обработке при системе точного земледелия, что обусловлено получением наибольших урожаев всех культур именно по этому варианту. Несколько меньшая величина (на 0,26 т к.ед./га) отмечалась по вспашке на традиционной технологии возделывания. Минимальная обработка почвы в севообороте уменьшала выход кормовых единиц в последовательности: точное – традиционное земледелие. Разница в пределах минимальной обработки 0,65т к.ед./га.

Различия по содержанию зерновых единиц между вариантами основной обработки почвы в пользу минимальной (0,15-0,18 зерн. ед./га), как по одной, так и другой технологии. Это связано с получением наибольших урожаев зерновых культур, прежде всего, в 2009 году. Между технологиями разница менее значима и составляла 0,08-0,12 т зерн. ед/га.

По содержанию переваримого протеина различия менее рельефны и составляли всего лишь от 0,01 до 0,05 т п.п./га. Общее соотношение вариантов, отмеченное при характеристики кормовых единиц здесь сохраняется.

В таблице 5 представлена экономическая оценка технологий возделывания и систем обработки почвы за период трехлетних исследований.

Таблица 5. Экономическая эффективность технологий возделывания культур в севообороте, 2009-2011гг.

Показатели	Точное земледелие		Традиционное земледелие	
	Отвальная обработка	Минимальная обработка	Отвальная обработка	Минимальная обработка
Валовой сбор продукции, т к. ед./га	27,18	26,58	26,92	25,93
Стоимость продукции с 1 га, руб.	135900	132900	134600	129650
Затраты на производство продукции, руб./га	111076	110894	110815	110395
Себестоимость 1 т к. ед. продукции, руб.	4087	4172	4116	4255
Расчетная прибыль на 1 т к. ед., руб.	24824	22006	23785	19355
Уровень рентабельности, %	22,3	19,8	21,5	17,5

При получении максимальной продуктивности севооборота на первом варианте со вспашкой по точной технологии получены более высокие показатели экономической эффективности – наибольшая стоимость продукции, прибыль и рентабельность, минимальная себестоимость продукции. Далее варианты опыта располагались: отвальная обработка по традиционной технологии – минимальная по точной и минимальная по традиционной, что соответствует валовому выходу продукции и затратам на ее производство. Раз-

личие между лучшим и худшим вариантами по себестоимости составило 168руб., расчетной прибыли на 1 т к. ед. 5460 руб., уровню рентабельности 4,8%. Разница между другими вариантами еще меньше. Это свидетельствует о незначительных экономических расхождениях по результатам исследований.

Заключение

Определены приоритеты полевого опыта ЦТЗ, выявлены тенденции и закономерности в результатах. Требуется дальнейшая работа по более комплексному и системному их и представлению и обоснованию.

Литература

1. Балабанов В.И., Березовский Е.В. Технологии точного земледелия и опыт их применения // ГЛОНАСС – Вестник. – 2011. – №1. –С. 20-25.

2. Беленков А.И. Результаты полевого опыта Центра точного земледелия в различных агрометеорологических условиях его проведения // Адаптация сельского хозяйства России к меняющимся погодно-климатическим условиям: Сб. докл. Межд. науч.-практ. конф. –М.: Изд-во РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – С. 140-147.

3. Беленков А.И., Железова С.В., Березовский Е.В., Мазиров М.А. Элементы технологии точного земледелия в полевом опыте РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева // Известие ТСХА. – 2011. – Вып. 6. – С. 90-100.

4. Точное сельское хозяйство (precision agriculture) / Под ред. Д. Шпаара, А.В. Захаренко, В.П. Якушева – СПб – Пушкин, 2009. – 400 с.

5. Якушев В.В., Воропаев В.В., Лекомцев П.В. Технология точного земледелия: опыт внедрения на полях Меньковской опытной станции АФИ РАСХН // Ресурсосберегающее земледелие. – 2009. – №2. – С. 31-34.

УДК 631.58

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОЙ МИНИМАЛИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЮЖНОГО УРАЛА

Кислов А.В., Федюнин С.А.

Аннотация

Приведены важнейшие направления современного развития растениеводства в засушливых регионах страны, основанные на применении ресурсосберегающих технологий возделывания с.-х. культур за счет минимализации обработки почвы, что способно обеспечить рентабельность и конкурен-

тоспособность отрасли при существующем невысоком биоклиматическом потенциале.

Условием эффективного применения минимализации обработки являются достаточный уровень плодородия и благоприятные агрофизические свойства почвы, каковыми обладают чернозёмы. Однако в результате интенсивной эксплуатации на фоне развития эрозионных процессов и низкого уровня использования удобрений плодородие чернозёмных почв в России неуклонно снижается, ухудшаются их физические свойства, и прежде всего, за счёт их дегумификации. В данной ситуации важным стабилизирующим плодородие фактором выступает снижение антропогенной нагрузки на почву в системе её обработки и увеличение использования наряду с удобрениями соломы и растительных остатков для воспроизводства почвенной органики.

Условия и методика

В Оренбургском ГАУ с 1988 года в стационарном опыте проводятся многолетние исследования по изучению эффективности минимализации основной обработки почвы под различные полевые культуры на фоне использования соломы зерновых и зернобобовых культур в качестве органических удобрений. Всего изучаются 16 различных по интенсивности систем основной обработки почвы в составе последовательно сменяющих друг друга четырёх полевых севооборотов. Полностью завершены ротации первых трёх севооборотов: двух зернопаропропашных и одного зернопарового, в настоящее время исследования завершаются в четвёртом севообороте – чистый пар – озимая пшеница – горох – овёс – гречиха, в котором солома всех культур оставляется в поле в виде мульчи при прямом посеве по технологии No-till сеялкой СС-6А Бастер, заделывается в почву при вспашке, либо перемешивается в верхнем слое при мелких обработках.

Почва опытного участка была представлена доминирующим в Оренбуржье чернозёмом южным карбонатным маломощным тяжелосуглинистым с содержанием гумуса 4,4%, легкогидролизуемого азота 8,4, подвижного фосфора 3,2 и обменного калия – 27,0 мг на 100 г почвы. Среднемноголетняя

сумма осадков составляет 367 мм в год. Система удобрений включала: внесение в первом севообороте в пару в качестве основного удобрения 50 т/га навоза и $N_{60}P_{60}K_{60}$, затем припосевное внесение P_{30} и весной подкормку озимых в дозе N_{30}; во втором севообороте основное внесение в пару - $P_{60}K_{60}$ и N_{30} в подкормку озимых; в третьем также в пару с осени вносили аммофос $N_{12}P_{52}$, и весной осуществлялась подкормка озимых N_{30}. Площадь делянок составляла при обработке 3600 м^2 (30×120 м), а с учетом последействия предшествующих обработок - 900 м^2 (30×30 м). Учёт урожая проводили на площади 108 м^2 комбайном Сампо-500. Солома зерновых, кроме проса и ячменя, в измельчённом виде оставлялась на поле. Обработка почвы осуществлялась типовыми рабочими орудиями: плуг ПН-4-35 с отвальными корпусами и со стойками СибИМЭ, плоскорез КПГ-250, чизельный плуг ПЧ-2,5, комбинированный культиватор Смарагд для мелкого рыхления, дисковая борона БДТ-720, культиваторы КПС-4 и ОПО-4,25 для предпосевной обработки почвы и ухода за парами, сеялки СЗ-3,6, СЗС-2,1, АУП-18.05.

Результаты исследований

Одной из основных задач обработки почвы является оптимизация плотности сложения почвы в соответствии с требованиями возделываемых культур. Применение в опыте приёмов обработки различной интенсивности и глубины обеспечивало неодинаковое строение пахотного слоя почвы. Объёмная масса почвы в целом по пахотному 0-30 см слою, как правило, возрастала при уменьшении глубины обработки и снижении её интенсивности. При этом в верхнем 0-10 см горизонте почва в начале вегетации культур была в значительной степени рыхлой на всех вариантах опыта, включая и варианты с прямым посевом стерневыми сеялками, плотность её не превышала 1,0 г/см^3 после вспашки и 1,08 г/см^3 на варианте с «нулевой» обработкой. При этом в нижних горизонтах, не вовлекаемых в обработку, почва не уплотнялась выше 1,23-1,25 г/см^3, достигая равновесной плотности. В наших исследованиях определены значения равновесной плотности чернозёма южного по горизонтам пахотного слоя, а также параметры оптимальной для развития

основных полевых культур плотность почвы в условиях Оренбуржья (табл. 1).

Таблица 1. Оптимальная плотность чернозёма южного (г/см^3) для полевых культур

Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см^3					
	равновесная	оптимальная для культур				
		озимая рожь	яровая пшеница	просо	кукуруза	нут
0-10	1,12-1,14	1,11-1,17	1,05-1,08	1,06-1,08	1,00-1,05	1,02-1,06
10-20	1,21-1,22	1,13-1,24	1,15-1,22	1,16-1,20	1,12-1,20	1,12-1,20
20-30	1,23-1,25	1,24-1,25	1,22-1,25	1,19-1,22	1,18-1,23	1,20-1,24
0-30	1,19-1,20	1,16-1,22	1,17-1,18	1,14-1,16	1,10-1,16	1,11-1,17

Сопоставление данных значений позволяет обосновать возможность минимализации обработки чернозёма южного под основные полевые культуры. Глубокую основную обработку предпочтительнее проводить под кукурузу, нут и просо, хотя и в этом случае вполне возможна замена отвального её способа на менее ресурсозатратные безотвальные.

Интенсивное глубокое рыхление почвы требуется также и после пропашных культур, после возделывания которых, почва в нижних горизонтах уплотняется в большей степени в результате многочисленных проходов по полю МТА.

Все изучаемые в опыте приёмы основной обработки почвы обеспечивали хорошее по оценке структурное состояние почвы. При этом лучше почва в пахотном слое была оструктурена на вариантах с мелкими и нулевыми обработками, после которых в сравнение со вспашкой коэффициент структурности возрастал с 2,2 до 4,1 в пару перед посевом озимых зерновых и с 3,0 до 5,7 в посевах ячменя в конце ротации первого зернопаропропашного севооборота. Аналогичная закономерность отмечалась в посевах нута и перед посевом проса, размещаемого по озимой пшенице после чистого пара. Меньшее механическое разрушение почвенная структура испытывала при совмещении культивации, посева и прикатывания в одном проходе при ис-

пользовании комбинированных посевных агрегатов СЗС-2,1 и АУП-18.05. Коэффициент структурности после посева ими увеличивался в сравнении с традиционной сеялкой СЗ-3,6 в среднем по обработкам с 5,1 до 5,4. Улучшению структурного состояния почвы в чистом пару способствовала также и замена культиваций химическими прополками.

Наблюдения в нашем опыте за биологическими показателями плодородия почвы подтвердили научные данные об усилении при минимализации её обработки дифференциации пахотного слоя по микробиологической активности. Все бесплужные обработки приводили к более выраженной биологической разнокачественности почвы с угасанием микробиологической активности с продвижением вглубь пахотного горизонта. Общая численность сапрофитных, целлюлозо-разрушающих бактерий, микроскопических грибов и азотобактера в пахотном слое уменьшалась со снижением интенсивности обработки почвы. При этом на вспашке самым обеспеченным микроорганизмами был горизонт 10-20 см, а на бесплужных обработках верхний 0-10 см слой, в котором концентрировались растительные остатки. Численность микроорганизмов в нижнем 20-30 см слое почвы особенно резко снижалась на мелких и нулевых обработках (в 3 раза по сравнению с верхним слоем), что объясняется, в том числе и меньшей здесь аэрацией.

Минимализация обработки почвы сопровождалась в опыте повышением содержания гумуса в почве. К концу ротации зернопарового севооборота (через 12 лет от начала опыта) при минимальных системах обработки почвы отмечалось небольшое увеличение содержания гумуса в пахотном слое до 4,55-4,68% при исходном его уровне – 4,43%, а на вариантах с разноглубинной вспашкой и глубокими безотвальными обработками оно, напротив, снизилось на 0,19 и 0,09% соответственно в абсолютном выражении, что можно связать с повышенной минерализацией гумуса при высокой интенсивности обработки.

Применяемые в опыте бесплужные обработки почвы не ухудшают обеспеченность почвы доступными элементами питания, при этом отмечает-

ся дифференциация пахотного слоя по плодородию с увеличением его в верхней части и существенным снижением в нижнем 20-30 см горизонте. При этом при ежегодных мелких и нулевых обработках отмечалось незначительное ухудшение фосфорного режима за счёт обеднения наиболее корнеобитаемого 10-20 см горизонта почвы, однако в целом обеспеченность подвижным фосфором в опыте на всех вариантах оценивалась как высокая.

Главным фактором, сдерживающим в большинстве случаев применение минимализации обработки почвы, является ухудшение фитосанитарного состояния посевов. В нашем опыте распространение и развитие бурой ржавчины, мучнистой росы и корневой гнили в посевах яровой мягкой пшеницы в паровом звене первого севооборота практически не зависели от приёмов основной обработки почвы, даже в условиях влажного вегетационного периода.

Наши исследования также подтвердили более высокую эффективность вспашки в борьбе с многолетними сорняками. Засорённость ими при безотвальных обработках во всех севооборотах возрастала со снижением их глубины и интенсивности, особенно на мелких и нулевых обработках. Так, количество многолетников в конце ротации первого семипольного зернопаропропашного севооборота на вариантах с системами мелких и нулевых обработок превышала контроль с разноглубинной вспашкой в 4,7 и 7,4 раза соответственно. В конце ротации второго севооборота – пятипольного зернопарового в системе чередования нулевой обработки (6 лет из 10) с мелкими плоскорезными и глубокими рыхлениями численность многолетних сорняков достигала 12,0 шт/м^2 при 0,6 шт/м^2 на контроле. В третьем зернопаропропашном севообороте рост засорённости сдерживался проведением двухкратной культивации в системе предпосевной обработки под нут и подсолнечник и высокой конкурентной способностью озимой пшеницы, вследствие чего максимальная засорённость даже на нулевом фоне не превышала 4,5 шт/м^2.

Картина засорённости малолетними сорняками в паровом звене первого севооборота была несколько иная. Их численность в посевах твёрдой и

мягкой пшеницы при ежегодных безотвальных и мелких обработках, напротив, на 37,9-84,3% отмечалась меньшей, чем на вариантах с системами разноглубинной отвальной и комбинированной обработки. Это объясняется тем, что при отсутствии оборота почвенного пласта осыпавшиеся семена сорняков сосредоточиваются в верхнем слое почвы, где они дружнее прорастают и уничтожаются механически. В последних двух севооборотах засорённость малолетними сорняками оценивалась слабой и средней степенью по шкале ТСХА и не определялась приёмами обработки почвы, разница в их численности не превышала 12,2-38,8% с преобладанием на вариантах с минимальными обработками. При этом малолетники отличались слабым своим развитием и не оказывали существенного вреда возделываемым культурам.

Важным фактором, сдерживающим в опыте рост засорённости на минимальных фонах являлся качественный уход за паровыми полями, что позволяло нивелировать засорённость между вариантами опыта и эффективно сдерживать рост численности сорняков в посевах первых 2-3 культур после пара. В семипольном зернопаропропашном севообороте под кукурузу и в зернопаровом севообороте на яровой пшенице нами применялись гербициды, что также позволяло контролировать засорённость на допустимом уровне.

Приемы обработки почвы, влияя на структурность почвы и сохранность стерни, способны в значительной степени определять ветроустойчивость почвы. В опыте даже после четырёх культиваций в пару на всех вариантах его основной обработки отмечалась хорошая устойчивость почвы к дефляции, - массовая доля ветроустойчивой фракции составляла 57,5-62,9%. Эродируемость почвы (Q) снижалась с 41,6-60,6 г при агротехнических до 31,7-49,5 г/м^2 за 5 минут при химических способах ухода за паром. В посевах ранних зерновых, в частности ячменя, применение бесплужных обработок снижало эродируемость почвы с 84,2 г при вспашке до 75,3, 48,4 и 25,0 г/м^2 соответственно при глубоком безотвальном и мелком рыхлениях и нулевом фоне. Все безотвальные приёмы обработки кроме того обеспечивали

сохранность стерни в пределах 70,0-81,8%, что создавало дополнительную защиту почвы от дефляции.

В условиях засушливого земледелия важнейшим критерием в оценке приёмов обработки является их влагонакопительная и влагосберегающая роль, особенно в системе обработки пара. В чистом пару первого севооборота глубина и способ основной обработки не оказывали своего влияния на эффективность накопления и сбережения почвенной влаги, запасы продуктивной влаги к посеву озимой ржи в метровом слое почвы изменялись по вариантам в пределах 93-98 мм. В пару второго севооборота также не проявлялось влияние обработок на накопление влаги осенне-зимних осадков, однако чуть лучший влагосберегающий эффект в пределах 10-15 мм в сравнение со вспашкой отмечен при глубоких безотвальных обработках. Из систем ухода за паром лучше сохраняли влагу «комбинированный» пар (сочетание культиваций с химическими прополками) и «механический», включающий мелкие культивации на постоянную глубину 6-8 см. Обработка чистого пара по типу раннего с применением весной дискования на 10-12 см также не уступала всем прочим приёмам зяблевой обработки по эффективности накопления и сохранения влаги.

В остальных полях севооборотов сложно определить какую-либо зависимость эффективности влагонакопления от приёмов обработки. Разница между вариантами в пределах 10-25 мм носила скорее случайный характер, - в ряде лет указанное преимущество отмечалось на вариантах с бесплужными в том числе мелкими и нулевыми обработками, в другие годы эффективней оказывалась вспашка. Это отчасти объяснимо тем, что усвоение почвой зимних осадков определяется во многом характером её промерзания осенью и оттаивания весной, наличием на поверхности почвы ледяной корки и другими факторами, связанными с погодными условиями.

Средняя за 14 лет исследований наибольшая урожайность зерновых 1,73-1,74 т/га получена при разноглубинной вспашке и комбинированной системе обработки (1 и 2 варианты), обеспечивающих более высокую мине-

рализацию гумуса. Самая экстенсивная система (16 вариант), включающая 9 нулевых обработок, три мелких и два глубоких рыхления (в пару и под кукурузу) обеспечила меньшую в опыте продуктивность, уступая контролю на 0,15 т/га. Однако при замене нулевых обработок на мелкие рыхления под зерновые культуры (11 вариант) разница с контролем сокращалась уже до 0,04 т/га при несомненном экономическом эффекте. Так производительность МТА при мелкой основной обработке в 3-4 раза выше по сравнению со вспашкой, в три раза сокращается расход горючего. Мелкое рыхление, проведённое в оптимальные сроки в сравнение с нулевой обработкой уничтожает малолетние сорняки до их обсеменения. Его лучше проводить культиватором типа КПШ-5 или агрегатом Смарагд (табл. 2).

Под кукурузу своё преимущество оставляет глубокая вспашка, обеспечивающая необходимое для культуры строение пахотного слоя почвы. Этот же приём обработки необходим и после кукурузы под яровую пшеницу с целью разрыхления уплотнённой при её выращивании почвы. А под подсолнечник на зерно вполне допустима и нулевая обработка, не только не уступающая вспашке, но и превосходящая её по урожайности на 1,7 ц/га.

Мелкое рыхление в качестве основной обработки чистого пара также не уступает глубоким обработкам даже при переносе её сроков на весну.

Заключение

Таким образом, минимализация обработки чернозёмов в условиях Южного Урала при условии качественного ухода за паровыми полями и внедрении биологической системы воспроизводства почвенного плодородия на основе использования в качестве органики соломы практически не снижает продуктивность агроценозов, но при этом обеспечивает положительный экономический эффект.

Таблица 2. Система обработки почвы в севооборотах и средний урожай зерна (за 3 ротации)

Вариант	Вид и номер севооборота														Средний урожай зерна, т/га
	1. Зернопаропропашной						2. Зернопаровой				3. Зернопаропропашной				
	Пар чистый -озимая рожь 1988-1992	Яр. пшеница твёрдая 1991-1993	Яр. пшеница мягкая 1992-1994	Кукуруза 1993-1995	Яр. Пшеница мягкая 1994-1996	Ячмень 1995-1997	Пар чистый - озимая пшеница 1996-1999	Просо 1998-2000	Яр. пшеница мягкая 1999-2001	Ячмень 2000-2002	Пар чистый -озимая пшеница 2001-2004	Нут 2003-2005	Яр. пшеница твёрдая 2003-2006	Подсолнечник 2005-2007	
1	В 28-30	В 20-22	В 20-22	В 28-30	В 20-22	В 20-22	В 28-30	В 25-27	В 20-22	В 20-22	В 28-30	В 25-27	В 23-25	В 25-27	1,73
2	В 28-30	П 20-22	В 20-22	Б 28-30	В 20-22	П 20-22	В 28-30	Б 25-27	В 20-22	Б 20-22	В 28-30	Б 25-27	В 23-25	Б 25-27	1,74
3	В 28-30	М 10-12	В 20-22	П 28-30	В 20-22	М 10-12	В 28-30	П 25-27	В 20-22	М 12-14	В 28-30	П 25-27	В 23-25	М 12-14	1,69
4	В 28-30	Нулевая	В 20-22	Ч 38-40	В 20-22	Нулевая	В 28-30	М 12-14	В 20-22	Нулевая	В 28-30	М 12-14	В 23-25	Нулевая	1,64
5	Б 28-30	В 20-22	П 20-22	В 28-30	П 20-22	В 20-22	Б 28-30	В 25-27	П 20-22	В 20-22	Б 28-30	В 25-27	Б 23-25	В 25-27	1,70
6	Б 28-30	П 20-22	П 20-22	Б 28-30	П 20-22	П 20-22	Б 28-30	Б 25-27	П 20-22	Б 20-22	Б 28-30	Б 25-27	Б 23-25	Б 25-27	1,71
7	Б 28-30	М 10-12	П 20-22	П 28-30	П 20-22	М 10-12	Б 28-30	П 25-27	П 20-22	М 12-14	Б 28-30	П 25-27	Б 23-25	М 12-14	1,69
8	Б 28-30	Нулевая	П 20-22	Ч 38-40	П 20-22	Нулевая	Б 28-30	М 12-14	П 20-22	Нулевая	Б 28-30	М 12-14	Б 23-25	Нулевая	1,63
9	П28-30	В 20-22	М 10-12	В 28-30	М 10-12	В 20-22	П 28-30	В 25-27	М 10-12	В 20-22	М 12-14	В 25-27	М12-14	В 25-27	1,67
10	П 28-30	П 20-22	М 10-12	Б 28-30	М 10-12	П 20-22	П 28-30	Б 25-27	М 10-12	Б 20-22	М 12-14	Б 25-27	М12-14	Б 25-27	1,67
11	П 28-30	М 10-12	М 10-12	П 28-30	М 10-12	М 10-12	П 28-30	П 25-27	М 10-12	М 12-14	М 12-14	П 25-27	М12-14	М 12-14	1,69
12	П 28-30	Нулевая	М 10-12	Ч 38-40	М 10-12	Нулевая	П 28-30	М 12-14	М 10-12	Нулевая	М 12-14	М 12-14	М12-14	Нулевая	1,63
13	М 10-12	В 20-22	Нулевая	В 28-30	Нулевая	В 20-22	Ч 38-40	В 25-27	Нулевая	В 20-22	Нулевая	В 25-27	Нулевая	В 25-27	1,66
14	М 10-12	П 20-22	Нулевая	Б 28-30	Нулевая	П 20-22	Ч 38-40	Б 25-27	Нулевая	Б 20-22	Нулевая	Б 25-27	Нулевая	Б 25-27	1,64
15	М 10-12	М 10-12	Нулевая	П 28-30	Нулевая	М 10-12	Ч 38-40	П 25-27	Нулевая	М 12-14	Нулевая	П 25-27	Нулевая	М 12-14	1,65
16	М 10-12	Нулевая	Нулевая	Ч 38-40	Нулевая	Нулевая	Ч 38-40	М 12-14	Нулевая	Нулевая	Нулевая	М 12-14	Нулевая	Нулевая	1,58

Примечание: В - вспашка, Б - безотвальное рыхление, П - плоскорезная обработка, М - мелкое рыхление, Н - нулевая, Ч - чизельное рыхление.

УДК 631.421.1

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА

Ильвес А.Л., Ильвес Н.В., Смолина Л.П.

Аннотация

Дана экономическая оценка разных по интенсивности приемов основной обработки почвы в хозяйствах Северо-Западного региона и предложены основные направления совершенствования системы обработки в севооборотах.

Северо-Западный экономический район не является крупным производителем зерна, традиционно он специализируется на производстве животноводческой продукции. Среди областей региона в наибольшей степени экономический потенциал сельскохозяйственной отрасли сохранила Ленинградская область. На территории области работают 52 племенных хозяйства, которые занимаются разведением крупного рогатого скота черно-белой и айширской пород, а также производством товарного молока. Область лидирует в стране по продуктивности коров, уровень удоев в регионе почти вдвое превышает средние показатели по стране, а в более десяти хозяйств стабильно превышает 8 тысяч килограмм в год. Интенсивное молочное скотоводство является крупным потребителем концентрированных кормов.

В пореформенный период длительное время основную часть концентрированных кормов хозяйства закупали у предприятий комбикормовой промышленности. Те в свою очередь ориентировались на сырье из южных регионов страны, а зерновая отрасль в регионе постепенно деградировала и приходила в упадок. В условиях перманентного роста цен на комбикорма животноводческие хозяйства области расширили посевные площади под зерновыми культурами, а в большинстве случаев и их урожайность. Кроме ценового фактора позитивное влияние при этом оказало освоение новых технологий использования зернофуража, в частности, метода плющения. При этом производство зерна существенно увеличилось по всем природно-

экономическим районам области. Наиболее высокие темпы роста отмечены в хозяйствах на востоке области, однако, их доля в производстве зерна составляет около 13%, около половины валового сбора обеспечивают хозяйства Юго-Запада области.

Следует отметить, что показатели себестоимости и рентабельности производства зерна имеют тенденцию к ухудшению. Например, крупный производитель товарного зерна ЗАО Племзавод «Рапти» за три года увеличил урожайность зерновых культур на 25%, а валовые сборы примерно на 40%. За этот период себестоимость единицы продукции увеличилась на 65%, при росте реализационных цен на зерно примерно на 10%. Это обусловлено непропорциональным ростом цен на минеральные удобрения, горюче-смазочные материалы, приобретение и содержание основных средств (табл.1).

основанной на безотвальной обработке почвы плоскорежущими орудиями.

Таблица 1. Экономическая эффективность приемов обработки почвы
(средние данные за 4 года)

Варианты обработки	Урожайность культур в севообороте, ц з. ед.	Прямые затраты, руб/га	Себестоимость 1 ц з. ед. продукции, руб.	Рентабельность, %
Вспашка на 20 см	30,5	7655	325	57
Вспашка на 10 см	36,8	7520	295	82
Вспашка на 20см+ плоскорезная обработка на 25 см	27,3	7895	390	17
Вспашка на 10см+ плоскорезная обработка на 25см	34,9	8020	345	43

Зональные системы земледелия должны обеспечивать высокий уровень продуктивности севооборотов при рациональном использовании плодородия почвы и снижении затрат на возделывание сельскохозяйственных культур. При современных технологиях возделывания полевых культур затраты на обработку почвы составляют значительную долю в общей структуре затрат.

Снижение расходов на обработку почвы можно добиться различными путями. Наиболее эффективным и изученным в условиях зоны является прием снижения глубины отвальной обработки почвы. Менее изучена возможность использования в условиях Северо-Западной зоны элементов почвозащитной технологии обработки почв,

Сравнивая полученные нами данные при расчете экономической эффективности различных приемов обработки почвы, мы приходим к следующим выводам (таблица). Себестоимость 1 ц з.ед. продукции в среднем за ротацию севооборота на варианте с отвальной вспашкой на глубину 20 см составила 325 руб., на глубину 10 см – 295 руб. варианты обработок вспашки на разные глубины с наложением плоскорезной обработки на глубину 25 см менее рациональны.

Необходимо отметить более высокий уровень рентабельности на варианте со вспашкой на глубину 10 см почти по всем культурам севооборота, только возделывание яровой пшеницы имело примерно равную рентабельность при мелкой и традиционной вспашке.

В условиях специализированных зерновых севооборотах не выявлено существенных различий по влиянию способов механической обработки почвы на плотность ее сложения, твердость, содержание в ней агрономически ценных агрегатов, величину коэффициентов структурности и водопрочности.

Статистически значимых различий агрохимических показателей почвы в зависимости от способов механической обработки не установлено. В севооборотах четко прослеживается увеличение засоренности посевов на вариантах с плоскорезной обработкой почвы по сравнению с вариантами, на которых применялась традиционная вспашка.

В многочисленных полевых опытах установлено, что на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве слабо засоренной многолетними сорняками под яровые зерновые культуры, возделываемые после пропашных и зернобобовых, эффективна мелкая зяблевая обработка на 10-15 см. Для этих целей целесообразно использовать лемешные лущильники и тяжелые диско-

вые бороны. При возделывании озимой ржи и пшеницы по паровым предшественникам, в определенных случаях, достаточно ограничиться поверхностной обработкой почвы, при этом сокращение топливно-энергетических ресурсов на вариантах с менее энергоемкими приемами обработки относительно контроля соответственно равнялось 10-18%.

УДК 631.58.4

ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ И ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Косолапова А.И. **Ямалтдинова В.Р.**

Аннотация

Показано, что в пределах ландшафта продуктивность культур может сильно меняться в зависимости от экспозиции склона, относительно высоты. В настоящее время достаточно хорошо изучены эрозионные процессы, происходящие на склонах различной экспозиции, в меньшей степени охарактеризованы процессы естественной, геохимической дифференциации элементов питания, агрофизических свойств по различным элементарным ландшафтам, их влиянии на продуктивность культур.

Условия и методика

Цель работы – изучить влияние основной обработки почвы на агрофизические и агрохимические показатели дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы и урожайность картофеля в зависимости от геохимического состояния морено-эрозионного ландшафта, обусловленного рельефом.

Исследования проводили в краткосрочных опытах, заложенных на Центральном опытном поле Пермского НИИСХ на дерново-мелкоподзолистой слабокислой почве с содержанием гумуса 2,21%, подвижного фосфора (P_2O_5), калия (K_2O) – соответственно 100 и 134 мг/кг почвы. Схема опыта представлена в таблице. Объект исследования – картофель, сорт Невский. Предшественник – озимая рожь по чистому пару. В качестве питания применяли NPK по 60 кг д.в./га каждого вида.

Метеорологические условия в годы проведения опыта (1993-1995, 2006-2007 гг.) были типичными для Предуралья и благоприятными для роста и развития картофеля.

Результаты исследований

Важным компонентом агромикроландшафтов, определяющим уровень урожайности сельскохозяйственных культур являются почвенные условия. Дерново-подзолистые почвы характеризуются неблагоприятными агрофизическими свойствами.

Плотность сложения является фактором, определяющим почвенную продуктивность. Объемная масса, изучаемой дерново-подзолистой почвы в зависимости от агромикроландшафта изменялась незначительно.

Наиболее сильное уплотнение почвы отмечено при проведении безотвальных обработок. Плотность пахотного слоя в этих вариантах была выше на 0,04-0,06 г/см^2 по сравнению с контролем. На всех вариантах отмечено уплотнение почвы к концу вегетации растений.

Влияние рельефа в большей степени проявилось на твердости почвы. На всех культурах наиболее высоким этот показатель был отмечен в транзитном агроландшафте, так как наиболее ценные водопрочные структурные частицы вымывались за счет развития эрозионных процессов, характерных для склоновых агроландшафтов.

Плоскорезная и чизельная обработка также увеличивали твердость почвы, которая к концу вегетации растений была выше на 1,8-2,4 кг/см^2, чем в вариантах с отвальной вспашкой.

Геохимическая соподчиненность ландшафтов проявилась на показателях почвенного поглощающего комплекса и подвижных элементов питания. Так, наблюдение за агрохимическими показателями почвы показали, что происходит накопление суммы обменных оснований по катене и достигает максимальных значений в межхолмной депрессии (аккумулятивном ландшафте), что связано с преимуществом латерального стока, а также внутри профильной миграции. Вниз по склону в направлении аккумулятивных

ландшафтов наблюдается накопление подвижного фосфора, калия и минерального азота.

Наименьшее содержание этих элементов отмечено в транзитном ландшафте, что связано со смывом их талыми водами в период снеготаяния и ливневыми осадками в течение вегетационного периода. Сдерживают этот процесс безотвальные почвозащитные обработки почвы и рыхление подпахотного слоя, повышающие водопрочность почвы и обеспечивающие накопление агрономически ценной фракции гранулометрического состава.

На всех формах ландшафта преобладает $N\text{-}NH_4$, т.к. нитратная форма с естественным стоком выносится в нижележащие слои и, в отличие от ионов аммония, не образует каких-либо трудно растворимых солей, а также не поглощается отрицательно заряженными коллоидами.

Содержание легкогидролизуемого азота тесно коррелирует с содержанием гумуса ($r = 0,89$) и накапливается в аккумулятивном ландшафте.

Фракционный состав гумуса свидетельствует о том, что содержание первой фракции гуминовых кислот, связанных с несиликатными формами полуторных оксидов, неспособными связывать Са, имеющих кислую природу и ограниченное биостимулирующее влияние на рост и развитие растений, уменьшается вниз по катене.

Содержание наиболее ценной фракции гуминовых кислот увеличивается в направлении межхолмной депрессии, что связано с увеличением содержания суммы обменных оснований, в состав которых входит Са.

В связи с утяжелением гранулометрического состава, накоплением илистой фракции вниз по склону увеличивается содержание менее ценной третьей фракции гуминовых кислот в межхолмной депрессии, но при этом уменьшается содержание фульвокислот I и I^A фракций.

Общее содержание гумуса также тесно связано с элементами рельефа, коэффициент корреляции – 0,91. Наиболее высокое содержание гумуса в па-

хотном слое 3,65% (в среднем по фактору) отмечено в аккумулятивном ландшафте, что на 1,55% ниже, чем в межхолмной депрессии (аккумулятивный ландшафт) и на 2,32% – в транзитном ландшафте. Изменения в содержании гумуса в зависимости от ландшафтных условий связаны с направленностью вещественно-энергетических потоков. Наряду с количественными изменениями в межхолмной депрессии улучшается и качественный состав гумуса – соотношение $C_{гк}$: $C_{фк}$, которое на водоразделе составило 0,65, в аккумулятивном ландшафте – 0,84-0,87.

Приемы основной обработки почвы не оказали существенного влияния на общее содержание гумуса и его фракционный состав, показатели поглощающего комплекса почвы. Интенсивное воздействие на почву (вспашка с почвоуглублением, чизельное рыхление) обеспечило повышение биологической активности. Развитие минерализационных процессов способствовало разложению органических соединений и высвобождению подвижных форм азота, фосфора и калия, содержание которых увеличилось по сравнению с контролем (отвальной вспашкой на глубину пахотного слоя) соответственно на 8-24, 9-17, 9-21% в зависимости от типа ландшафта.

Интегральным показателем влияния ландшафта на продукционный процесс является урожайность культур. Самая высокая урожайность картофеля 27,7 т/га получена на элювиальном ландшафте (табл. 1).

В аккумулятивном ландшафте, несмотря на лучшую обеспеченность элементами питания и влагой, урожайность картофеля была ниже на 3,2 т/га, что обусловлено более низким уровнем температуры почвы в межхолмной депрессии. Наиболее низкая средняя урожайность картофеля 15,5 т/га отмечена в транзитном ландшафте, для которого характерно развитие эрозионных процессов. В опыте установлена тесная отрицательная корреляционная зависимость урожайности картофеля от перепада высот, которая выражена уравнением регрессии $У = 24,9 – 1,79х$, $ч = 0,82$, где У – урожайность, х – высота местоположения.

Таблица 1. Влияние ландшафтных условий и обработки почвы на урожайность картофеля, т/га

Обработка почвы (В)	Ландшафты (А)			Средние по фактору А	Отклонение от среднего
	элювиальный	транзитный	аккумулятивный		
Отвальная вспашка, 20-22 см	24,5	13,0	21,9	19,8	-1,8
Вспашка с почвоуглублением, 28-30 см	27,4	17,9	24,9	23,4	+1,8
Плоскорезное рыхление, 28-30 см	24,0	13,7	22,7	20,1	-1,5
Чизельное рыхление, 28-30 см	27,7	17,3	24,5	23,2	1,6
Средние по фактору А	25,9	15,5	23,5	21,6	
Отклонение от среднего	4,3	-6,1	1,9		
$НСР_{05}$	Частных различий	Главных эффектов			
Фактор А	1,8	1,1			
Фактор В	1,4	0,8			

На всех изучаемых ландшафтах максимальная урожайность картофеля получена в вариантах с почвоуглублением и чизельным рыхлением, которые обеспечивают наиболее рыхлое сложение пахотного слоя и благоприятные условия для формирования продукционного процесса у картофеля.

Заключение

Таким образом, ландшафтная неоднородность геохимического состояния моренно-эрозионной равнины (опольный ландшафт), обусловленная рельефом в большей степени, чем обработка почвы влияет на агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы, которые улучшаются от водораздела (элювиальный ландшафт) к межхолмной депрессии (аккумулятивный ландшафт). Несмотря на лучшую обеспеченность элементами питания в аккумулятивном ландшафте, максимальная урожайность картофеля 25,9 т/га (в среднем по фактору) получена на элювиальном ландшафте, так

как эта культура в большей степени реагировала на температурный режим почвы. Сравнительная комплексная оценка основной обработки почвы выявила преимущество почвоуглубления, проведенное отвальным и чизельным плугами.

УДК 631.51.430

ИЗ ОПЫТА ПО МИНИМАЛИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

Мальцев М.И., Путивская Л.Д.

Аннотация

Приведены результаты исследований по определению влияния приёмов разделки пласта многолетних трав (кострец безостый 2 г. п.) и заделки сидерата (рапс летнего срока посева) на физическое состояние почвы и продуктивность яровой пшеницы.

Перспективы развития современного земледелия нельзя представить без внедрения ресурсо-и энергосберегающих технологий. Известно, что выбор приемов минимализации обработки должен осуществляться с учетом сложных почвенно-климатических условий данного региона, уровня ресурсного обеспечения сельхозпроизводителя и других факторов. Однако не все аспекты ресурсосберегающих технологий изучены достаточно полно. В настоящее время в Западной Сибири продолжается процесс совершенствования систем основной обработки почвы на основе ее минимализации с учетом особенностей фитосанитарной обстановки полей, севооборотов, уровня плодородия почв, метеорологических условий, производственных ресурсов хозяйств (Власенко, Синещеков, Слесарев и др.,2010).

Условия и методика

Исследования проводили на территории опытного поля Алтайского НИИ сельского хозяйства (склоне юго-восточной экспозиции), расположен-

ной в Приобской природно-климатической зоне Алтайского края. Характерным для данной территории является холмисто-увалистый рельеф, наличие склонов (преимущественно выпуклой и прямой формы) значительной длины (до 3км) и крутизны (до 6°). Почвенный покров представлен, в основном, черноземами обыкновенными и выщелоченными разной степени эродированности. Материнскими породами являются пылеватые лессовидные суглинки, что предопределяет легкую размываемость почв талыми и ливневыми водами. Климат - резко континентальный, сумма годовых осадков 470-520мм. Гидротермический коэффициент вегетационного периода 0,6-1,2 .

Изучали приёмы разделки пласта многолетних злаковых трав и заделки зеленой массы сидерата.

Варианты обработки почвы по пласту многолетних трав:

1 – дискование (БДН) в 2 следа +отвальная обработка ПН-4-35 на глубину 25-27 см;

2 – дискование (БДН) в 2 следа + плоскорезная обработка КПШ-5 на глубину 12-14 см;

По пару сидеральному:

1 – отвальная обработка ПН-4-35 на глубину 25-27 см с оставлением кулисной полосы 0,5 м через 4 прохода плуга;

2 – дискование (БДН) в 2 следа с оставлением кулисной полосы 0,5 м через 6м + плоскорезная обработка КПШ-5 на глубину 12-14 см.

Плотность почвы и дифференциальную порозность определяли по Н.А.Качинскому, урожайность яровой пшеницы – прямым комбайнированием «Сампо-500» с пересчетом данных на 100% чистоту и 14% влажность.

Площадь главных делянок (150х144м)=2,16 га, площадь субделянок (150х24 м)=0,36 га, повторность вариантов обработки почвы – трехкратная, расположение делянок – систематическое.

Годы проводимых исследований характеризовались различной влагообеспеченностью растений осадками в течение вегетации, что позволяло оценить влияние приемов обработки почвы и предшественников на изу-

чаемые показатели, при различном содержании продуктивной влаги в почве, в значительной степени, определяющей урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почв.

Результаты исследований

Одним из основных приемов создания в почве благоприятного физического состояния является ее механическая обработка. Создавая сложение почвы, она влияет на оструктуренность, водопроницаемость, влагоемкость и воздушный режим почвы.

Проведенные четырехлетние исследования выявили достоверное влияние обработки на плотность 30-ти сантиметрового слоя почвы. В сравнении с отвальной, мелкая обработка достоверно увеличивала плотность почвы на 0,4-0,6 г/см^3 (табл.1).

Наиболее рыхлое сложение обрабатываемого слоя отмечалось после многолетних трав, вследствие рыхлящего действия корневой системы и большого поступления в почву растительных остатков, что, в свою очередь, способствовало непродуктивному расходованию влаги и, соответственно, снижению урожайности.

Таблица 1. Влияние предшественников и приемов обработки на плотность слоя почвы 0-30см под посевом пшеницы в начале вегетации (г/см^3), (1999-2002 гг.)

Предшественник (фактор «А»)	Обработка почвы (фактор «В»)	Среднее	
		по «В»	по «А»
Многолетние травы	Отвальная на 25-27 см	1,04	1,06
	Плоскорезная на 12-14 см	1,08	
Пар сидеральный	Отвальная на 25-27 см	1,09	1,12
	Плоскорезная на 12-14 см	1,14	
$НСР_{05}$		0,03	0,03

При разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия необходимо учитывать роль предшественника в поддержании благоприятной фитоса-

нитарной ситуации в агроценозе, во влиянии на агрохимические и агрофизические свойства почвы, устойчивость к эрозионным процессам.

Наши исследования показали, что на склоновых землях южной экспозиции, обустроенных контурно-мелиоративным способом, пар сидеральный (рапс летнего посева), создает более благоприятный водно-воздушный режим почвы, чем многолетние травы, обеспечивая соотношение пор, занятых капиллярной влагой и воздухом в засушливые годы 1,0:1,5 а в увлажненные 1,0:2,2 (табл.2).

Таблица 2. Влияние предшественников на дифференциальную порозность слоя почвы 0-30см в начале вегетации яровой пшеницы, %. 1999-2002гг.

Предшественники	Объем пор, занятых	
	капиллярной влагой	воздухом
Многолетние травы	17	34
Пар сидеральный	18	29

Несмотря на различные погодные условия, отмечающиеся в годы проводимых исследований, способы разделки многолетних трав и заделка сидерата не оказали существенного влияния на урожайность яровой пшеницы. В то время как влияние предшественника, было существенным. Наибольшая урожайность была получена по пару сидеральному, которая в сравнении с многолетними травами превышала на 8,3 ц/га (табл.3).

Таблица 3. Влияние приемов основной обработки почвы и предшественников на урожайность яровой пшеницы (ц/га), 1999-2002 гг.

Предшественник (фактор «А»)	Обработка (фактор «В»)	Урожайность	
		Среднее по «В»	Среднее по «А»
Многолетние травы	Отвальная на 25-27 см	20,2	20,1
	Плоскорезная на 12-14 см	20,1	
Пар сидеральный	Отвальная на 25-27 см	29,1	28,4
	Плоскорезная на 12-14 см	27,8	
$НСР_{05}$		2,5	2,0

Заключение

Таким образом, на склоновых землях, обработку почвы после многолетних трав и заделку сидератов, целесообразно проводить в два этапа, включающих обработку дернины и заделку зеленой массы дисковыми орудиям с последующим мелким плоскорезным рыхлением.

Сидеральный пар (рапс летнего срока посева с оставлением кулис при заделке зеленой массы в почву) оптимизирует физическое состояние эродированных черноземов не хуже сеяных многолетних злаковых трав двухлетнего года пользования и как предшественник до 40 % превосходит многолетние травы по продуктивности яровой пшеницы.

Литература

1. Власенко А.Н., Синещеков В.Е., Слесарев В.Н. и др. Эффективность минимализации обработки черноземов выщелоченных лесостепи Приобья /А.Н. Власенко, В.Е. Синещеков, В.Н. Слесарев, Н.В. Васильева, Г.И. Ткаченко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.-2010. -№6.– С. 5-10.

УДК 631.058.6

ЗАПАСЫ ОБЩЕЙ И ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В ПОСЕВАХ КУЛЬТУР ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЕГО ОБРАБОТКИ

Косякин П.А., Боронтов О.К., Елфимов М.Н.

Аннотация

Приведены результаты исследований по оценке эффективности разных систем обработки в зерно-травяно-пропашном севообороте на черноземе выщелоченном мало гумусном тяжелосуглинистом. Показано, что максимальная производительность (6,4 т/га) была при отвальной обработке, а при безотвальной она снизилась на 16%.

Влияние систем основной обработки почвы на запасы общей и продуктивной влаги звена зернопаротравянопропашного севооборота в 2008-2010гг. изучалось во ВНИИСС в девятипольном стационарном опыте, заложенном в

1985 году. Площадь делянки 100 м^2, повторность трехкратная с систематическим размещением. Почва – чернозём выщелоченный с содержанием гумуса 5,2-5,7%. Исследования проведены в звене клевер – озимая пшеница – сахарная свекла – однолетние травы (горох-овес) – кукуруза на зеленую массу по следующим системам основной обработки почвы:

А – отвальная вспашка под озимую пшеницу, однолетние травы, клевер на глубину 20-22 см; под кукурузу на глубину 25-27 см с предварительным дисковым лущением; под сахарную свеклу на глубину 30-32 см по схеме улучшенной зяби.

Г – безотвальная – плоскорезная под клевер, озимую пшеницу и однолетние травы на глубину 20-22 см; под кукурузу на глубину 25-27 см с предварительным дисковым лущением; под сахарную свеклу на глубину 30-32 см по схеме улучшенной зяби.

Д – комбинированная: плоскорезная обработка под клевер, озимую пшеницу, однолетние травы на глубину 20-22 см. Отвальная вспашка: под кукурузу на глубину 25-27 см с предварительным дисковым лущением; под сахарную свеклу на глубину 30-32 см по схеме улучшенной зяби.

Опыты проведены на удобренном фоне, где вносили 11 т навоза и минеральных удобрений $(NPK)_{59}$ на 1 га севооборотной площади.

Клевер: весеннее определение запасов влаги в почве показало, что при отвальной и комбинированной обработках почвы в полутораметровом слое почвы было достоверно больше влаги (422,7 и 429,0 мм/га), чем при безотвальной – 400,8 мм/га (табл. 1).

Однако содержание влаги в верхних слоях почвы 0-50 см и 0-100 см мало различалось между обработками почвы. Так, в полутораметровом слое запасы общей влаги составляли 128,0-132,2 мм/га, а продуктивной 47,2-51,2 мм/га.

Таблица 1. Запасы общей (1) и продуктивной (2) влаги по профилю почвы в посевах клевера, (мм/га), 2008-2010 гг.

Обработка почвы	Слой почвы, см	Период вегетации						Расход почвенной (общей) влаги за вегетацию	
		Начало		Середина		Конец			
		1	2	1	2	1	2	I половина	II половина
А Отвальная	0-50	130,0	51,2	134,4	55,6	91,2	12,4	-	43,2
	0-100	280,1	118,4	292,0	130,3	196,0	34,3	-	96,0
	0-150	422,7	176,4	-	-	302,9	56,6	-	-
Г Безотвальная	0-50	132,2	49,4	152,3	69,5	93,9	11,1	-	58,4
	0-100	284,7	117,2	301,3	133,8	195,8	28,3	-	105,5
	0-150	400,8	148,8	-	-	302,8	50,8	-	-
Д Комбинированная	0-50	128,0	47,2	130,2	49,4	92,5	11,7	-	37,7
	0-100	287,7	123,5	291,7	127,5	190,6	26,4	-	101,1
	0-150	429,0	180,1	-	-	293,6	44,7	-	-
$НСР_{05}$ для слоя 0-150 см	25,0					20,0			

Благодаря выпадающим в достаточной степени дождям в первую половину вегетации установлено, что запасы влаги в почве пополнялись и составили в 0-50 см слое 130,2-152,3 мм/га, а в метровом – 291,7-301,3 мм/га. Следовательно, за первую половину вегетационного периода почвенная влага не расходовалась и выпадающие дожди пополняли ее запасы. При безотвальной обработке пополнение было большим в слое 0-50 см из-за худшего развития растений клевера.

Запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см различались между обработками незначительно, на 3-5 %.

К уборке содержание влаги в почве значительно уменьшалось на 37,7-58,4 мм/га в полутораметровом слое и на 96,0-105,5 мм/га в метровом.

Определение запасов влаги не выявило значительной разницы между обработками почвы. Так, при отвальной обработке общие запасы влаги со-

ставили 302,9 мм/га, при безотвальной – 302,8 мм/га, при комбинированной – 293,6 мм/га.

Следовательно, изучение динамики запасов влаги под клевером не выявило существенных различий между вариантами обработки почвы. Однако, наблюдается тенденция лучшего режима влажности почвы при безотвальной обработке почвы.

Озимая пшеница, высеваемая по клеверу, также при возобновлении вегетации была достаточно обеспечена влагой и её содержание составило 124,1 -133,3 мм/га в слое 0-50 см; 256,2-276,6 мм/га в слое 0-100 см; 394,2-409,0 мм/га в слое 0-150 см, что несколько ниже, чем содержание влаги в посевах клевера (табл. 2).

Различия по содержанию влаги в почве между вариантами обработки почвы были также несущественны, но только при комбинированной обработке ее содержание было несколько выше и составило 409,0 мм/га в слое почвы 0-150 см.

Содержание продуктивной влаги также увеличилось до 160 мм/га по сравнению с отвальной и безотвальной обработками. Данное увеличение запасов влаги при комбинированной обработке почвы происходило за счет увеличения влажности всех слоев почвы равномерно. Это объясняется уменьшением плотности сложения и увеличением подвижности почвенной влаги.

К середине вегетации запасы влаги почвенных слоев уменьшились на 1,4-46,6 мм/га, следовательно растения озимой пшеницы в первую половину вегетации использовали не только влагу выпадающих осадков, но и влагу почвенных слоев, причем влагу нижележащих слоев в большей мере.

Больший расход почвенной влаги отмечен при комбинированной обработке почвы – 46,8 мм/га из метрового слоя почвы, а меньший – 18,1 мм/га, при безотвальной обработке. Данное обстоятельство связано, во-первых, с лучшей доступностью почвенной влаги из-за меньшей плотности сложения.

Таблица 2. Запасы общей (1) и продуктивной (2) влаги по профилю почвы в посевах озимой пшеницы (мм/га), 2008-2010 гг.

Обработка почвы	Слой почвы, см	Период вегетации						Расход почвенной (общей) влаги за вегетацию	
		Начало		Середина		Конец			
		1	2	1	2	1	2	I полови-на	II полови-на
А Отвальная	0-50	124,1	45,3	114,6	35,8	97,5	18,7	9,5	17,1
	0-100	256,2	94,5	227,0	65,3	204,6	42,9	29,2	22,4
	0-150	394,2	147,9	-	-	318,3	72,0	-	-
Г Безотваль-ная	0-50	131,6	48,8	130,2	47,4	95,8	13,0	1,4	34,4
	0-100	263,9	96,4	245,8	78,3	204,7	37,2	18,1	41,1
	0-150	394,8	142,8	-	-	294,4	42,4	-	-
Д Комбиниро-ванная	0-50	133,3	52,5	101,5	40,7	93,5	12,7	11,8	28,0
	0-100	276,6	112,4	230,0	65,8	200,0	35,8	46,6	30,0
	0-150	409,0	160,1	-	-	291,4	42,5	-	-
$НСР_{05}$ для слоя 0-150 см	29,4					21,0			

Так, при содержании общей влаги в середине вегетации при комбинированной обработке 230 мм/га, запасы продуктивной влаги составили 65,8 мм/га, а при безотвальной обработке 245,8 мм/га и 78,3 мм/га соответственно. А во-вторых, благодаря большему развитию корневой системы.

Во второй половине вегетации озимой пшеницы расход почвенной влаги вырос, однако больший ее расход отмечался при комбинированной обработке. Запасы влаги наибольшими оказались при отвальной обработке – в слое 0-150 см – 318,3 мм/га, а наименьшими при комбинированной – 291,4 мм/га.

Таким образом, содержание и расход влаги в посевах озимой пшеницы свидетельствует о большем расходе при комбинированной обработке.

Общие запасы влаги при посеве **сахарной свеклы** составили в слое 0-150 см 424,0- 437,6 мм/га, что на 10 % выше, чем в посевах озимой пшеницы и на 5% чем в посевах клевера (табл.3).

Таблица 3. Запасы общей (1) и продуктивной (2) влаги по профилю почвы в посевах сахарной свеклы (мм/га), 2008-2010 гг.

Обработка почвы	Слой почвы, см	Период вегетации						Расход почвенной (общей) влаги за вегетацию	
		Начало		Середина		Конец			
		1	2	1	2	1	2	I половина	II половина
А Отвальная	0-50	120,4	41,6	115,8	37,0	115,8	37,0	4,6	-
	0-100	274,2	112,5	268,1	106,4	251,4	89,7	6,1	16,7
	0-150	437,6	191,3	-	-	366,1	119,8	-	-
Г Безотвальная	0-50	120,4	37,6	107,8	25,0	122,7	39,9	12,6	-
	0-100	278,4	110,9	258,1	90,6	257,1	89,6	20,3	1,0
	0-150	424,0	172,0	-	-	363,0	111,0	-	-
Д Комбинированная	0-50	135,3	54,5	139,3	58,5	116,9	22,8	-	22,4
	0-100	293,7	129,5	291,0	126,8	228,3	54,2	2,7	62,7
	0-150	436,8	187,9	-	-	350,3	101,4	-	-
$НСР_{05}$ для слоя 0-150см	23,4					18,5			

Существенной разницы между вариантами обработки почвы не было установлено, но при комбинированной обработке в слое почвы 0-50 см отмечено увеличение содержания влаги на 15 мм/га по сравнению с отвальной и безотвальной обработками. Таким же закономерностям подчинялось содержание продуктивной влаги в почве. К середине вегетационного периода содержание влаги в слое 0-100 см уменьшалось на 2,7-20,3 мм/га, причем интенсивнее процесс происходил при безотвальной обработке. Было установлено, что запасы влаги при комбинированной обработке почвы составили в слое 0-50 см – 139,3 мм/га и в слое 0-100 см – 291,0 мм/га, что на 20% и 9% выше, чем при отвальной и безотвальной обработках соответственно.

К уборке сахарной свеклы содержание влаги в слоях почвы выравнивалось по обработкам почвы. Так, в слое 0-50 см при отвальной обработке запасы общей влаги составили 115,8 мм/га, а при комбинированной – 116,8 мм/га. В слое почвы 0-100 см минимальные запасы влаги оказались при ком-

бинированной обработке почвы – 228,3 мм/га, однако запасы в полуторамет-ровом слое были примерно равны и составили 350,3-366,1 мм/га.

Расход влаги почвенных слоев за первую половину вегетации был выше при безотвальной обработке почвы, а за вторую часть вегетационного периода при комбинированной обработке.

Расход почвенной влаги за вегетацию сахарной свеклы был выше при комбинированной обработке. При этом неоднозначна роль в водообеспечении различных почвенных слоев. Больше почвенной влаги сахарная свекла потребляла из более глубоких горизонтов, в отличие от озимой пшеницы, где расход почвенной влаги слоев 0-50 см и 50-100 см был примерно одинаков.

При посеве **однолетних трав (горох-овес)** содержание влаги в почве составило: в слое 0-100 см – 266,6-293,1 мм/га, а в слое 0-150 см – 419,7-434,9 мм/га (табл.4).

Большее содержание влаги в почве было при комбинированной обработке, на этом же варианте также отмечено высокое содержание влаги и в слое 0-100 см. Из-за невысокой плотности сложения при комбинированной обработке количество продуктивной влаги составило: 58,3 мм/га в слое 0-50 см; 128,0 мм/га в слое 0-100 см; и 186,0 мм/га в слое 0-150 см, что на 9-30 мм/га больше, чем при других обработках почвы.

В середине вегетации содержание влаги в почве незначительно (на 3-5мм/га) изменялось. При этом, при отвальной обработке оно, как и в весенний период было меньше на 30 мм/га, чем при безотвальной и комбинированной обработках.

При уборке однолетних трав в слое 0-150 см содержалось при комбинированной обработке 360,1 мм/га влаги, а при отвальной и безотвальной – 380 мм/га. Однако, при безотвальной обработке влаги больше было в верхнем, 0-50 см слое почвы, по сравнению с другими обработками.

Расход почвенной влаги за первую половину вегетации отсутствовал, так как выпадающие дожди полностью компенсировали ее. За вторую поло-

вину вегетации больше всего почвенной влаги израсходовалось при комбинированной – 22,6 мм/га – из слоя 0-50 см и 55,6 мм/га из слоя 0-100 см. Меньше всего расход составлял при отвальной обработке.

Таблица 4. Запасы общей (1) и продуктивной (2) влаги по профилю почвы в посевах однолетних трав (мм/га), 2008-2010 гг.

Обработка почвы	Слой почвы, см	Период вегетации						Расход почвенной (общей) влаги за вегетацию	
		Начало		Середина		Конец			
		1	2	1	2	1	2	I половина	II половина
А Отвальная	0-50	119,3	40,5	119,8	41,0	112,0	33,2	-	7,8
	0-100	266,6	104,9	261,0	99,3	251,4	89,7	5,6	9,6
	0-150	419,7	173,4	-	-	380,3	134,0	-	-
Г Безотвальная	0-50	143,4	60,6	149,0	66,2	142,3	59,5	-	6,7
	0-100	293,1	125,6	297,5	138,0	282,5	115,0	-	15,0
	0-150	427,1	175,1	-	-	381,5	129,5	-	-
Д Комбинированная	0-50	139,1	58,3	148,0	67,2	125,4	44,6	-	22,6
	0-100	292,2	128,0	298,8	134,6	243,6	79,4	-	55,6
	0-150	434,9	186,0	-	-	360,1	111,2	-	-
$НСР_{05}$ для слоя 0-150 см	25,1					19,0			

В среднем, лучшие условия водопотребления однолетних трав складывались при отвальной и комбинированной обработках.

В посевах **кукурузы** весенние запасы влаги в почве были одинаковы при различных системах обработки: в слое 0-100 см 228,7-310,9 мм/га, в слое 0-150 см 443,4-453,8 мм/га, поэтому обработки почвы не влияли на весенние запасы влаги (табл.5).

За первую половину вегетации содержание влаги уменьшалось на 6,0-14,7 мм/га в слое 0-50 см и на 7,6-40,4 мм/га в метровом слое почвы. Больший расход почвенной влаги отмечен при отвальной обработке – до 40,4 мм/га в слое 0-100 см, а меньший при безотвальной обработке – 7,6 мм/га.

Таблица 5. Запасы общей (1) и продуктивной (2) влаги по профилю почвы в посевах кукурузы (мм/га), 2008-2010 гг.

Обработка почвы	Слой почвы, см	Период вегетации						Расход почвенной (общей) влаги за вегетацию	
		Начало		Середина		Конец			
		1	2	1	2	1	2	I половина	II половина
А Отвальная	0-50	137,5	58,7	125,0	46,2	81,8	3,0	12,5	43,2
	0-100	298,7	137,0	258,3	96,6	187,3	25,6	40,4	71,0
	0-150	453,9	207,6	-	-	291,7	45,4	-	-
Г Безотвальная	0-50	139,0	56,2	145,0	62,2	85,5	2,7	6,0	59,5
	0-100	300,0	132,5	298,4	130,9	192,3	24,8	7,6	106,1
	0-150	443,4	191,4	-	-	302,6	50,6	-	-
Д Комбинированная	0-50	149,2	68,4	134,5	53,7	81,6	0,8	14,7	52,9
	0-100	310,9	146,7	281,9	117,7	188,2	24,0	29,0	93,7
	0-150	453,8	204,9	-	-	287,7	38,8	-	-
$НСР_{05}$ для слоя 0-150 см	26,0					21,7			

За вторую половину вегетации расход почвенной влаги вырос до 106,1 мм/га при безотвальной обработке в метровом слое почвы. Расход между обработками почвы был примерно одинаков. Так, при безотвальной обработке из слоя 0-50 см израсходовалось 59,5 мм/га влаги, а при комбинированной – 52,9 мм/га.

Следовательно, динамика содержания влаги в посевах кукурузы показывает, что влагообеспеченность на всех вариантах была одинакова.

Таким образом, больший расход почвенной влаги культурами севооборота был при отвальной и комбинированной системах обработки почвы в севообороте, а меньший – при безотвальной.

УДК 631.421.1

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИРОСТА МАССЫ РАСТЕНИЙ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТЕ.

Боронтов О.К., Косякин П.А., Попов С.С., Енин Е.В.

Аннотация

Установлены закономерности накопления наземной вегетативной массы и потребления элементов питания по фазам роста и развития возделываемых культур, а также их затраты на создание 1 т основной продукции клевера лугового, озимой пшеницы, сахарной свеклы, однолетних трав и кукурузы на зерно при разных способах заделки удобрений. Дана экономическая и энергетическая оценка различных систем обработки черноземов в зернотравянопропашном севообороте.

Исследования динамики роста и поступления питательных веществ в растения полевых культур проводились в разное время на различных почвах. Чаще эти исследования осуществлялись с отдельными культурами. Данных о комплексном изучении нескольких культур при различных обработках почвы в литературе крайне мало. Поэтому изучить динамику прироста сырой и сухой массы растений, а также динамику потребления питательных веществ – актуальная задача в оптимизации питания растений.

Условия и методика

Исследования проведены в 2008-2011 гг. в стационарном опыте ВНИИСС заложенном в 1985 году. Чередование культур в севообороте: черный пар, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень с подсевом клевера, клевер на 1 укос, озимая пшеница, сахарная свекла, овес-горох, кукуруза на зеленый корм. Исследования проведены в звене севооборота с клевером. Изучены 3 системы основной обработки почвы: А – отвальная – вспашка под все культуры севооборота; Г – безотвальная (плоскорезная) обработка почвы под все культуры, Д – комбинированная (отвально-безотвальная) обработка, где под пропашные культуры и черный пар производится отвальная вспашка, а под остальные культуры – безотвальная обработка. Агротехника возделывания –

общепринятая для зоны. Под культуры вносили навоз и минеральные удобрения по рекомендации. Всего – $N_{59}P_{59}K_{59}$ и 11 т навоза на 1 га севооборотной площади.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 4,9-5,7 %, $pH_{вод}$-6,9. Содержание нитратного азота – 27 мг/кг, подвижного фосфора – 60 мг/кг, обменного калия – 90 мг/кг.

Для определения динамики роста и потребления питательных веществ каждые 20 дней после посева и до уборки отбирали пробы растений с площадок 225 $см^2$ в 4-х кратной повторности. В воздушно-сухих растительных образцах определяли азот – по Къельдалю в модификации Сереньева (ГОСТ 10846-91), содержание фосфора и калия – по Дениже (ГОСТ 26657-97, ГОСТ 30504-97).

Метеорологические условия исследований были различны. Так, в 2008 году за вегетацию выпало 254 мм при ГТК – 0,9; в 2009 году – 191 мм при ГТК – 0,4; в 2010 году – 326 мм при ГТК – 1,6; в 2011 году – 285 мм при ГТК – 1,2 и среднемноголетних значениях 345 мм и ГТК – 1,4.

Результаты исследований

Клевер – продолжительность вегетационного периода 65 дней. За первые 40 дней вегетации суточный прирост сухих веществ был незначительным и составил 0,1-0,2 т/га. За этот период сухая масса растений составила 0,56-0,63 т/га или 10 % от уборочной массы, и не зависела от обработки почвы.

Формирование вегетативной массы значительно усилилось в период с 15 мая по 5 июня в фазу бутонизации – цветения. Так, суточный прирост сухих веществ составил при отвальной и комбинированной обработках 0,21 т/га, а при безотвальной обработке 0,17 т/га, на 19 % ниже. В последний период перед уборкой суточный прирост при отвальной обработке не изменился и составил 0,21 т/га, при безотвальной – увеличился до 0,25 т/га, и при комбинированной – снизился до 0,15 т/га.

Суточное потребление азота клевером за вегетацию изменялось от 0,3 до 3,7 кг/га, фосфора – от 0,1 до 2,1 кг/га, калия – от 0,1 до 4,6 кг/га. Большее потребление было перед уборкой.

Различия по обработкам почвы было незначительными, как по среднесуточному потреблению, так и по расходу питательных веществ, потраченных на образование 1 т урожая. Расход составил: для азота 4,3-4,7 кг/т, для фосфора 2,3-2,9 кг/т, для калия 4,1-4,9 кг/т.

Озимая пшеница – Продолжительность вегетации от отрастания составляет 100 дней. Основная масса растений образовывалась в период с 5 до 25 мая (фаза трубкование – колошение). За этот период масса растений увеличивалась до 70 % от наибольшего количества, суточный прирост сырой массы составил 0,68-0,80 т/га, а сухого вещества 0,17-0,20 т/га. Наибольшая масса растений образовывалась при отвальной обработке.

Второй период значительного прироста сухого вещества был перед уборкой, а суточный прирост сухого вещества составил 0,26 т/га.

В потреблении озимой пшеницей питательных веществ наблюдалось 2 периода максимальных значений. Первый приходился на май (в фазу трубкование – колошение). В данное время суточное потребление азота составило при отвальной обработке 6,3 кг/га, при безотвальной – 6,6 кг/га, при комбинированной – 5,3 кг/га. Потребление фосфора – 2,0; 1,6; 1,3 кг/га; калия – 1,5; 4,2; 3,5 кг/га соответственно.

Второй период увеличенного суточного потребления приходился на предуборочный срок, однако потребление азота здесь сократилось вдвое.

Перед уборкой среднесуточное потребление азота составило 1,2-1,4 кг/га; фосфора – 0,8-1,0 кг/га; калия 1,8-2,4 кг/га.

Установлено, что общее потребление азота составило 124-210 кг/га, фосфора – 85-95 кг/га, калия – 182-239 кг/га, а меньшее потребление питательных веществ наблюдалось при безотвальной обработке почвы в севообороте.

Расчет расхода элементов питания на образование 1 т зерна показал, что азота было потрачено при отвальной обработке 43 кг/т, фосфора – 25 кг/т, калия – 56 кг/т; при безотвальной – 40; 31; 61 кг/т; при комбинированной – 42; 27; 75 кг/т соответственно. Таким образом, более эффективно питательные вещества растения озимой пшеницы расходовали при отвальной обработке.

Сахарная свекла – основная культура зернопаропропашного севооборота с продолжительностью вегетационного периода 140 дней.

Развитие растений в начальные этапы происходит крайне медленно, поэтому за первые 55 дней вегетационного периода было образовано 12-16 % сырой массы и 6-9 % сухих веществ от уборочного количества.

В фазу смыкания листьев в междурядьях был наибольший прирост сырой массы растений, и она составила на 20.07 27,8-45,9 т/га, что соответствовало 45-75 % от уборочной массы. Наибольшее увеличение было при отвальной обработке почвы, наименьшее – при комбинированной. Суточный прирост сухих веществ в этот период составил при отвальной обработке почвы 0,21 т/га, при безотвальной – 0,18 т/га, при комбинированной – 0,15 т/га.

Дальнейший учет показал снижение суточного прироста при отвальной и безотвальной обработках до 0,12 т/га, и увеличение при комбинированной до 0,26 т/га.

В предуборочный период максимальный прирост сухой массы сахарной свеклы наблюдался при отвальной обработке – 0,23 т/га, прирост при комбинированной обработке снизился на 26 %, а при безотвальной обработке в 10 раз по сравнению со сроком учета до уборки.

Потребление питательных веществ растениями сахарной свеклы происходило крайне неравномерно. Так, большее потребление азота и фосфора отмечено в фазу 5-ти пар листьев до смыкания в рядках – 2,5-3,4 кг/га и 2,1-3,8 кг/га, а калия в период с 20.07 по 10.06 – 1,4-4,4 кг/га. Потребление азота и фосфора снижалось значительно, до 0,2-0,4 кг/га, а среднесуточное потребление калия не снизилось, и составило в августе 2,2-3,4 кг/га.

Определено, что сахарная свекла с урожаем выносит из почвы 128-152 кг/га азота, 68-11 кг/га фосфора, и 160-281 кг/га калия. Наибольшие значения выноса азота и фосфора соответствовали отвальной обработке почвы, а калия – комбинированной. Наименьшие значения – при безотвальной.

На образование 1 т корнеплодов израсходовано азота при отвальной обработке 5,2 кг/т, при безотвальной 4,8 кг/т, при комбинированной 4,6 кг/т; фосфора – 3,8; 2,6; 3,7 кг/т; калия – 5,5; 6,4; 9,7 кг/т соответственно. Следовательно, эффективность в потреблении азота сахарной свеклой возрастала при комбинированной обработке, фосфора – при безотвальной, калия – при отвальной.

Однолетние травы (горох-овес) – за вегетационный период 55 дней накопление происходило неравномерно. За первые 20 дней было накоплено 16-19 % сырой массы растений и 10 % сухой массы. Последующие 20 дней накопление сухого вещества составило 33-36 %, а основная масса растений образовывалась 15 дней перед уборкой.

Установлено, что наибольшие темпы нарастания сухого вещества были при комбинированной обработке, а наименьшие – при безотвальной во все сроки учета.

В потреблении питательных веществ наблюдалось два периода максимального накопления – это середина вегетации и перед уборкой. Так, за первые 20 дней потребление азота составило 18-26 кг/га, потребление фосфора 16-21 кг/га, калия 12-15 кг/га с большими значениями при комбинированной обработке.

Учеты в середине вегетации и перед уборкой позволили установить, что более всего питательных веществ в однолетних травах было при комбинированной обработке.

Вынос азота составил 87-108 кг/га, фосфора 48-58 кг/га, калия 148-198 кг/га. Расчет суточного потребления показал, что интенсивнее этот процесс шел в середине вегетации, и особенно, при комбинированной обработке. Так,

потребление азота составило 2,9 кг/га за сутки, фосфора 1,1 кг/га за сутки, калия 3,3 кг/га за сутки.

Расход азота и калия наибольшим оказался при комбинированной обработке (4,0 кг/т и 7,4 кг/т), а более экономно питательные вещества расходовались при отвальной обработке (N – 3,9 кг/т; P_2O_5 – 2,0 кг/т; K_2O – 6,1 кг/т).

Кукуруза – вегетационный период выращивания культуры составил 65 дней. За первую треть было образовано 20-26 % надземной массы. В середине вегетации прирост увеличился и масса растений составила при отвальной обработке 29 т/га, при безотвальной – 20,2 т/га, при комбинированной – 28,5 т/га.

Перед уборкой установлен самый большой прирост сухой массы кукурузы 0,19 т/га – при отвальной обработке, 0,18 т/га – при безотвальной, и 0,20 т/га – при комбинированной.

Расход элементов питания был большим при отвальной обработке, а меньшим при безотвальной. Расход азота при отвальной обработке составил 3,8 кг/т, а при безотвальной – 2,7 кг/т; расход калия 4,0 кг/т и 3,7 кг/т соответственно. Следовательно, более предпочтительнее под кукурузу по динамике потребления питательных веществ отвальная обработка почвы.

Урожайность – является интегральным показателем эффективности возделывания культур. В наших исследованиях урожайность зависела от обработки почвы и культуры звена севооборота.

Результаты исследований показывают, что наибольшая урожайность клевера составила при комбинированной (Д) обработке (26,2 т/га), что на 25% выше, чем при безотвальной (Г) обработке (табл. 1).

Урожайность озимой пшеницы (3,24 т/га) была максимальной при отвальной обработке почвы. Урожайность сахарной свеклы при безотвальной обработке составила 26,4 т/га, что на 2,6 т/га ниже, чем при отвальной обработе.

Таблица 1. Урожайность культур звена зернопаропропашного севооборота, и энергетическая и экономическая оценка обработки почвы (2008-2010 гг.).

Культуры	Обработка почвы	Урожайность,		Коэффициент энергетической эффективности	Себестоимость, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
		т/га	т/га, к.е.				
Клевер	отвальная	25,8	5,70	8,5	0,25	3,9	61
	безотвальная	20,9	4,62	7,1	0,31	2,0	31
	комбинированная	26,2	5,79	7,8	0,24	4,1	64
Озимая пшеница	отвальная	3,24	4,40	2,4	3,50	3,2	28
	безотвальная	3,07	4,03	2,2	3,42	3,3	31
	комбинированная	3,15	4,03	2,4	3,35	3,6	34
Сахарная свекла	отвальная	29,0	9,18	2,5	1,01	14,3	49
	безотвальная	26,4	7,95	1,7	1,04	12,2	44
	комбинированная	29,0	9,42	2,4	0,98	15,0	53
Однолетние травы	отвальная	24,2	4,52	3,2	0,29	5,0	70
	безотвальная	23,5	4,39	3,2	0,28	5,2	79
	комбинированная	26,8	5,01	3,8	0,29	6,8	103
Кукуруза	отвальная	38,5	8,06	4,4	0,33	6,6	52
	безотвальная	27,7	5,82	3,4	0,39	3,1	29
	комбинированная	36,7	7,71	4,3	0,32	6,4	53

Урожайность однолетних трав составила при отвальной обработке 24,2 т/га, что на 10% ниже, чем при комбинированной. Максимальная урожайность кукурузы составила 38,5 т/га при отвальной обработке, а при безотвальной – 27,7 т/га.

В засушливых условиях 2010 года наибольшее снижение урожайности изучаемых культур было при безотвальной обработке почвы и составило 9-58% от среднего значения.

Однако, различия урожайности культур, возделываемых при отвальной и комбинированной обработках не выходили за значения $НСР_{05}$, кроме урожайности однолетних трав.

Продуктивность культур, в кормовых единицах наибольшей была 9,42 т/га у сахарной свеклы при комбинированной обработке. Далее, по убыванию продуктивности культуры расположились следующим образом: кукуруза – клевер – однолетние травы – озимая пшеница. Продуктивность в кормовых единицах соответствовала урожайности культур в физическом весе. В целом, по звену севооборота максимальная продуктивность составила 6,37-6,43 т/га к.е. при отвальной и комбинированной обработках, что на 16% выше, чем при безотвальной.

Энергетическая оценка. Энергозатраты при возделывании культур составили 8,0-60,0 ГДж/га. Меньшие энергозатраты соответствовали возделыванию клевера, а большие – сахарной свеклы и зависели от технологии основной обработки почвы. Для кукурузы, озимой пшеницы и однолетних трав они варьировали от 15,6 ГДж/га до 13,7 ГДж/га. Наибольшие значения энергозатрат соответствовали отвальной обработке, наименьшие – безотвальной. В среднем, по звену севооборота энергозатраты при отвальной и комбинированной обработках составили 24,2-23,7 ГДж/га.

Энергетическая эффективность возделывания клевера составила 7,1-8,5; озимой пшеницы 2,2-2,4; сахарной свеклы 1,7-2,5; однолетних трав 3,2-3,8; кукурузы 3,4-4,4. Наименьший коэффициент энергетической эффективности был при безотвальной обработке почвы, а наибольший – при двух других обработках.

В среднем, по звену севооборота энергетическая эффективность при отвальной и комбинированной обработках составила 3,3, а при безотвальной обработке 3,1.

Экономическая эффективность. Затраты на возделывание культур составили 6,4-29,2 тыс. руб/га. Наибольшие соответствовали возделыванию сахарной свеклы, а наименьшие – клеверу при увеличении затрат при от-

вальной обработке. При комбинированной они снижались на 2-8%, а при безотвальной на 7-16%.

Себестоимость продукции изменялась от 0,24 тыс. руб/т для клевера до 3,50 тыс. руб/т для озимой пшеницы.

Наибольшая себестоимость кукурузы и клевера была при безотвальной обработке, а себестоимость однолетних трав, сахарной свеклы не зависела от обработки почвы.

Больший чистый доход установлен при возделывании клевера 4,1 тыс. руб/га, озимой пшеницы 3,6 тыс. руб/га, сахарной свеклы 15,0 тыс. руб/га, однолетних трав 6,8 тыс. руб/га, кукурузы 6,4 тыс. руб/га при комбинированной обработке почвы.

Таким образом, на черноземе ЦЧЗ в зернопропашных севооборотах следует применять комбинированную обработку почвы.

УДК 631.445.24:633.1

ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ЕЁ ОБРАБОТКИ

Николаев В.А.

Аннотация

Показано, что в Центральном районе Нечерноземной зоны применение на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве минимальной системы обработки на глубину 10-12 см, а также прямого посева зерновых приводили к незначительному ухудшению агрофизических свойств пахотного слоя почвы по сравнению с ежегодной вспашкой на глубину 20-22 см, что не сказалось на уровне урожайности возделываемых культур.

Основная задача воспроизводства плодородия заключается в том, чтобы воздействуя на почву различными приемами, довести его до равновесного (природного) состояния и дальнейшего улучшения агрономических свойств до оптимальных параметров [1].

В настоящее время, в связи с использованием в сельскохозяйственном производстве новых влаго- и энергосберегающих технологий, освоением короткоротационных севооборотов, возрос интерес к изучению агрофизических факторов плодородия (плотность сложения, пористость, влажность и др.).

Повышенная плотность сложения почвы, как и чрезмерная рыхлость отрицательно влияет на рост и развитие растений. Причинами угнетения культурных растений в слишком плотной почве является высокое сопротивление проникновению корневой системы, слабая аэрация, снижение общего количества влаги, низкая водопроницаемость, приводящая к вымоканию растений и усилению поверхностного стока с развитием эрозионных процессов. В случае же излишне рыхлой почвы поровое пространство столько велико, что корни растений не имеют хорошего контакта с поверхностью твердой фазы, где содержатся в поглощенном состоянии многие элементы питания [3].

При оптимальной плотности складываются благоприятные для роста и развития растений водно-воздушный и пищевой режимы, а также микробиологическая активность почвы [2].

Это может быть достигнуто только при строжайшем соблюдении технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе принципов точного земледелия, обеспечивающих нормативно-программированную оптимизацию условий жизни сельскохозяйственных растений.

Методика и условия

Исследования проводились на опытном поле ЦТЗ, заложенном в 2007г. в РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Для исследования были взяты агроценозы на первом поле в звене севооборота картофель (2010 г.) – ячмень (2011г.), где указанные культуры чередовались в зернопропашном севообороте: викоовсяная смесь на зеленый корм - озимая пшеница + горчица белая на сидерат – картофель - ячмень. В данном опыте изучали две системы основной обработки почвы – отвальную (ежегодная вспашка на глубину 20-22 см) и мини-

мальную (прямой посев на ячмене и фрезерная обработка на глубину 10-12 см, на картофеле).

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми почвами: легкосуглинистыми и супесчаными – по гранулометрическому составу. Содержание гумуса в пахотном слое (0-20 см) – от 2,0 до 2,5% (по Тюрину), обеспеченность общим азотом (по Корнфилду) низкая – 35,5 мг/кг почвы, тогда как обеспеченность подвижным фосфором (по Кирсанову) высокая – (200-250 мг/кг почвы). Содержание обменного калия (по Масловой) средняя (150-200 мг/кг почвы). pH водной вытяжки колеблется в пределах от 5,8 до 6,2.

В период проведения исследований и вегетации сельскохозяйственных культур определялись следующие показатели:

1. Влажность почвы (% от массы) – термостатно-весовым методом. Отбор образцов почвы выполняли почвенным буром Качинского, согласно схеме (рис.1) два раза за вегетацию полевых культур – до всходов и к моменту уборки урожая.

2. Плотность сложения почвы (г/см^3) – объемно-весовым методом по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см.

3. Пористость почвы (%) – расчетным методом.

4. Учет урожайности основных культур – сплошным методом (Б.А.Доспехов, 1985).

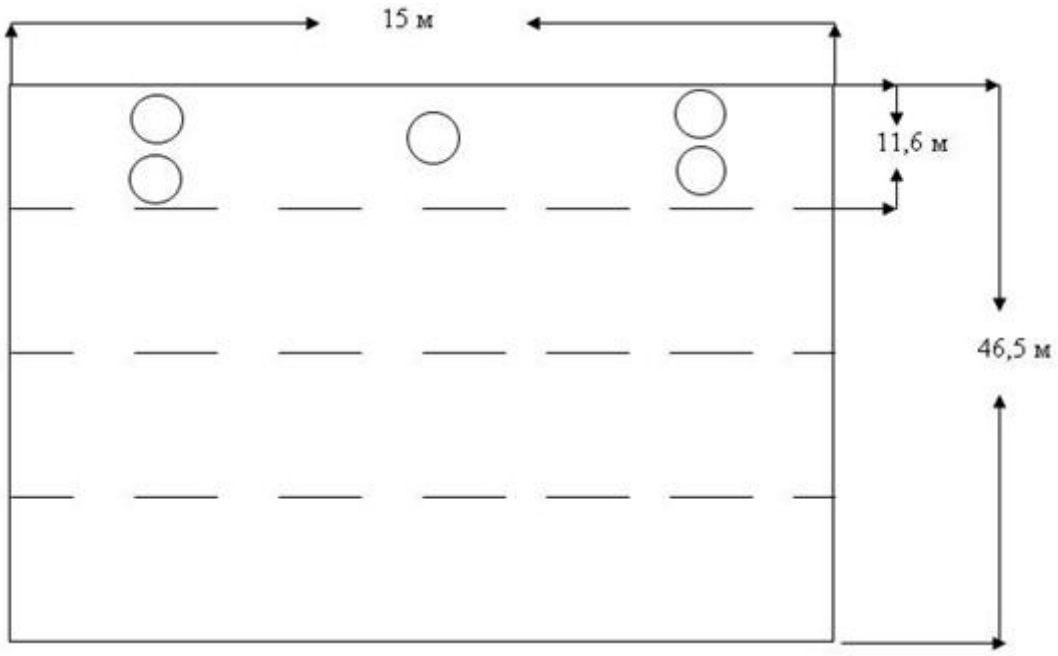


Рис.1. Схема отбора образцов

Результаты исследований

Исследования показали, что влажность почвы под картофелем и ячменем зависела от метеорологических условий, а также от глубины и способа обработки.

В начале вегетации картофеля изучаемые приемы обработки не оказывали существенного влияния на влажность почвы слоя 0-10 см, где она колебалась в пределах 14,1 при минимальной и 13,8% при отвальной. С глубиной различия во влажности между обработками возрастали и в слое (20-30 см) достигали 3,0% в пользу отвальной обработки. Это связано с более рыхлым сложением нижележащих слоев и более высокой их водопроницаемостью на делянках со вспашкой (табл. 1).

Аналогичная закономерность наблюдалась и под посевами ячменя. Так, содержание влаги в начале вегетации на отвальной обработке в слое (0-20 см) на 2,1%, а в слое (20-30 см) на 3,1% было выше по сравнению с прямым посевом, где также быстрее иссушался верхний (0-10 см) слой почвы. Это объясняется тем, что вспашка разрушает связи между и внутри агрегатов, а за счёт увеличения общей пористости и её некапиллярной части способствует накоплению в этих слоях влаги в начале вегетации. В то же время прямой по-

сев при более высокой капиллярной пористости обеспечивает сохранение влаги в верхнем (0-10 см) слое и её подток из нижележащих горизонтов.

Таблица 1. Влажность почвы (%) под полевыми культурами в поле №1, 2010 и 2011 гг.

Дата	Слой почвы, см	Картофель (2010 г.)		Ячмень (2011 г.)	
		Минимальная обработка	Отвальная обработка	Минимальная обработка	Отвальная обработка
Начало вегетации	0-10	14,1	13,8	15,9	16,6
	10-20	15,7	16,0	15,4	18,5
	20-30	13,3	16,3	15,5	18,6
	0-30	14,4	15,4	15,7	17,6
Конец вегетации	0-10	5,2	5,0	3,6	3,4
	10-20	5,9	6,9	5,0	4,2
	20-30	4,7	5,8	5,1	4,5
	0-30	5,3	5,9	4,3	4,0

Вторая половина вегетации полевых культур в годы исследований была отмечена значительным снижением влажности почвы как по слоям, так и по вариантам опыта, что связано с аномально жаркой погодой и отсутствием осадков в течение длительного периода вегетации.

Минимальные влагосберегающие обработки существенно влияют на сохранение и накопление влаги, но в экстремальные годы по влагообеспеченности различия между обработками сглаживаются.

Влагообеспеченность культур в большей степени зависела от следующих факторов: плотности сложения, а также от пожнивного сидерата и соломы, которые запахивались на разную глубину.

Результаты наших исследований показывают, что минимальная обработка под картофелем в поле №1 в 2010 г. приводила к увеличению плотности сложения как пахотного (0-20 см), так и подпахотного (20-30 см) слоев почвы, а применение отвальной системы обработки снижала ее на 0,08 г/см^3 в пахотном и на 0,03 г/см^3 в подпахотном слое (табл. 2).

Это объясняется тем, что обработка почвы, проведенная на полную глубину, приводит к образованию комковатой структуры, которая обладает

водоустойчивыми связями между почвенными частицами, что также благотворно влияет на другие агрофизические свойства почвы [4].

Таблица 2. Плотность почвы (г/см^3) в поле №1, 2010 и 2011 гг.

Дата	Слой почвы, см	Картофель (2010 г.)		Ячмень (2011 г.)	
		Минимальная обработка	Отвальная обработка	Минимальная обработка	Отвальная обработка
Начало вегетации	0-10	1,20	1,18	1,29	1,26
	10-20	1,27	1,21	1,27	1,24
	20-30	1,31	1,26	1,30	1,27
	0-30	1,26	1,22	1,28	1,25
Конец вегетации	0-10	1,20	1,10	1,32	1,30
	10-20	1,24	1,19	1,28	1,26
	20-30	1,27	1,26	1,30	1,29
	0-30	1,24	1,19	1,30	1,28

Однако, применение различных приемов обработки под последующую культуру (ячмень) в 2011 г. приводило к переуплотнению пахотного (0-20 см) на 4,1%, а подпахотного (20-30 см) – на 5,0% по сравнению с 2010 г.

Следует отметить, что верхний (0-10 см) слой почвы в обоих вариантах в течение вегетации ячменя испытывает существенное увеличение плотности при высыхании за счет ухудшения структуры верхнего слоя, обусловленного уплотняющим воздействием МТА при выполнении технологических операций, тогда как верхняя часть пахотного слоя почвы под картофелем подвергается интенсивной обработке фрезерным культиватором. Следовательно, чередование сельскохозяйственных культур и использование различных приемов обработки ведет к созданию оптимального сложения пахотного слоя почвы.

Вариабельность агрофизических свойств почвы в нашем опыте подтверждено и электронной картой пространственной изменчивости этих показателей в поле №1. Карта составлена при использовании компьютерной программы SMS Advanced и представлена в виде ГИС (геоинформационные системы) - рис.2.

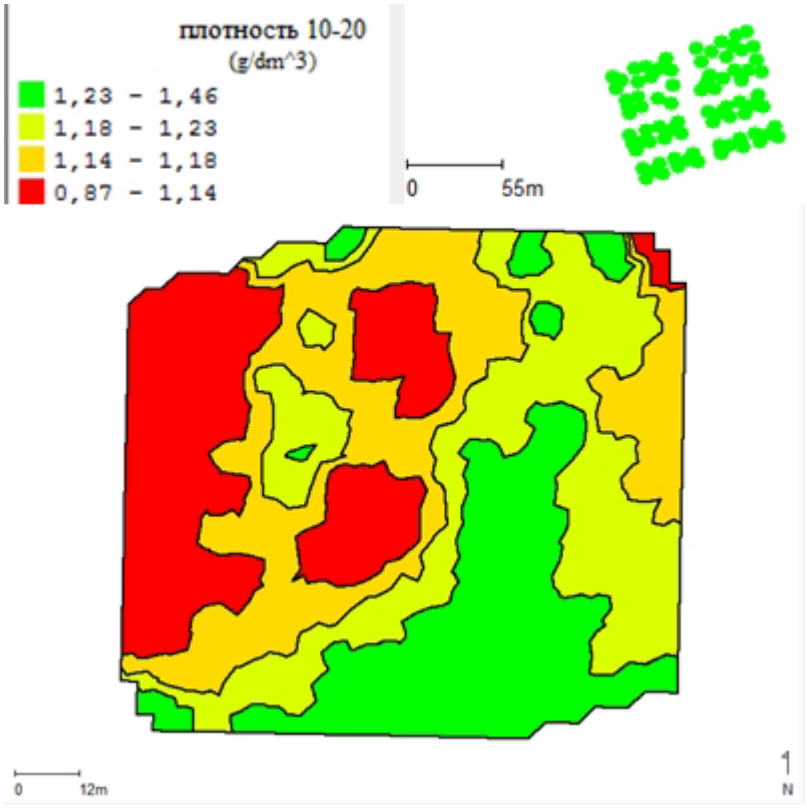


Рис.2. Электронная карта плотности почвы.

В течение двух лет исследований значение общей пористости в изучаемых вариантах находилось в пределах 50%, что соответствует по классификации Качинского оптимальным показателям для пахотного слоя (табл. 3). Однако, под картофелем наблюдается тенденция к увеличению общей пористости пахотного слоя на варианте с минимальной обработкой на 1,9%, а на варианте с отвальной обработкой – на 3,4% по сравнению с ячменем. Это можно объяснить как технологией возделывания культур, так и использованием в качестве зеленого удобрения посевов горчицы белой. Все это говорит о биологическом рыхлении нижней части пахотного слоя корневой системой промежуточной культуры, поддерживающей в течение продолжительного периода высокую общую пористость всего пахотного слоя дерново-подзолистых почв с неблагоприятным структурным составом.

Обобщенным показателем эффективности используемых приемов обработки в технологиях возделывания полевых культур является их урожайность. В 2010г. агрометеорологические условия для роста, развития и формирования урожая картофеля складывались менее благоприятно.

Таблица 3. Влияние обработки на пористость почвы (%) в поле №1, 2010 и 2011 гг.

Дата	Слой почвы, см	Картофель (2010 г.)		Ячмень (2011 г.)	
		Минимальная обработка	Отвальная обработка	Минимальная обработка	Отвальная обработка
Начало вегетации	0-10	49,5	53,9	51,4	52,4
	10-20	54,1	56,7	51,7	52,9
	20-30	58,0	58,6	50,7	51,2
Конец вегетации	0-10	49,5	59,8	48,9	49,8
	10-20	58,1	60,5	52,2	52,4
	20-30	55,1	57,3	49,6	49,9

Наблюдалось вторичное израстание клубней, поэтому продуктивность культуры снизилась в 1,5-2 раза по сравнению с предшествующим годом. Следует отметить, что первый срок гребнеобразования при традиционной технологии возделывания в 2010 г. позволил получить достоверно более высокую урожайность картофеля (на 2,5 т/га) по сравнению со вторым сроком гребнеобразования, что объясняется большими потерями влаги при более позднем гребнеобразовании. Отвальная обработка в обеих технологиях возделывания картофеля обеспечила достоверную прибавку урожайности (на 2,0 т/га) - табл. 4.

Таблица 4. Урожайность полевых культур в поле №1, 2009-011 гг., т/га

Обработка почвы	Урожайность, т/га		
	Картофель		Ячмень
	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Минимальная	36,9	19,9	2,92
Отвальная	40,2	22,9	2,73
$НСР_{05}$	2,4 т/га	1,4 т/га	0,41 т/га

В 2011 г. наблюдалась обратная тенденция: урожайность ячменя при минимальной обработке была выше на 0,19 т/га по сравнению с отвальной.

Выводы

1. Применение минимальной обработки под полевыми культурами в зернопропашном севообороте приводит к увеличению плотности сложения пахотного слоя почвы.

2. Стабилизирующим фактором снижения плотности корнеобитаемого слоя является отвальная система обработки почвы, где отмечается уменьшение плотности пахотного (0-20 см) слоя на 0,06 г/см^3 и на 0,03 г/см^3 подпахотного (20-30 см) слоя.

3. Среди приемов основной обработки почвы в годы исследований отвальная вспашка оказала более благоприятное влияние на урожайность полевых культур. Сроки гребнеобразования обусловили достоверную прибавку урожая картофеля только в варианте с отвальной обработкой.

Литература

1. Брежнев Д.Д., Рабочев И.С., Ильичев А.К. Повышение плодородия почв и рациональное использование земли – источник благосостояния общества // Вестник с.-х. науки. – 1981. – №4. – С.1-12.
2. Zimkuviene A., Tindziulis A. Drigmesir tresime jtaka optimaliam dirvos tankumul, auginant mierius // Agronomija Lietuvos zemdirbystes mokslinio tyrino instituto darboi XVIII tomas. – 1974. – S.21-30.
3. Ревут И.Б. Физика почв. – 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос. – 1972. – 368 с.
4. Шеин Е.В., Гончаров В.М. Агрофизика почв. – М.: Изд-во МГУ.
5. Шептухов В.Н. Минимизация обработки и прямой посев в технологиях возделывания культур: монография. М.: ГУЗ. – 2005.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Цыгуткин А.С., Кустова А.А., Стоянова Т.А.

Производить информацию для получения нового знания – это одна из задач науки в общем и сельскохозяйственной наукой в частности. Поэтому результативная работа научных учреждений, осуществляющих обеспечение АПК России, важна и необходима. Особенность научной работы заключается в том, что экономический эффект от освоения научных разработок можно получить не сразу и не каждая из них оказывается востребованной производством. Материализация открытий, изобретений, моделей и другой научной продукции в АПК происходит путём доведения их до формы (техническое средство, технология и др.), позволяющей использовать научно-технические

разработки в производстве. Одним из этапов материализации научного знания и доведения его до конечного потребителя является полевой опыт – один из экспериментальных методов, используемых в агрономии. Полевой опыт – опыт, проводимый в полевых условиях [1]. В полевом опыте устанавливают различия между вариантами схемы опыта, дают оценку действия изучаемых факторов, определяют их влияние на урожай и качество продукции.

Проведение полевого опыта как части научно-исследовательской работы позволяет не только дополнить информацию, полученную в результате проведения теоретических исследований и лабораторных опытов, но и сформировать определенный нормативный материал, на который впоследствии смогут опираться сельхозтоваропроизводители (при проведении анализа эффективности производства, выборе перспективных сортов и технологий и т.д.).

Для стабильной и эффективной работы научных учреждений необходимо соответствующее финансирование, которое в настоящее время идёт, в основном, из бюджетов различных уровней. При этом объёмы финансирования определяют, не исходя из продукции, которая будет получена, а из имеющихся в наличии денежных средств, которые, в свою очередь, выделяют в бюджете по остаточному принципу.

По различным научно-исследовательским учреждениям средства или распределяются по составленной в самом учреждении смете, которая часто основывается на данных прошлого года, или рассчитываются исходя из планируемой суммы коммунальных платежей, проиндексированного объёма заработной платы сотрудников и т.д. В любом случае, финансовые средства не всегда специально выделяют на проведение опытов. Причина – отсутствие обоснованной методики планирования, анализа и экономической оценки опытного дела, которая стала бы методологической основой для формирования финансовых потоков.

Приток финансов в научные учреждения должен происходить по различным каналам, в частности: из федерального бюджета в пределах установ-

ленных лимитов и в соответствии с потребностями государства; из местного бюджета в рамках целевых программ; из средств инвестиционных компаний, банков, спонсоров; из собственных средств, полученных от реализации продукции.

В качестве целевого финансирования научных учреждений сельского хозяйства могут служить различные государственные программы.

Привлечение собственных средств отличается нестабильностью, которая объясняется, в частности, тем, что опытное дело не ставит своей целью получение максимального объёма сельскохозяйственной продукции. Декларирование планового объёма продукции, основанное на необходимости привлечения дополнительных средств, может привести, к тому, что основная цель – проведение опытов и получение информации – не будет достигнута. Подтверждением может служить то, что значительное число проводимых опытов направлено на изучение свойств почвы и их влияние на урожайность культур или качество получаемой продукции, на изучение динамики изменения химического состава почв, находящихся по паром и т.д. Таким образом, получение финансов со стороны для научных организаций становится наиболее надежным способом финансирования.

При изучении заявок научных учреждений и возможностей источника финансирования принимается решение о том объёме средств, которые могут быть выделены данному объекту. Такой способ финансирования позволяет, с одной стороны, обеспечить определенный приток средств в научное учреждение, и с другой – не даёт возможности сопоставить уровень финансирования с объёмом продукции, получаемым каждым отдельным учреждением, нет четкого критерия для определения обоснованности размера выделяемых средств.

Результатом деятельности НИУ является получение информации об изучаемых объектах и явлениях, при этом сельскохозяйственную продукцию в натуральном выражении можно назвать побочной для основной деятельности. Мы предлагаем рассматривать информацию как готовую продукцию,

производство которой может служить основанием для планирования и анализа результатов деятельности научных учреждений в сельском хозяйстве. В частности, необходима методика для массовых опытов, например, для географической сети опытов с удобрениями. К числу потенциальных потребителей такой информации относятся Министерство сельского хозяйства, РАСХН, РФФИ, управления сельского хозяйства субъектов Российской Федерации, крупные объединения предприятий АПК и др.

В настоящее время единой методики анализа эффективности опытов нет. В случае разработки такой методики, в которой будут учтены нормативные или условные показатели, появится возможность обоснованно финансировать проводимые в научных учреждениях эксперименты.

Целью разрабатываемой методики должна служить оценка эффективности проведения полевых опытов с точки зрения получения конечного результата, формализованного в виде количества произведённой информации, в которой использованы методы математического моделирования и обоснована необходимость формирования единой нормативной базы для применения в анализе деятельности научно-исследовательских учреждений. При разработке методики будет необходимо решить следующие задачи:

1. Определить критерий, позволяющий оценивать информативность опытов, проводимых в научных учреждениях. В качестве критерия мы предлагаем использовать количественную характеристику производимой информации. Для чего необходимо рассмотреть методику вычисления количества информации и определить единицу её измерения. Таким образом, будет составлен алгоритм определения количества информации как продукции, получаемой при проведении опыта.

2. Проанализировать существующие методики анализа деятельности сельскохозяйственных предприятий и рассмотреть их применение относительно оценочного показателя – количества информации.

3. Изучить существующие методы нормирования, применение нормативов затрат средств и времени на проведение научных изысканий. Разра-

ботать механизм применения нормативов для анализа, планирования, финансирования научной деятельности в приложении к опытному делу в агрономии.

4. Разработать методику финансирования полевых опытов, обеспечивающую заинтересованность в получении максимально возможного количества информации, имеющего заранее установленную точность при соблюдении всех методических требований к проведению полевых опытов.

Оценить затраты на получение информации как конечного продукта можно исходя из фактических расходов за период производства информации, но определение термина «количество информации» требует уточнения.

Слово «информация» имеет много значений [2], особенность построения терминологии заключается в том, что каждому термину должно соответствовать одно значение. Поэтому дефиниция термина «информация» должна ограничить рамки понятия информация в опытном деле. Под информацией в опытном деле понимают совокупность данных полученных в опыте, математически обработанных, подготовленных к использованию и выраженных количественно в единицах информации. Более подробно о подходах к определению количества информации изложено в статье А.С. Цыгуткина, в которой для определения количества информации в опытах в агрономии предложена формула: $I = \log_2 N$,

где I – количество информации, выраженное в битах; 2 – основание логарифма;
N – число показателей (например, число вариантов в схеме опыта).

При данном определении количества информации её выход возрастает при увеличении числа градаций факторов в неполных факториальных схемах опыта. В частности, схема опыта ¼ (4х4х4) включает 64 варианта, из которых сделана специальная выборка, включающая 16 вариантов. Это позволяет получить 6,000 бит информации в целом и 0,094 бит информации с 1 делянки. Схема 1/9 (9х9х9) позволяет получать 9,511 бит, в т.ч. 0,059 бит с 1 делянки. Наибольшее количество информации приходящейся на 1 делянку имеют схема 1/9(6х6х6), включающая 48 делянок, где в целом количество информа-

ции равно 7,756 бит, а на 1 делянку приходится 0,162 бит, и схема 1/16 (8х8х8), включающая 64 делянки, где в целом количество информации равно 9,000 бит, а на 1 делянку приходится 0,141 бит. Следовательно, закладывая более информативные схемы опытов, научное учреждение повышает выход информации в опыте, т.е. существует резерв для снижения себестоимости данного вида продукции.

Особенность данного подхода к определению информации заключается в том, что при проведении опыта будет получена продукция, количественно выраженная в условных единицах, что позволяет учитывать информацию обо всех анализируемых показателях.

В результате можно определить количество информации, полученной как за календарный год, так и за ряд лет. Следовательно, существует возможность оценки информации по тому же алгоритму, что применяется для оценки стоимости единицы физической продукции. Численная оценка объема полученной информации также открывает большие возможности для анализа деятельности научных учреждений, более обоснованного финансирования, оптимизации научной деятельности.

Один из основных инструментов управления интенсивностью производства хозяйствующего субъекта – система учёта и калькулирования себестоимости. Известно, что существует три системы учёта затрат и калькулирования себестоимости продукции (работ, услуг) хозяйствующего субъекта. Главным принципом, позволяющим рассматриваемым системам быть основой для управления интенсивностью производства хозяйствующего субъекта, является нормирование. Нормы расхода экономических ресурсов на производство конкретного продукта в единицу времени при применении той или иной системе учёта и калькулирования себестоимости продукции (работ, услуг) хозяйствующего субъекта должны быть уже известны [4].

Себестоимость продукции является важнейшим экономическим показателем экономической эффективности сельскохозяйственного производства. В нём синтезируются все стороны хозяйственной деятельности, аккумули-

руются результаты использования всех производственных ресурсов. Её снижение является одной из первоочередных и актуальных задач любого общественного производства, каждой отрасли, предприятия [5].

Затраты, связанные с получением информации в полевом опыте, должны включать в себя не только затраты на производство продукции в физическом выражении (зерна, соломы и т.д.). Процесс производства информации не заканчивается вывозом с поля продукции, имеющей определённые физические характеристики, а включает в себя обработку результатов опыта и эти затраты также следует включать в себестоимость.

Анализ себестоимости продукции целесообразно проводить в следующем порядке:

1. Анализ общей суммы затрат на производство продукции (фактической и плановой, с учётом структуры издержек на производство).

2. Анализ затрат на рубль валовой продукции. Затраты на рубль валовой продукции - важный обобщающий показатель. Затраты на производство единицы информации – могут рассчитываться по любой культуре, в любой отрасли (при условии наличия методики для расчета количества полученной информации). Требуется также выявить факторы, влияющие на изменение себестоимости: внешние и внутренние, объективные и субъективные, оказывающие положительное и отрицательное влияние.

3. Анализ комплексных статей затрат в себестоимости продукции.

4. Определение резервов снижения себестоимости продукции.

Так как производимой продукцией является информация, то анализ её производства и себестоимости проводят по алгоритму, принятому в сельском хозяйстве для основной продукции (без выделения затрат на побочную продукцию), измеряемой в стоимостной и физической формах.

Основным показателем экономической эффективности хозяйственной деятельности является прибыль: абсолютная экономическая эффективность (величина балансовой или чистой прибыли, руб.) и относительная экономическая эффективность (норма прибыли, получаемая как отношение получен-

ной абсолютной величины прибыли к себестоимости, %). Так как реализуется незначительная часть результатов НИОКР, данным показателем в нашем исследовании можно пренебречь.

Дополнительные показатели – стоимостные, трудовые, материальные, энергетические, качественные и т.д. В их числе может быть показатель производительности труда: Пр=В/Кр,

где Пр – производительность труда, бит/чел.; В – производство информации, бит; Кр – количество среднесписочных работников [6].

С помощью этой формулы можно сравнить удельное производство научной продукции в различных научных учреждениях.

Можно также определить материалоёмкость продукции – синтетический показатель, характеризующий размер материальных затрат на единицу продукции, в целом по предприятию – в копейках на рубль товарной или чистой продукции, а по отдельным единицам – в копейках на рубль его оптовой цены.

Неотъемлемой составной частью любого хозяйственного механизма является соответствующая ему по содержанию, структуре и направленности система показателей планирования и оценки деятельности предприятий и экономических нормативов. При этом нормативы участвуют в формировании плановых и анализе отчетных показателей.

Основой для анализа деятельности хозяйствующего субъекта, как правило, являются показатели, отражающие объём затрат и объём произведённой продукции в физическом выражении, а также производные от них (фондоёмкость, фондоотдача и т.д.) Плановые показатели отражают главные цели и задачи деятельности научного учреждения в данный период, сравнение с ними позволяет объективно судить о деятельности коллектива. Отчётные показатели деятельности предприятия должны рассчитываться по одной методике с плановыми, то есть совпадать по экономическому содержанию, по методам определения, охватываемым периодам, применяемым измерителям. Существует достаточно большое количество видов норм и нормативов, в т.ч.

общероссийских, областных, районных, установленных в сельскохозяйственных предприятиях. Они обеспечивают параметры планируемых работ, позволяют свести к минимуму расход материальных и трудовых ресурсов.

Нормативные затраты отражают заранее определяемые затраты для достижения целей в условиях эффективного производства. Они отличаются от сметы, так как представляют собой априори известную информацию, но на единицу продукции [7]. Целью нормативного учёта затрат являются: помощь в составлении смет; оценка эффективности управления; корректировка при выполнении плана; получение прогнозируемых данных для принятия управленческих решений; установление достижимых целей [7].

Следует обратить внимание на то, чтобы устанавливаемые нормативы были достижимы и одновременно поддерживали мотивацию сотрудников.

При применении нормативного учёта можно проанализировать, за счёт чего произошли отклонения в стоимости продукции (расход материалов и т.д.). Существует два подхода к определению затрат.

1. По данным прошлых лет (существует опасность, что они будут отражать существующую неэффективность производства).

2. По экспертной оценке (широко используется на практике, но не ищет оптимальную комбинацию ресурсов).

При планировании и анализе могут быть использованы нормативы по отдельным статьям затрат.

Нормативы по материалам. Нормативы прямых затрат получаем после изучения количества материалов, необходимых для каждой операции. В сельском хозяйстве это нормативы расхода удобрений на единицу площади, ГСМ на единицу работы и т.д.: ***нормативные материальные издержки = (нормативы расхода материалов) × (нормативные цены).***

Нормативы прямых затрат труда. Для их установления следует проанализировать деятельность по различным операциям (хронометраж). Определяется количество нормо-часов, необходимых для выполнения задания работнику в среднем. Неизбежные задержки, такие как поломка оборудования и

техническое обслуживание, включаются в нормативное время. Для определения: ***норматив затрат труда по каждой операции = (нормативная ставка) × (на нормативное время, необходимое для проведения той или иной операции).***

Нормативы накладных расходов. Накладные расходы – это разнообразные издержки, отдельные компоненты которых ведут себя по-разному и при увеличении, и при уменьшении объёма производства или каких-либо других показателей. Они изменяются в зависимости от роста или снижения объёма производства. Например, расход ГСМ, заработная плана основных работающих на производстве и т.д. И не изменяются, например, заработная плата бригадиров. Для расходов, зависящих от объёма производства, необходимо определить нормативную ставку переменных накладных расходов.

Ставки переменных накладных расходов определяются путём изучения взаимосвязи между накладными расходами подразделений и степенью активности подразделений. Для выяснения взаимосвязи между ними можно использовать различные статистические методы. Чаще для распределения прямых накладных расходов используют затраты рабочего или машинного времени.

Для вычисления норматива переменных накладных расходов на единицу конечного продукт: ***(норматива переменных накладных расходов) = (ставка переменных накладных расходов на единицу базы распределения, выявленная при помощи статистического анализа) × (норма затрат рабочего или машинного времени).***

Главными функциями нормирования в опытном деле являются:

1. Обеспечение сбалансированности, пропорциональности и оптимальности стратегических и тактических планов. Любое научное учреждение, выпускающее научную продукцию, должно учитывать как внешние, так и внутренние факторы, влияющие на направление и особенности научной работы. Необходимость выполнения исследований по государственному заказу

необходимо сочетать с работами, обеспечивающими приток дополнительных материальных средств.

2. Организация производства и труда через определение лимита и графика обеспечения рабочих мест материальными ресурсами, воздействуя на ритмичность и планомерность деятельности субъекта. Научная деятельность, как и любая другая, требует материальных затрат и эффективного использования работников, стремления к повышению экономической эффективности работы.

3. Обеспечение учёта требований режима экономии материальных ресурсов, организации рационального использования сырья, материалов, топлива и энергии.

4. Стимулирование научно-технического прогресса. Это единственная функций нормативов, которая не является актуальной в опытном деле. Сама опытная работа направлена на изучение нового и обеспечение появления современных технических разработок и является базой научно-технического прогресса.

5. Инструмент контроля за использованием сырья, материалов, топлива и энергии в процессе анализа, сплошных и тематических проверок, разработки форм учёта и отчётности. Данная функция нормативов также актуальна, как и для любого другого хозяйствующего субъекта. Все НИУ обязаны сдавать отчёты о своей деятельности на общих основаниях, в них проводится работа по внутрихозяйственному анализу.

Для выполнения всех этих функций необходима соответствующая нормативная база, охватывающая не только работы в полеводстве, которые могут отличаться от работ в производстве только размером площадей, занятых под культурами, но и специфические работы, проводимые только в опытном деле. Создание такой базы – одна из задач, стоящая перед специалистами отрасли.

Также появляется необходимость внедрения дополнительных форм отчётно-плановой документации. При небольшом объёме данные формы могут

нести очень большое количество данных, необходимых для планирования и анализа деятельности НИУ, что, в конченом итоге, необходимо для обеспечения обоснованного финансирования их деятельности.

При планировании деятельности НИУ, априори зная особенности тех опытов, которые уже заложены, а также опытов планируемых к закладке, можно использовать плановый выход информации как продукции в качестве основания для корректировки объёмов и направления финансирования научной деятельности. В случае применения финансирования деятельности научных учреждений с учётом объёма производимой научной продукции, появится стимул к проведению не простых, малоинформативных опытов, а к разработке такой структуры научной работы, которая даст максимальное количество информации – то есть той продукции, ради которой НИУ созданы и работают.

Нормативы являются важнейшим элементом планирования деятельности предприятия, они принимаются в качестве исходных величин для разработки плановых показателей предприятия. И если данное утверждение не оспаривается и активно претворяется в жизнь на предприятиях, занимающихся непосредственно производством сельскохозяйственной продукции, то в опытном деле ситуация значительно хуже.

Если работу по нормированию в производстве проводят и издают нормативные материалы, то нормативная литература по затратам материалов и рабочего времени в опытном деле не выпускали уже много лет и не проводили пересмотр существующих норм и нормативов.

Таким образом, при рассмотрении механизма финансирования полевых опытов можно выделить два подхода. Первый основан на финансировании опыта по смете, т.е. по величине затраченных средств. Второй подход основывается на представлении, что полевой опыт является ни чем иным как производством информации. И, следовательно, информация является конечной продукцией, которую необходимо финансировать. Т.к. в ходе проведения опыта выполняются однотипные операции, то оценивать их можно исхо-

дя из разработанных нормативов. Данный подход, по нашему мнению, более реалистичен, т.к. основывается на том, что должен оплачиваться не процесс, а результат.

Формирование системы нормативов и использование её при планировании и анализе деятельности научных учреждений, определение количества произведённой информации и обоснование финансирования научных учреждений – являются шагами к повышению эффективности деятельности научных учреждений.

Литература

1. Агрохимический словарь. Термины и определения. – М.: Агроконсалт, 1999. – 48 с.

2. Першиков В.И., Савинов В.М. Толковый словарь по информатике. – 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 544 с.

3. Цыгуткин А.С. Информативность опыта и её оценка // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – №6. – С. 45-46.

4. Богатко А.Н. Основы экономического анализа хозяйствующего субъекта. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 208 с.

5. Технико-экономическое обоснование планируемых НИР и ОКР и оценка экономической эффективности завершенных технологических и опытно-конструкторских разработок (методические рекомендации). – М.: ВНИПТИХИМ, 2000. – 34 с.

6. Киперман Г.Я. Показатели и нормативы в новых условиях хозяйствования: Оценка деятельности предприятия. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 174 с.

7. Друри К. Учет затрат методом стандарт-костс. – М.: Аудит: ЮНИТИ, 1998. – 224 с.

УДК 631.472.75

ДИАГНОСТИКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ АГРОЦЕНОЗОВ И ЗАЛЕЖЕЙ АКТИВНЫМ ОРГАНИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВОМ

Зинякова Н.Б., Семенов В.М.

Содержание органического вещества является одним из ключевых показателей качества и здоровья почвы. По характеру изменений валового содержания органического вещества и его качественных характеристик можно судить о направленности антропогенной эволюции почвы, экологическом состоянии почвы, развитии деградационных явлений, эффективности агротехнических приемов оптимизации почвенного плодородия. Как правило, валовое содержание органического вещества в почве определяется по органическому углероду ($C_{орг}$), а качество почвенного органического вещества (ПОВ) – по фракционно-групповому составу гумуса либо по содержанию химически лабильных фракций ПОВ. Другой способ оценки состояния ПОВ, позволяющий оценивать его доступность почвенным микроорганизмам и диагностировать намечающиеся изменения (нарушения) биологических свойств почвы, состоит в определении активного пула ОВ почве. Содержание активного (потенциально-минерализуемого) органического вещества устанавливается по кумулятивному количеству $C\text{-}CO_2$, выделившегося при инкубации (60% ППВ, 22ºС) предварительно высушенных (65ºС, 24 час) образцов в течение периода, равного по продолжительности вегетационному периоду. С целью ограничения концентрации CO_2 в атмосфере и поддержания базовых (консервативных) свойств и функций почвы желательно чтобы ПОВ было стабильным, а поступающее органическое вещество быстрее стабилизировалось, обеспечивая почвенную секвестрацию углерода. С агрономической точки зрения, наоборот, предпочтительнее иметь активное, быстро оборачиваемое и с коротким временем существования органическое вещество, про-

лонгированно высвобождающее при разложении питательные элементы в достаточных для растений количествах.

Целью данной работы было определить обеспеченность активным органическим веществом серой лесной почвы пахотных и залежных земель, отличающихся по степени агрогенной нагрузки. Образцы почвы отбирались в производственных агроценозах хозяйств Заокского района Тульской области: с двух полей с органической системой удобрения культур, с трех полей с минеральной системой, с трех полей с органо-минеральной системой и с четырех участков, на которых культуры выращиваются по способу Митлайдера. Контролями для почв агроценозов были участки залежей, расположенные вблизи производственных полей. Продолжительность использования органической системы удобрения (25-50 т/га навоза КРС ежегодно) составляет 15-20 лет, органо-минеральной (N30P30K30 на фоне периодического внесения 50 т/га навоза КРС) – 50 лет, минеральной под зерновые культуры (N100-112P12-30K12-30) – 3 года, минеральной системы под овощные культуры и картофель по Митлайдеру (до N300-400P180K180 кг/га) – 20 лет. Образцы почв, отобранные из слоя 0-20 см в двадцати разных точках производственных посевов и в десяти точках залежей через 5-10 м между точками, объединялись и высушивались на открытом воздухе с удалением видимых остатков растений и мезофауны.

Навески воздушно-сухой почвы по 20 г помещали в стеклянные флаконы и ставили на сутки в термостат с температурой 65-67°С. После высушивания в каждый флакон добавляли по 5 мл дистиллированной воды для доведения влажности в 25 весовых %. Измерения концентрации $C\text{-}CO_2$ в инкубируемых образцах проводили через 3 часа, а в последствие через каждые сутки, через два дня, три дня и один раз в неделю на газовом хроматографе Кристалл-Люкс-4000М. После каждого срока отбора газовых проб инкубируемые образцы проветривали в течение 20 мин под тягой. Рассчитывали скорость выделения $C\text{-}CO_2$ и кумулятивные величины его продуцирования за весь период инкубации продолжительностью 164 суток Кумулятивные ве-

личины продуцирования $C\text{-}CO_2$ аппроксимировали уравнением экспоненциальной регрессии, рассчитывая содержание потенциально-минерализуемого углерода ($C_{пм}$) на начало инкубации.

Содержание валового $C_{орг}$ в почве залежей варьировало от 1.31 до 2.77%, составляя в среднем 1.90%. В почве разноудобренных агроценозов содержалось в среднем в 1.3 раза меньше $C_{орг}$ с варьированием от 0.91 до 2.38%. Более существенные различия между пахотной и залежной почвами обнаруживались по содержанию $C_{пм}$, количество которого в почвах агроценозов было в среднем в 1.9 раза меньше, чем в почве залежей, при варьировании от 42 до 109 и от 86 до 163 мг/100 г, соответственно. На долю активного органического вещества в почвах агроценозов приходилось 4.5±0.9%, а в почвах залежей – 6.7±1.3% от $C_{орг}$.

Среди залежных земель наибольшим содержанием $C_{орг}$ и $C_{пм}$ характеризовалась почва участка, на котором ранее выращивались культуры по органической системе земледелия, а среди пахотных – почва с современным использованием органической системы. Самое низкое содержание $C_{орг}$ (0.91-1.59%) и $C_{пм}$ (42-68 мг/100 г) обнаружено в почве участков, на которых выращиваются овощные культуры и картофель по методу Митлайдера. Как известно, особенностью этого метода является размещение культур на грядах, применение только минеральных удобрений, которые вносятся в почву гряд, и формирование незанятых растениями, неудобренных и регулярно пропалываемых межгрядий. Если различия по содержанию $C_{орг}$ в почве гряд и межгрядий были в пределах ошибки (1.30±0.29 и 1.40±0.22% соответственно), то количество $C_{пм}$ в почве гряд было достоверно ниже, чем в почве межгрядий (48±6 и 63±7 мг/100 г). Промежуточное положение по обеспеченности $C_{пм}$ занимали недавно вовлеченная в производство почва с минеральной системой и старопахотная с органоминеральной системой удобрения полевых культур.

В залежных почвах содержание $C_{пм}$ имело положительную корреляцию с $C_{орг}$ (r=0.70), общим азотом (r=0.71) и «физическим песком» (r=0.73). В

почвах агроценозов содержание $C_{пм}$ положительно коррелировало с $C_{орг}$ (r=0.53), общим азотом (r=0.50), pH (r=0.87), «физическим песком» (r=0.50) и отрицательно с минеральным азотом (r=-0.72). Из полученных корреляционных связей следует, что обеспеченность серой лесной почвы активным органическим веществом зависит от его валового количества и совокупности почвенных свойств, контролирующих минерализационные процессы. Подтверждается гипотеза, что повышенное содержание в почве минерального азота может быть причиной замедления минерализационной активности в почве.

Таким образом, агрогенное обеднение почвы органическим веществом происходит преимущественно за счет его активных, наиболее доступных микроорганизмам, компонентов (фракций). Существенное снижение содержания активного органического вещества в почве вызывает внесение минеральных удобрений. Использование органно-минеральной системы позволяет поддерживать допустимый уровень обеспеченности почвы активным органическим веществом, препятствуя его прогрессирующей убыли. Оперативное увеличение доли активного органического вещества достигается переходом на органическую систему удобрения, а коренное – путем залужения или перевода пахотных земель в залежь.

УДК 549.25

МИКРОБОЦЕНОЗ ПОЧВЫ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ЯРОВОЕ ТРИТИКАЛЕ + ЛЮПИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ И СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ СМЕСИ

Персикова Т.Ф., Клочкова Н.В.

Аннотация

Представлены результаты исследований на влияния разных соотношений компонентов смешанных посевов (50/50, 65/35 и 75/25 от нормы высева), биоудобрений (сапронит, ризобактерин, фитостимофос) и доз азотных удобрений (N_{30} и N_{60}) на численность агрономически ценных групп, общую био-

генность и структуру микробоценозов в ризосферной почве смеси яровой тритикале и люпина.

Управление плодородием почвы – это, прежде всего, управление микробиологическими процессами, протекающими в ней, что требует всесторонних исследований основных закономерностей формирования микробоценозов и деятельности микроорганизмов в конкретных почвенно-климатических условиях и агрофитоценозах. Микроорганизмы на своем трофическом уровне принимают активное участие в аккумуляции энергии и трансформации биогенных элементов, тем самым, обеспечивая жизнедеятельность других звеньев агроценоза и его функционирование как экосистемы в целом. В настоящее время микробиологические показатели фактически не используются в системе мониторинга почв, экспертной оценки земель и эколого-экономической оптимизации землепользования, а они имеют существенное, если не решающее значение при разработке стратегии и тактики использования земель в сельскохозяйственном производстве.

Методы и условия исследований

Полевой опыт заложен в 200-2009 гг. на опытном поле “Тушково” УО БГСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая, слабооподзоленная, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 120 см мореным суглинком с прослойкой песка на контакте. Почвенные образцы для определения микробиологической активности отбирались с глубины 1-10 см и анализировались в лаборатории взаимоотношений микроорганизмов и высших растений ГНУ “Институт микробиологии НАН Беларуси”. При выращивании смешанных посевов одним из важнейших моментов является выбор культур, имеющих равный по продолжительности вегетационный период. В опыте использованы сорт ярового тритикале “Лана”, включенный в Государственный реестр с 1998 г. и допущенный к использованию по всей территории республики с продолжительность вегетационного периода 90-109 дней и сорт люпина узколистного “Митан” – вегетационный период 90-100 дней.

Почвенные образцы для определения микроорганизмов агрономически ценных групп отбирались в фазу начало бутонизации люпина - выход в трубку ярового тритикале и конец цветения люпина - колошение ярового тритикале по следующим вариантам:

1. Смесь 50/50+СНТ+РБН+ФТ на фоне N_{30} P_{30} K_{60}
2. Смесь 50/50+СНТ+РБН+ФТ на фоне N_{60} P_{60} K_{60}
3. Смесь 65/35+СНТ+РБН+ФТ на фоне N_{30} P_{30} K_{60}
4. Смесь 65/35+СНТ+РБН+ФТ на фоне N_{60} P_{60} K_{60}
5. Смесь75/25+СНТ+РБН+ФТ на фоне N_{30} P_{30} K_{60}
6. Смесь75/25+СНТ+РБН+ФТ на фоне N_{60} P_{60} K_{60}
7. Контроль (почва без растений и удобрений)

В качестве микробных удобрений использовали:

Сапронит – препарат симбиотических клубеньковых бактерий *Rhizobium lupini*, титр 3-6 млрд. КОЕ/мл, субстратом - носителем которого является органическая сапропель. Штамм клубеньковых бактерий имеет повышенную способность к синтезу ауксина.

Ризобактерин – ассоциативный диазотроф *Klebsiella planticola* (титр 2-2.5 млрд. КОЕ/мл), обладающий множественным эффектом: фиксации атмосферного азота, биосинтез АУК, подавление жизнедеятельности патогенов.

Фитостимофос - *Enterobakter St.27, Flavobakterium Sp -25* – ростостимулирующее биоудобрение, осуществляющее микробиологическую трансформацию труднорастворимых фосфатов почвы и удобрений в доступную растениям форму. Они способны колонизировать корни небобовых культур, образуя тесную ассоциацию.

Плотность популяций агрономически ценных групп микроорганизмов определяли методом предельных разведений**,** используя плотные элективные питательные среды следующего состава: аммонифицирующие – на мясо-пептонном агаре; споровые аммонификаторы – на мясо-сусло-агаре; усваивающие минеральный азот и актиномицеты – на крахмало-аммиачной среде; олигонитрофильные микроорганизмы учитывали на питательной среде Эш-

би; фосфатмобилизующие микроорганизмы – на агаризованной глюкозо-аспарагиновой среде, предложенной Муромцевым; микроскопические грибы – на сусло-агаре.

Расчет количественного содержания микроорганизмов вели на 1г абсолютно сухой почвы с учетом влажности соответствующих образцов, определенной одновременно с микробиологическим посевом.

Общую биогенность определяли суммированием количества микроорганизмов изучаемых агрономически ценных групп.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований различались как по количеству осадков, так и по температурным показателям, что оказало существенное влияние на результаты исследований.

Вегетационный периоды 2008 и 2009 года значительно отличаются как между собой, так и от средних многолетних наблюдений. Гидротермический коэффициент по Селянинову в 2008 году равнялся: июнь – 07, июль – 1,1, август – 1,3. В 2009 году гидротермический коэффициент по Селянинову составил в мае – 1,4; в июне – 2, июле – 1,7; августе – 1,5. Таким образом, если в начале вегетации сельскохозяйственных культур отмечается нормальное увлажнение (май), то в период интенсивного развития культур, уборки (июнь-июль) – избыточное увлажнение.

По температурным показателям 2008 и 2009 годы практически не отличаются от средне многолетних наблюдений. Лишь в апреле месяце 2009г. температура была на 2°С ниже, чем в 2008 году.

Результаты исследований

Наиболее показательным для оценки плодородия считают групповой состав микроорганизмов, связанных с циклом превращения азота, фосфатмобилизующих микроорганизмов и микромицетов. Качественный состав и численность микроорганизмов этих физиологических групп в ризосфере вегетирующих растений является важным фактором, определяющим также и величину урожая.

В почву постоянно поступают азотсодержащие органические соединения, входящие в состав растительных и животных остатков. Процессы разложения таких соединений на дерново-подзолистых почвах при внесении различных доз минерального азота происходят под воздействием аммонифицирующих микроорганизмов. Они разлагают белковые соединения на аминокислоты, а затем на более простые азотистые вещества и аммиак.

В 2009 г. наблюдается аналогичная с 2008 г. тенденция изменения количественного состава микроорганизмов, непосредственно участвующих в разложении минеральных и органических веществ (рис. 1, 2).

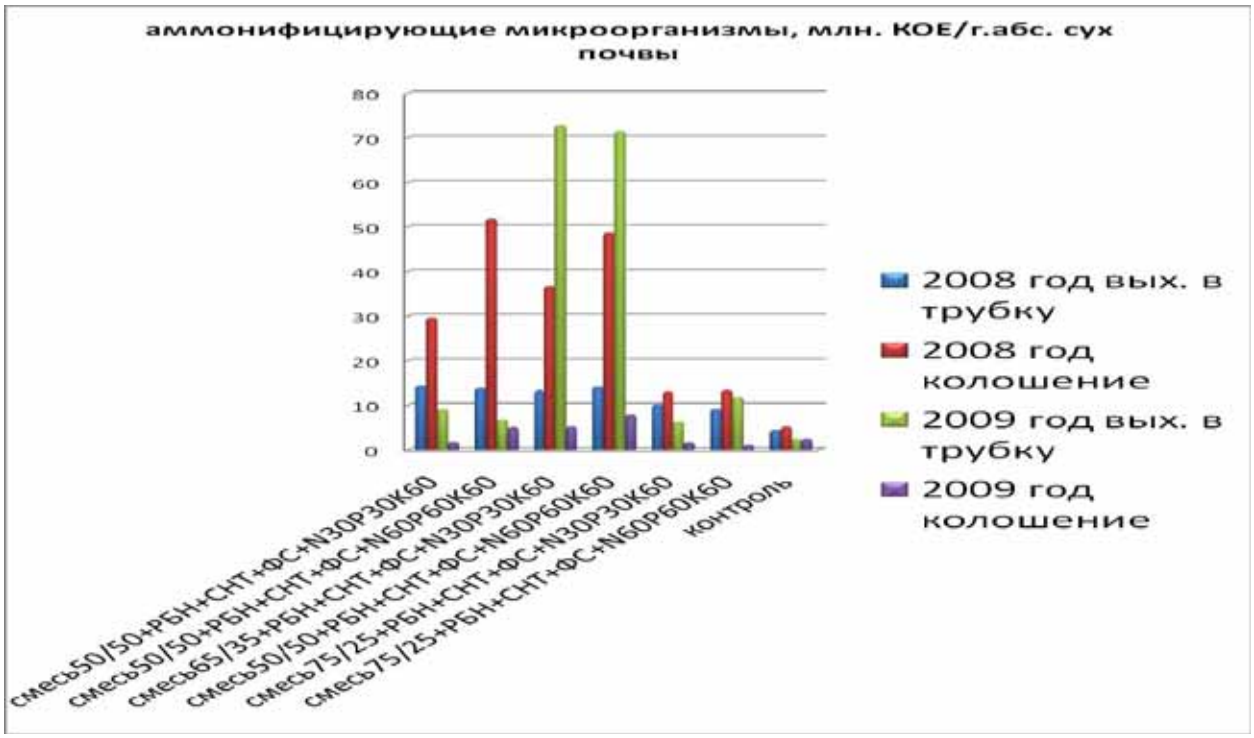


Рис. 1. Численность аммонифицирующих микроорганизмов, млн. КОЕ/г абс. сух. почвы смешанных посевов яровое тритикале + люпин

При выращивании смешанных посевов в 2008 году численность аммонифицирующих неспорообразующих бактерий повышалась в сравнении с контролем в среднем в 2,8 (начало бутонизации люпина - выход в трубку яровой тритикале) и в 6,2 раза (конец цветения люпина - колошение яровой тритикале). Увеличение дозы азотно-фосфорных удобрений в 2 раза($N_{60}P_{60}$) ускоряло развитие аммонификаторов в среднем на 20%, а изменение структуры по-

севов в сторону увеличения доли тритикале и уменьшения люпина (соотношение 65/35) – не изменяло их численности.

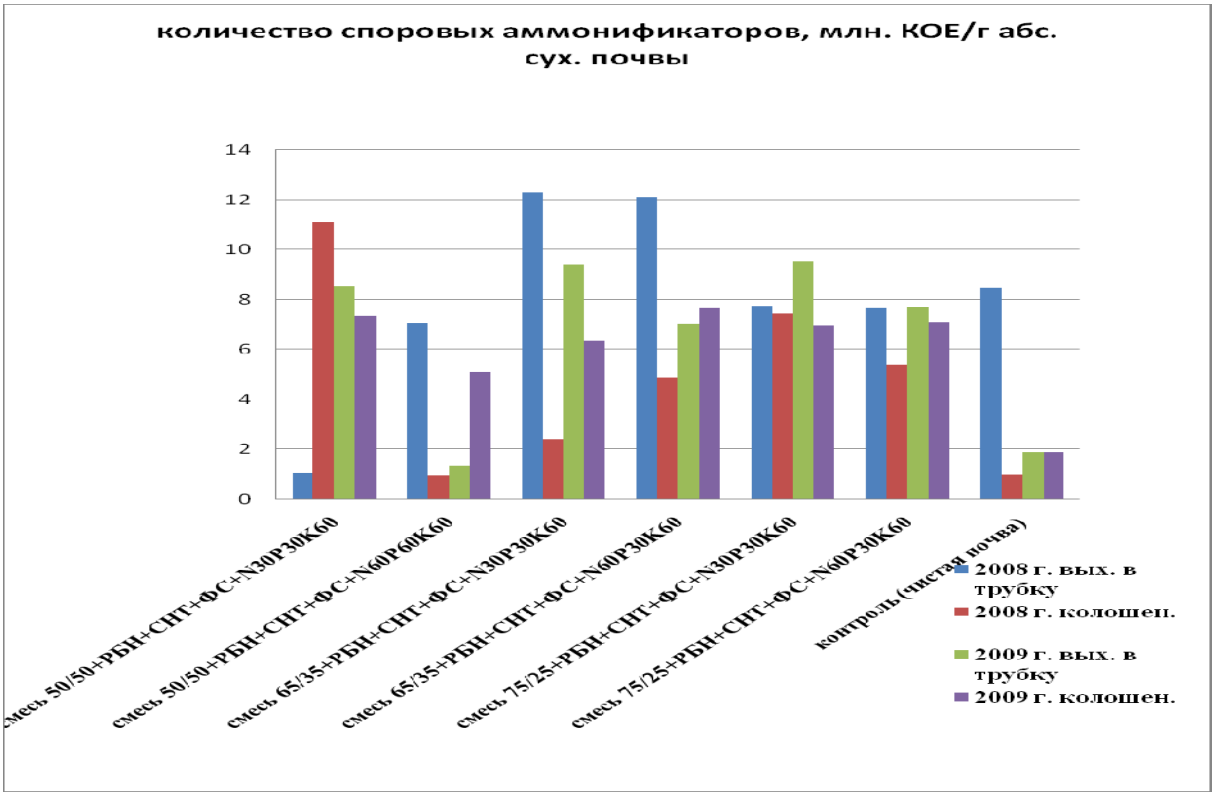


Рис. 2. Численность спорообразующих микроорганизмов в почве под смешанными посевами яровое тритикале +люпин, млн. КОЕ/г абс. сух. почвы

В исследованных нами образцах количество бацилл в 2008 году колебалось от 0,94 до 122,9· 10^4 КОЕ/г абс. сух. почвы. Максимальная их численность выявлена на фоне $N_{30}P_{30}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ в фазу бутонизация люпина – выход в трубку яровой тритикале при соотношении компонентов смеси 65/35 и инокуляции микробными удобрениями (в среднем выше контроля на 43%).

Если брать соотношение неспорообразующих аммонифицирующих микроорганизмов к бациллам, по которому можно судить о стадии сукцессии в разложении органических соединений, то оно во всех вариантах выше в конце цветения люпина и колошения яровой тритикале. Этот показатель минимален в ризосферной почве на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ минерального питания при соотношении компонентов смеси 65/35% и инокуляции микробными удобрениями.

Содержание аммонифицирующих микроорганизмов во всех агроценозах в 2009 году, в основном, превышало контроль. Внесение азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{30}P_{30}$ и $N_{60}P_{60}$ значительно стимулировало

развитие микроорганизмов этой группы только в начале бутонизации люпина и выхода в трубку яровой тритикале. Количество неспорообразующих аммонификаторов в этой фазе в вариантах с использованием $N_{30}P_{30}$ в среднем превышало контроль в 12,2, на фоне $N_{60}P_{60}$ – в 12,5; в конце цветения люпина и колошения яровой тритикале – в 1,2 и 2,0 раза соответственно. Максимальная их плотность установлена при соотношении ярового тритикале и люпина 65/35% и обработкой биоудобрениями.

В отличие от микробоценозов почвы, сформировавшихся в отсутствие вегетирующих растений (контроль), присутствие растений, использование NPK и биоудобрений в 2009 году стимулировало развитие спорообразующих аммонификаторов. В исследованных нами образцах количество бацилл колебалось в пределах от 1,34 до $9,54 \cdot 10^5$ КОЕ/г абс. сух. почвы и было выше контроля в среднем в 3,7 раза.

Спорообразующие бактерии – активные продуценты многих ферментов, что объясняет их способность разрушать устойчивые органические соединения. Большинство их видов обладает способностью использовать в качестве источника азота нитраты, вызывая процесс денитрификации: перевод нитратов в состав органических азотистых соединений. Среди почвенных аэробных бактерий имеются виды, которые довольно хорошо развиваются на безазотистой среде. К ним относятся олигонитрофильные бактерии, обладающие способностью усваивать атмосферный азот. Эти микроорганизмы характеризуются слабой азотфиксирующей способностью, однако от их количества может зависеть от содержания азота в почве (табл. 1).

При выращивание растений инокулированных Ризобактерином, Сапронитом и Фитостимофосом происходит усиленное развитие олигонитрофильных и фосфатмобилизующих микроорганизмов в сравнении с контрольным вариантом («чистой» почвой) (табл. 1,2). Количество микроорганизмов этих физиологических групп возрастает в среднем в 2,8 и 2,5 раза соответственно.

Таблица 1. Численность олигонитрофильных микроорганизмов в ризосфере почвы яровое тритикале+люпин, млн. КОЕ/г абс. сух почвы

Вариант	2008г.		2009г.	
	выход в трубку	колошение	выход в трубку	колошение
Смесь 50/50+РБН+СНТ+ФС+$N_{30}P_{30}K_{60}$	10,6	16,8	9,82	38,3
Смесь 50/50+РБН+СНТ+ФС+$N_{60}P_{60}K_{60}$	10,1	2,86	49,8	48,8
Смесь 65/35+РБН+СНТ+ФС+$N_{30}P_{30}K_{60}$	8,7	13,9	28,5	5,88
Смесь 65/35+РБН+СНТ+ФС+$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,5	11,2	49,3	37,1
Смесь 75/25+РБН+СНТ+ФС+$N_{30}P_{30}K_{60}$	5,2	10,9	12,9	21,8
Смесь 75/25+РБН+СНТ+ФС+$N_{60}P_{60}K_{60}$	11,5	15,6	20,7	39,8
Контроль (чистая почва)	2,6	5,11	5,33	5,33

Таблица 2. Численность фосфатмобилизующих микроорганизмов в почве под смешанным посевом яровое тритикале+люпин, млн. КОЕ/абс. сух почвы

Вариант	2008г.		2009г.	
	выход в трубку	колошение	выход в трубку	колошение
1	2	3	4	5
Смесь 50/50+РБН+СНТ+ФС+$N_{30}P_{30}K_{60}$	2,21	3,18	9,13	1,11
Смесь 50/50+РБН+СНТ+ФС+$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,49	5,40	18,9	2,52
Смесь 65/35+РБН+СНТ+ФС+$N_{30}P_{30}K_{60}$	1,26	3,29	13,3	1,12
1	2	3	4	5
Смесь 65/35+РБН+СНТ+ФС+$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,63	5,53	15,8	3,11
Смесь 75/25+РБН+СНТ+ФС+$N_{30}P_{30}K_{60}$	1,25	2,32	5,03	2,35
Смесь 75/25+РБН+СНТ+ФС+$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,30	1,7	9,33	4,89
Контроль (чистая почва)	0,98	0,98	2,63	2,63

Анализируя полученные данные, можно предположить, что в ризосферной почве вегетирующих растений возрастает доля «биологического» азота и подвижного фосфора.

Значительное место в группе микроорганизмов, усваивающих минеральный азот, занимают актиномицеты. Отличительной чертой 2009 года является низкая численность микрорганизмов данной группы: при общей численности усваивающих минеральный азот микроорганизмов более десяти миллионов, количество лучистых грибков достигает несколько сотен тысяч, хотя тенденция развития микроорганизмов этой группы аналогична прошлогодней. Во всех вариантах опыта они, в основном, представлены культурами с белым воздушным мицелием. Долевое участие их в общей биогенности снижено и составляет около 1%. Низкая численность микроорганизмов этой группы свидетельствует об обеднении почвы органическим веществом, уже подвергшемся деструкции, поскольку основная физиологическая функция лучистых грибков – трансформация разрушенной сложной органики в более простые и доступные органические соединения, легко включаемые растениями в обменные процессы.

Малодоступное для других микроорганизмов органическое вещество минерализуется микромицетами. Соотношение числа мицелиальных грибов в вариантах с растениями, NPK и бактеризацией, к их числу в контрольной почве в обе фазы развития растений, имеет отрицательное значение, т.е. изучаемые агроприемы нивелируют их развитие. Более значимое ингибирование роста мицелиальных грибов происходит на фоне $N_{30}P_{30}$ и $N_{60}P_{60}$ при соотношении компонентов смеси 65/35 (в 3,3 раза меньше контроля), менее значимое – при соотношении 75/25 % компонентов смеси (в 2,2 раза меньше контроля). Такая тенденция, вероятно, может быть обусловлена тем, что люпин улучшает фитосанитарное состояние посевов. Помимо этого, происходит изменение структуры комплексов почвенных микромицетов: в опытных вариантах преобладают грибы рода *Penicillium*, многие из которых, как известно, синтезируют антибиотики, что способствует самоочищению почвы от фитопатогенов.

Определение коэффициента минерализации ($К_М$) показало, что в ризосферной почве изучаемых агроценозов преобладают минерализационные

процессы (рис.3), на что указывает превышение численности микроорганизмов, использующих минеральный азот над аммонифицирующими.

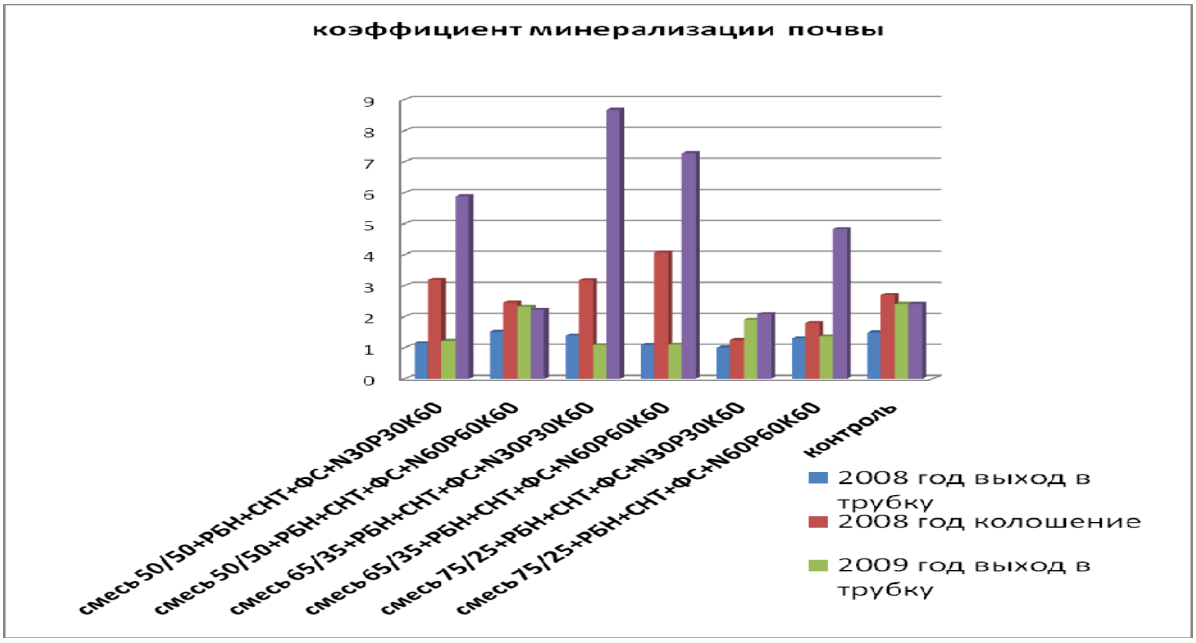


Рис. 3. Коэффициент минерализации органического вещества почвы под смешанным посевом яровое тритикале + люпин

Наиболее высокие показатели коэффициента минерализации (Км) выявлены в стадии колошения яровой тритикале и конце цветения люпина (2009г.). В этой фазе их значения максимальны при соотношении растительных компонентов в смеси 65/35% на двух фонах NPK.

Заключение

Использование изучаемых агроприемов (подбор соотношения компонентов смеси, уровня азотного и фосфорного питания, инокуляция семян биоудобрениями) при возделывании смешанных посевов меняет количественный состав ризосферных микробоценозов в сторону увеличения общей биогенности, что, вероятно, модифицирует направленность микробиологических, и, как следствие, биохимических процессов в почве. Максимальные показатели общей биогенности определены в вариантах опыта при выращивании яровой тритикале и люпина в соотношении 65/35% и инокуляцией биоудобрениями на двух фонах удобрений ($N_{30}P_{30}$ и $N_{60}P_{60}$).

УДК 574.5

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-БИОТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Кольцова О.М., Мараева О.Б.

Аннотация

Изложены результаты мониторинга физико-химического состояния чернозема выщелоченного агроэкосистемы при разном уровне антропогенного воздействия, которое нарушило естественный баланс поступления и выноса основных биофильных элементов и ухудшение условий жизнеобеспечения возделываемых культур. Установлено, что наиболее близкие к естественным условия сложились при внесении дефеката по органическому фону, что показало ведущую роль кальция в сохранении уровня плодородия этих почв.

В современном мире экологические проблемы по своему значению вышли на одно из первых мест. Бурное развитие хозяйственной деятельности человека привело к интенсивному, часто разрушительному, воздействию на окружающую среду. Поскольку при таких воздействиях могут резко изменяться свойства почвы, почвенная биота может быть использована как индикатор степени нарушенности биогеоценоза. Именно в почвенном слое происходит взаимодействие малого биологического и большого геологического круговоротов. Благодаря этому в почве формируется главное свойство – плодородие. Основную роль в этом играет микробиологический комплекс и биохимические механизмы трансформации вещества и энергии. Важность функционирования цепей разложения связана с тем, что в процессе биологического круговорота в них перерабатывается до 90% прироста биомассы растений, попадающей в эти цепи в виде опада. Основную роль в этом играет микробиологический комплекс [1].

В каждом виде почв, обладающим конкретными физико-химическими свойствами, развиваются определенное количество и группы микроорганизмов, и устанавливается биологическое равновесие, характерное для данных условий и сезона. Изменение водного, воздушного и питательного режимов почвы, которое особенно резко происходит в почвах агроэкосистем, сказыва-

ется существенным образом на микрофлоре: меняется количество отдельных групп микроорганизмов, а также динамика и интенсивность микробиологических процессов. На характер микрофлоры большое влияние оказывает активная кислотность почвы. Микроорганизмы одной и той же систематической группы неодинаково относятся к кислотности среды. Так, большинство бактерий почвы не развивается при значении реакции среды ниже pH 4,5-5. Минимальные значения кислотности среды для грибов составляют pH 2-3. В связи с этим становится понятным, почему в любой почве могут быть найдены представители основных групп микроорганизмов, но в кислых почвах относительно больше микроскопических грибов, чем в щелочных, где лучше размножаются бактерии и актиномицеты. Несмотря на разную кислото- и щелочеустойчивость, все группы микроорганизмов проявляют активную жизнедеятельность в нейтральной среде. Поэтому нейтрализация кислых и снижение значение реакции среды щелочных почв приводит к активизации желательных для возделывания культурных растений процессов [2]. Одним из показателей биологической активности и плодородия почв служит ферментативная активность. Ее определение в почве позволяет судить об интенсивности и направленности биохимических процессов, протекающих в ней, особенно под влиянием антропогенных факторов, регулирующих условия жизнедеятельности растений и микроорганизмов [3].

Активная сельскохозяйственная деятельность человека привела к изменению круговоротов основных биофильных элементов в почве. Важнейшей особенностью биохимического круговорота элементов минерального питания в условиях агроценозов является постоянное отчуждение значительной части этих элементов из почвы вместе с сельскохозяйственной продукцией. Восполнение возникающего дефицита элементов питания возможно за счет применения прежде всего минеральных удобрений. Но внесение физиологически кислых минеральных удобрений оказалось неоднозначным, прежде всего по влиянию на кислотный режим почвы. Интенсификация земледелия, в частности ее важнейшая составная часть – химизация, существенно

влияет на современный почвообразовательный процесс. Сохранение почвы как производительной силы возможно только при определенном уровне равновесия между ее органической и минеральной частями [4]. В настоящее время в пахотных черноземах снижается содержание подвижных форм фосфора и калия, наблюдается прогрессирующее подкисление почвенного раствора, которое закономерно увеличивает дефицит кальция в почвенном поглощающем комплексе [5].

Методика и условия

Мониторинг почвенно-биотического комплекса черноземных почв основан на сопряженном изучении изменения физико-химических и биологических свойств. Он проводится в условиях стационарного полевого опыта отдела химизации опытной станции ВГАУ в 6-типольном севообороте с чередованием культур: черный пар - озимая пшеница - сахарная свекла - вико-овсяная смесь - озимая рожь – ячмень, заложенном в 1987 году. Варианты опыта: контроль абсолютный; контроль орг. фон (40 т/га навоза в черный пар); орг.фон + NPK по 60 кг д.в./га; орг.фон + дефекат (по полуторной гидролитической кислотности в черный пар один раз в ротацию севооборота совместно с навозом). Естественная экосистема представлена некосимым лугом. Почва – чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый: pH $_{сол.}$ – 4,84; $H_г$ –7 мг-экв/100 г почвы; V – 85%; содержание гумуса – 4,2%, обогащенность чернозема выщелоченного по активности каталазы, фосфатазы и уреазы – бедная.

Результаты исследований

Изучение почвенных показателей в различных режимах использования чернозема выщелоченного показало резкое их изменение при переходе от естественных (луг) к аграрным экосистемам. Прежде всего, это отразилось на балансе ионов водорода, кальция и магния. Анализ данных таблицы 1 показывает, что наиболее благоприятными были физико-химические свойства чернозема лугового сообщества, что указывает на сбалансированность кру-

говоротов основных биофильных элементов и поступление достаточного количества органического вещества с опадом.

Таблица 1. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного (в слое 0-20 см)

Виды экосистем и варианты опыта	pH_{KCl}	$H_г$	S	V,%
		мг-экв/100 г почвы		
Луг	6,5	2,7	30	92
Пашня: контроль абс.	5,2	5,0	27	85
Орг.фон – 40 т/га навоза	5,4	4,5	29	86
Орг.фон+$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,0	6,4	26	80
Орг.фон+дефекат 28т/га	6,5	2,7	32	92

Изучение сезонной динамики изменения основных показателей плодородия чернозема выщелоченного выявило, что в луговом сообществе она сглажена, тогда как на пашне эта динамика ярко выражена. Кроме того, сезонные изменения в естественных и аграрной экосистемах носят противоположный характер. Так на пашне гидролитическая кислотность к осени снижается, т.к. снижается вынос кальция после уборки озимой пшеницы и происходит обратный ток этого элемента из нижних в верхние горизонты. Обратная зависимость наблюдается в естественных экосистемах. Повышение влажности и снижение температуры осенью привело к активной вегетации растений, и, следовательно, активному использованию кальция, повышению гидролитической кислотности.

Основу микробоценоза любой экосистемы составляют бактерии, численность которых достигает 70%, актиномицеты – около 30% и наименьшая группа по объему – грибы (табл. 2). Луговое сообщество имеет наивысшую активность всех групп микроорганизмов по сравнению с пашней. Причем количество бактерий снижается в 6-4,5 раза, достигая наибольшего значения – 42-36 млн шт. на вариантах с внесением органических и минеральных удобрений, достигая на мелиорированном варианте максимальной величины – 85 млн шт. Количество грибов достигает максимума на пашне в варианте внесе-

ния минеральных удобрений по органическому фону, что связано с наибольшей кислотностью. Таким образом, антропогенное воздействие вызывает перестройку микробоценоза, которая выражается в перераспределении различных групп микроорганизмов.

Таблица 2. Активность микроорганизмов (среднее за три года исследований)

Виды экосистем и варианты опыта	Бактерии, млн шт	Грибы, тыс.шт	Актиномицеты, тыс. шт
	на 10 г почвы		
Луг	135	11	8
Пашня: контроль	23	12	4
Орг.фон	42	10	6
Орг.фон+$N_{60}P_{60}K_{60}$	36	17	6
Орг.фон+дефекат	85	9	7

Наиболее характерным показателем биологической активности почвы является активность широко распространенных в природе ферментов, обеспечивающих процессы превращения углеводов, азот- и фосфорсодержащих органических соединений. Нами изучалась активность ферментов, координирующих процессы азотного и фосфорного обмена (уреаза и фосфатаза) и интенсивность окислительно-восстановительных процессов (каталаза) (табл. 3).

Таблица 3. Ферментативная активность чернозема выщелоченного в различных экосистемах (среднее за три года исследований)

Виды экосистем и варианты опыта	Фосфатаза, мг P_2O_5	Каталаза, $см^3$ O_2
	на 1 г почвы	
Луг	0,42	7,0
Пашня: контроль	0,65	3,2
Орг.фон	0,52	4,2
Орг.фон+$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,59	3,4
Орг.фон+дефекат	0,49	6,4

Изучение активности этих ферментов показало, что наименьшей для фосфатазы она была в луговом сообществе, что указывает на сбалансированность круговорота фосфора и стабильную обеспеченность им растений на протяжении всего периода вегетации. Активность каталазы, напротив, здесь была наибольшей, что указывает на высокую интенсивность окислительных процессов и жизнедеятельность почвенных организмов.

Изучение сезонной динамики активности этих ферментов в агроэкосистеме показало, что она наиболее высокая весной, когда потребность в элементах минерального питания у растений наибольшая, в июле - снижается (урожай озимых уже сформирован), а осенью, с поступлением в почву свежего органического вещества, вновь возрастает: 1,00; 0,75 и 0,88 (фосфатаза) и 3,5; 1,7 и 4,0 (каталаза) соответственно. Иная сезонная динамика активности ферментов наблюдается в естественных экосистемах, где растительное сообщество активно вегетирует более длительное время и потребность в элементах питания иная. Так для активности каталазы на лугу и залежи отмечен постепенный рост, что можно связать с ростом образования перекиси водорода в почве с увеличением биомассы организмов и нарастанием уровня окислительных процессов: на лугу активность увеличилась с 2,8 (май) до 3,5 (сентябрь) $см^3$ O_2 на 1 г почвы; на залежи соответственно с 2,0 до 2,7. Напротив, активность фосфатазы снижается на лугу с 0,54 (май) до 0,34 (июль) и незначительно повышается к осени – 0,38 мг фосфора на 1 г почвы и на залежи соответственно: 0,68; 0,55 и 0,43.

Установленное различие в сезонной динамике фосфатазы и каталазы в природных и аграрных экосистемах можно объяснить различной структурой биоценозов и различной динамикой поступления и разложения органического вещества в почве, а также различной потребностью растительности природных и аграрных экосистем в элементах питания.

Определение активности уреазы проводится по скорости подщелачивания среды за счет разложения мочевины до аммиака. Выявлено, что активность этого фермента связана со степенью окультуренности почвы (табл. 4). По активности уреазы изученные варианты образуют следующий ряд активности: луг < контроль< орг.фон < орг.фон+NPK < орг.фон+дефекат.

Таблица 4. Активность уреазы чернозема выщелоченного разной степени окультуренности

(исходная pH 5,5, содержание мочевины 0,25/50 г почвы, регистрация изменений pH через 45 мин.)

Увеличение щелочности до pH	Скорость увелич. щелочности, часы				
	луг	контроль	орг. фон	орг.фон +NPK	орг.фон +дефекат
6,0	-	5	3	2,5	2
6,5	10	8	5,5	4	2,8
7,0	15	12	10	7,5	5,5
7,5	22	18	15	9,5	6
8,0	30	25	20	15	7,5

Заключение

Мониторинг почвенно-биотического комплекса чернозема выщелоченного природных и аграрных экосистем показал значительную перестройку всех его составляющих в результате сельскохозяйственной деятельности. Это отразилось на физико-химических свойствах почвы и в наибольшей степени на ее кислотном режиме, а также и на биологической активности. В микробоценозе чернозема отмечено сокращение бактерий и увеличение количества плесневых грибов, что объясняется изменением баланса ионов водорода и кальция в ППК в пользу первых. Изменяется и динамика ферментативной активности, так активность фосфатазы показывает недостаток подвижного фосфора и несбалансированность круговорота этого элемента, внесение же только минеральных фосфорных удобрений на фоне повышенной кислотности не улучшает это положение.

При урожайности озимой пшеницы 25 ц/га на контроле, прибавка на варианте орг. фона составила 5 ц, а на вариантах внесения NPK по 60 кг д.в. по орг. фону и дефеката на орг. фоне – 10ц. Расчет экономической эффективности изучаемых агроприемов показывает приоритет варианта внесения дефеката на орг. фоне, где даже на 6 год последействия этого мелиоранта уровень рентабельности составил 105%, а величина чистого дохода на 1 га – 1798 руб.

Литература

1. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М., 1987. – 325с.
2. Тейт Р. III. Органическое вещество почвы: Биологические и экологические аспекты: пер. с англ. / Р. Тейт. – М., 1991. – 400 с.
3. Почвенные микроорганизмы как компоненты биоценоза / под ред. Е.Н. Мишустина. – М.,1984. – 450с.
4. Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. – М.,1985. – 376с.
5. Егоров В.В. Задачи почвоведения в X пятилетке / В.В. Егоров // Почвоведение. –1976. –№1. –С.5-12.

УДК 631.445.24

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МИКРОМИЦЕТОВ В ЗЕРНОТРАВЯНОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ

Горьковенко В.С., Шадрина Л.А., Москалёва Н.А., Смоляная Н.М., Бондаренко И.И., Тосунов Д.К., Богословская Н.Б.

Аннотация

Приведены результаты многолетнего мониторинга микологического состояния растений и ризосферы каждой культуры типичного зернотравянопропашного севооборота за ротацию, при этом видовой состав, трофическую и филогенетическую специализацию, обилие, пространственную и временную частоту встречаемости, токсичность микромицетов, рассматривали как комплексный показатель фитопатологического состояния данного агроценоза.

В Краснодарском крае по данным государственного кадастра земель, бонитет сельскохозяйственных угодий и пашни самый высокий в России. Однако, исследования, выполненные в неполном объеме по программе мониторинга земель, показывают, что состояние сельскохозяйственных угодий приблизилось к черте, за которой могут начаться необратимые процессы деградации. Причинами разрушительного процесса явилось систематическое нарушение агротехнических приёмов и отчуждение с урожаем огромного количества органических и минеральных веществ без адекватного их возврата в

почву. Почвами потеряно более 40 % гумуса, основной урожай сельскохозяйственных культур формируется за счет истощения почв. В настоящее время в крае из-за потери плодородия и деградации подлежит консервации около 210 тыс. га пашни (**www.priroda.ru›regions/earth/**).

Деградированные почвы утратили аборигенную микрофлору, свойственную им структуру и функции, потеряли способность к самоочищению. Нарушение микробиологических процессов привело к снижению антифитопатогенного потенциала, почвы стали активно концентрировать токсиногенные, в первую очередь фитопатогенные, микроорганизмы. Накопившись в посевах экономически значимых культур, патогены стали превалировать и периодически вызывать массовые вспышки заболеваний. В настоящее время в крае возросла роль грибов рода *Fusarium*, вызывающих трахеомикозы, корневые гнили, поражение генеративных органов и листового аппарата зерновых и пропашных культур на всех стадиях вегетации. Проблемой стал микромицет *Microdochium nivale,* в посевах озимой пшеницы он является возбудителем снежной плесени, корневой и прикорневой гнилей, фузариозного ожога листьев и фузариоза колоса. Усилилась вредоносность листовых микозов: септориоза, пиренофороза озимой пшеницы, ринхоспориоза, сетчатой и полосатой пятнистостей озимого ячменя, фомопсиса и эмбеллизии подсолнечника, пепельной гнили пропашных. Распространились и стали вредоносными ранее экономически незначимые виды грибов, например, возбудитель гибеллиноза озимой пшеницы – *Gibellina cerealis*, усилилась вредоносность представителей рода *Alternaria*.

Условия и методика

Исследования выполнялись в 1992-2011гг. на базе длительного многофакторного стационарного опыта Кубанского госагроуниверситета. Опыт включён в «Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации» (2002). Одиннадцатипольный зернотравянопропашной севооборот заложен в 1992 г., размещен на трех полях, с ежегодным вхождением в каждое поле новой культуры, соглас-

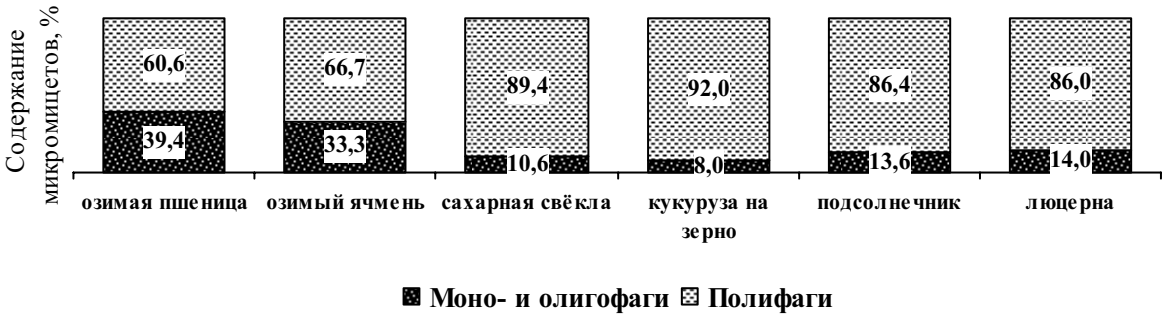
но структуре севооборота. Первая ротация (1992-2002 гг.) включала чередование озимой пшеницы с пропашными культурами и заканчивалась трехлетним возделыванием люцерны, вторая (2001-2011 гг.) начиналась с чередования: озимая пшеница, озимый ячмень, а далее - озимая пшеница с пропашными культурами и люцерной трех лет жизни. Исследования проводились в вариантах с естественным уровнем плодородия, без применения минеральных удобрений и средств защита растений. Использовалась рекомендованная система основной обработки почвы - под пропашные и люцерну отвальная, на глубину 30-32см, и безотвальная, на 8-12см, под озимые колосовые. Рельеф опытного участка ровный. Почвы представлены черноземом выщелоченным сверхмощным слабогумусным, легкоглинистым, содержание гумуса 2,7-2,9%. Общая площадь опытной делянки составляет 105м^2, учетная для пропашных и люцерны – 47,6м^2, зерновых – 34,0м^2. Повторность опыта – трехкратная, метод размещения вариантов – рендомизация по блокам. Фитосанитарное состояние культур оценивали по общепринятым в фитопатологии методикам, выделение микромицетов из растений и почвы - с использованием голодного алкогольного (ГАА), почвенного (ПА), картофельно-сахарозного (КСА) и картофельно-морковного (КМА) агаров, среды Чапека. Количественная и качественная характеристика комплекса микромицетов ризосферой зоны растений приведена с использованием методик почвенной микологии (Литвинов, 1967, Мирчинк, 1988; Марфенина, 1999; Easten, 1969).

В результате двадцатилетнего мониторинга из корней, корнеплодов, листьев, стеблей и генеративных органов растений изолировано и идентифицировано 125 видов микромицетов, в том числе озимой пшеницы - 71, озимого ячменя – 57, сахарной свёклы – 47, кукурузы на зерно – 50, подсолнечника - 44 и люцерны – 50.

Выделенные микромицеты в таксономическом положении представляли два царства: грибоподобные организмы (*Chromista*) и настоящие грибы (*Fungi*), четыре отдела: *Oomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota* и

группу *Anamorpha fungi*. Имели все существующие виды паразитической специализации – от био- до геми-и некротфов.

Группу с моно- и олигофагной филогенетической специализацией составили представители био- и гемибиотрофов – возбудители ложных и настоящих мучнистых рос, ржавчинных болезней, отдельные виды пятнистостей. В зависимости от биологических возможностей в межсезонный период грибы этой группы сохранялись в/на семенном материале, послеуборочных остатках в виде телеоморф, телиоспор, мицелия в листьях озимых, в живых тканях промежуточных культур и растениях люцерны второго и третьего годов жизни. В патогенном комплексе моно-и олигофаги представляли меньшинство, их доля в посевах озимых колосовых в среднем составляла 35-40 %, остальных культур – 10-15 % (рис. 1).



Р

ис. 1. Структура патогенного комплекса микромицетов зернотравянопропашного севооборота по филогенетической специализации, 1992-2011 гг.

Полифагную группу микромицетов, с широкой филогенетической специализацией, составили геми- и некротрофые виды – возбудители корнееда, гнилей корней, корнеплодов и корзинок, некрозов листьев и стеблей, фузариоза и черни колоса, плесени. В патогенном комплексе полифаги доминировали – в ценозе озимых колосовых они в среднем составляли 60-65%, остальных культур – 85-90%.

Полифаги, заселяя растения в период вегетации как патогены, в межсезонный период переходили к сапротрофному способу питания. При оптимальных условиях среды благодаря способности использовать в качестве

пищевого субстрата послеуборочные остатки, они интенсивно развивались в анаморфной стадии, накапливая огромный почвенный инфекционный запас. Кроме того, полифаги, в соответствии с биологическим циклом развития, в межсезонный период формировали телеоморфы и покоящиеся структуры, которые выполняли не только функцию длительного сохранения, но и дальнейшего распространения в ценозе. В качестве дополнительного источника инфекции представителей этой группы служил заражённый семенной материал.

Особую тревогу представляли полифагные фитопатогены, способные поражать одновременно все культуры севооборота, их доля в патогенном комплексе определялась видом растения-хозяина и в среднем составляла 25-40 % (рис. 2). Ядром этого комплекса оказались представители родов *Fusarium* и *Alternaria*.

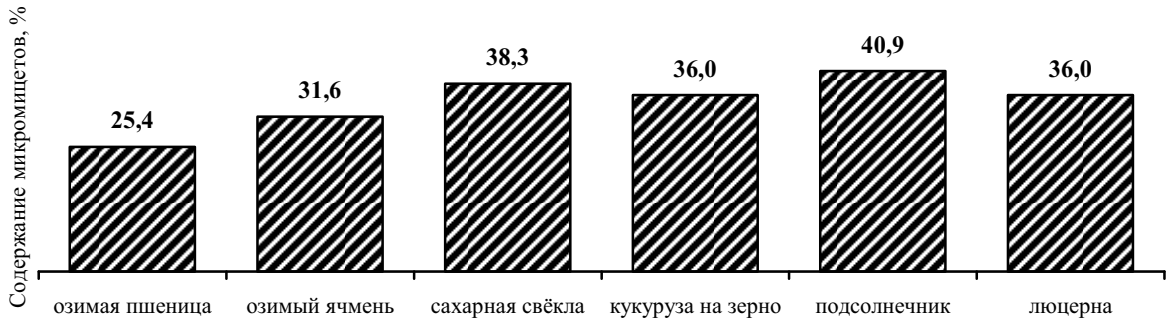


Рис. 2. Доля полифагных микромицетов в патогенном комплексе, поражающие все культуры севооборота, 1992-2011 гг.

Кроме мониторинга видового состава патогенных видов грибов, поражающих растения в период вегетации, на протяжении двух ротаций севооборота, проведено более 200 (по 3-4 за вегетацию культуры) микологический анализ почвы ризосферой зоны растений. Полученные результаты позволили определить общий видовой запас микромицетов в севообороте и установить, что митоспоровые грибы (*Anamorpha fungi*) составляют около 90 % от общего количества выделенных видов. Они легко изолировались из почвы и служили в качестве индикаторных видов для характеристики микологического состояния почв. На основе временной и пространственной частоты встречаемости

установлена значимость каждого вида гриба, дана оценка его типичности и положения в структуре доминирования. Дифференциация грибного комплекса по трофической специализации и количественному соотношению патогенных и сапротрофных видов грибов, является тем показателем, который позволяет судить об относительном здоровье почвы.

В связи с этим мы попытались комплекс изолированных грибов дифференцировать по пищевой приуроченности и выделили три относительно условные группы: патогенную, сапротрофную и смешанную. Первую представляли микромицеты, вызывающие патологический процесс у всех культур севооборота. В сапротрофную входили типичные аборигенные виды грибов, участвующие в трансформации органических остатков и формирующие супрессивные свойства почвы. Смешанную группу представляли виды, которые, в силу биологических особенностей, в агроценозе одной культуры являлись патогенами, другой – сапротрофами.

В ризосфере озимых колосовых, пропашных культур и люцерны сформировался комплекс грибов с высоким видовым разнообразием - представлен 74 видами, из которых более половины (58,1%) – токсигенных.

Ядро патогенного комплекса составили доминирующие или часто встречающиеся виды *Fusarium* (*F. culmorum** (* – здесь и далее указаны токсигенные виды), *F. graminearum**, *F. poae**), *Alternaria* (*A. alternata**, *A. tenuissima**), *Cladosporium* (*C. herbarum**), *Cephalosporium* (*C. acremonium*), *Verticillium* (*V nigrescens, V. kubanicum*), *Microdochium nivale**. Временна́я, но особенно пространственная, частота встречаемости представителей родов *Fusarium* (*F. solani**, *F. oxysporum**, *F. verticillioides**), *Pythium* (*P. ultimum*), *Verticillium* (*V. dahliae, V. lateritium**, *V. tr1icorpus*) колебалась, поэтому их количественный статус оказывался нестабильным и периодически переходил из группы «доминирующих» в группы «часто встречаемых» или «типичных» видов и наоборот. Дополнялся патогенный комплекс часто встречаемыми или типичными видами - *Bipolaris sorokiniana, Botrytis cinerea**, *Fusarium avenaceum**, *Curvularia lunata*, *Fumago vagans, Harzia verrucos, Nigrospora*

maydis, Pythium graminicola, Oedocephalum glomerulosum, Rhizoctonia solani*, *Stemphylium botryosum.*

В сапротрофной группе доминирующими или часто встречаемыми были аборигенные виды родов *Trichoderma* (*T. viridi** Pers., *T. koningii** Oudem.) *Stahybotrys* (*S. alternans** Bonorden), *Humicola* (*H. grisea* Traaen). Часто встречаемыми или типичными - *Trichoderma album** Preuss, *T. aureoviride** Rifai, *Chaetomium seminudum** Ames, *Ch. thermophile** La Touche. Типичными (в ризосфере сахарной свёклы, люцерны) или редкими (озимых зерновых, кукурузы на зерно, подсолнечника) оказались виды – *Trichoderma glaucum** Abbott, *T. hamatum** (Bon.) Bainer*, T. harzianum** Rifai, *Arthrobotrys oligospora* Fres., *Dendrochion nanum* (Nees et Grad) Hughes и *Stysanus* (*S. stemonites* (Pers. et Steud.) Morton et G. Sm.).

Смешанную группу составили виды родов *Aspergillus* (*As. candidus*, As. flavus*, As. glaucus, As. fumigatus** Fres., *As. niger*, As. oryzae*, As. tamari*), *Mucor (M. hiemalis, M. mucedo, M. plumbeus*), *Penicillium* (*P.atramentosum* Thom, *P. labrum, P. glaucum, P. freguentans*, P. funiculosum** Thom, *P. canescens** Sopp, *P. citrinum**, *P. claviforme*, P. corymbiferum, P. commune** Thom, *P. cyclopium, P. luteum*, P. notatum** Westl., *P. purpurogenum*, P. rubrum*, P. rugulosum*, P. roqueforti** Thom, *P. variabile**) и *Rhizopus* (*Rh. microsporus, Rh. nodosus, Rh. nigricans*, Rh. oryzae*). Полученные результаты не позволили дать им чёткую количественную характеристику, так как пространственная и временна́я встречаемость у них колебалась от «высокой» до «низкой».

Грибы рода *Penicillium* являясь космополитами, широко распространены в черноземе выщелоченном. При этом в агроценозе их роль неоднозначна. С одной стороны они способны в той или иной степени проявлять патогенные свойства по отношению к сельскохозяйственным культурам, синтезировать фитотоксины и являться причиной почвоутомления, с другой – совместно с представителями рода *Trichoderma* формировать супрессивные свойства почвы.

Изучение динамики обилия и соотношение видов микромицетов с различной трофической специализацией в ризосферной зоне растений в период

вегетации свидетельствует, что основными предикторами, влияющими на эти показатели, являются вид культуры, фаза её развития и условия окружающей среды – температура и наличие доступной влаги. В годы исследований погодные условия складывались по-разному – в одни более, другие – менее благоприятно. Полученные результаты позволили более объективно оценить состояние почвенной популяции грибов, как при оптимальных, так и критических условиях их развития.

В ранний весенний период (март-начало апреля) при достатке влаги в почве, сдерживающим фактором для мезофильной группы грибов оказывались низкие температуры. В это время в подавляющем большинстве случаев доминировали патогенные виды, сапротрофную группу в основном представляли виды рода *Penicillium*, реже *Trichoderma*. В фазы колошения, цветения, молочной спелости у озимых колосовых и активного роста у пропашных и люцерны (май-начало июня), в комплексе микромицетов наблюдалась перегруппировка – увеличивалось обилие сапротрофных грибов, часто это были представители рода *Trichderma*, в ризосфере люцерны - *Stahybotrys alternans, Humicola grisea.* В фазу восковой и полной спелости зерновых, различных стадий созревания пропашных (подсолнечника и кукурузы на зерно), роста корнеплодов сахарной свёклы, отрастания вегетативной массы люцерны первого года жизни (июль-август) в отдельные годы (1996, 1998, 2000, 2001, 2002, 2005, 2006 гг.) на поверхности почвы температура поднималась до 60-67ºС, в пахотном слое – 30-40ºС. Продолжительные засухи снижали содержание продуктивной влаги до критических приделов - 10-15% и ниже (в 2006 г. до экологически опасного уровня). Доминирующее положение в популяции грибов ризосферой зоны заняли термофильные виды родов *Aspergillus* и *Penicillium*.

Следует отметить особую роль люцерны в формировании комплекса микромицетов. С одной стороны, как биологический вид, она поражалась многими видами грибов, поэтому в изучаемом севообороте её нельзя считать фитосанитарной культурой. С другой, улучшая физические и химические

свойства почвы на второй, но особенно, третий год жизни, она оструктуривала почву и на 71-89% повышала её водопроницаемость. Буферные эффекты почвенных масс сильнее сглаживали колебания температуры и влажности. Позитивные изменения в почве способствовали увеличению видового разнообразия сапротрофных видов грибов, в том числе и представителей родов *Trichoderma, Humicola*, *Stahybotrys.* Грибы рода *Trichoderma,* обладая редкими свойствами - высокой конкурентной способностью за пищевой субстрат, толерантностью к стрессам, антибиозом, солюбилизацией, микоризообразованием, возможностью инактивировать ферменты патогена и поглощать неорганические питательные вещества, формируют биологическую составляющую супрессивных свойств почвы.

Заключение

Многолетний мониторинг возбудителей микозов растения в период вегетации и изучение популяции грибов ризосферной зоны, позволил определить общий видовой запас микромицетов в типичном зернотравянопропашном севообороте и значимость каждой культуры в его формировании. Ранжирование грибов по трофической и филогенетической специализации, пространственной и временной частоте встречаемости, обилию, позволило установить значимость каждого вида гриба, дать ему оценку типичности и положения в структуре доминирования. Полученные результаты позволяют судить об супрессивности почвы, строить кратко- и долгосрочные прогнозы, правильно выбирать тактику проведения защитных мероприятий.

Литература

1. Александрова А.В. Род *Trichoderma* Pers.: Fr./ А.В. Александрова //В кн.: Новое в систематике и номенклатуре грибов. М. – Национальная академия микологии – Медицина для всех. – 2003. – С. 119-275.
2. Билай В.И. Фузарии / В.И. Билай. - Киев: Наукова думка, 1977. – 442 с.
3. Билай В. И. Микромицеты почв / В. И. Билай. – Киев. - Наук, думка –1984. –263с.
4. Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов / М.А. Литвинов. – Л.: Наука, 1967. – 304 с.
5. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О.Е. Марфенина. – М.: Медицина для всех. 2005. – 196 с.

6. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология / Т.Г. Мирчинк. - М.: Изд-во МГУ, 1988. – 220 с.
7. Филиппов В.В. Фитопатогенные грибы рода *Verticillium* / В.В. Филиппов, Л.Н. Андреев, Н.В. Базилинская. – М. – Наука. – 1980. – 447 с.
8. Ellis M.B. Dematiaceaus hyphomycetes / M.B. Ellis - Commonv. Mycol. Inst., 1980. – 608 p.
9. Easton G. D., Nagle M. E., Bailey D. L. A method of estimating Verticillium albo-atrum propagules in field soil and irrigation waste water./ G. D. Easton, M. E. Nagle, D. L. Bailey // Phytopthology. – 1969. 59,8. - 1171 p.
10. The *Fusarium* – a Pictorial Atlas/ W. Gerlach, H. Nirenberg // Berlin. - 1982. - 407 p.
11. **www.priroda.ru›regions/earth/**

УДК 631.472.75

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИКОВ И ДИАЗОТРОФОВ В ПОЧВЕ ПРИ ЗАПАШКЕ СОЛОМЫ ЯЧМЕНЯ С РАЗЛИЧНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Безлер Н. В., Черепухина И. В.

Аннотация

Показано, что запашка соломы способствует увеличению фитотоксичности почвы. Поэтому последействие разложения соломы без дополнительных компонентов привело к снижению урожайности озимой пшеницы на 4,6ц/га. Добавление азотного удобрения к субстрату не вызвало значительных изменений продуктивности культуры. Использование микромицета-целлюлозолитика содействовало снижению фитотоксичности почвы, что на второй год разложения соломы привело к росту урожайности озимой пшеницы на 1,7 ц/га.

В настоящее время в Воронежской области сохраняется низкая численность поголовья крупного рогатого скота, в связи с чем нетоварная часть урожая зерновых культур не используется. Поэтому становится актуальным применять солому зерновых культур в качестве удобрения.

В тоже время в 5 т соломы в среднем содержится 20-35 кг азота, 11-16 кг P_2O_5 и 72-108 кг K_2O, которые по мере ее минерализации пополняют запасы питательных веществ почвы и используются растениями.

В ЦЧР, зоне недостаточного увлажнения, процесс разложения соломы затягивается на 3-5 лет. Для ускорения ее разложения целесообразно использовать микромицеты-целлюлозолитики и дополнительные компоненты, активизирующие их жизнедеятельность.

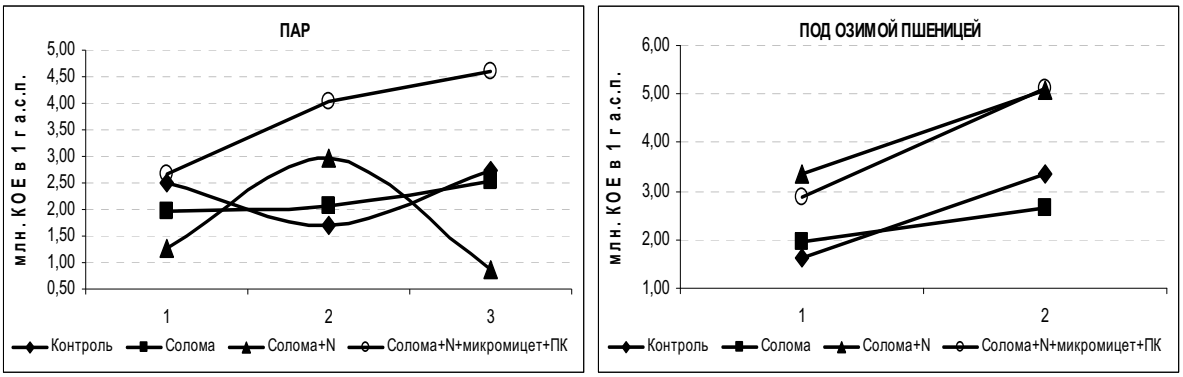
В 2001 году в лаборатории эколого-микробиологических исследований почв ВНИИСС из чернозема выщелоченного был выделен аборигенный штамм микромицета-целлюлозолитика. Лабораторные исследования показали, что он способствует ускорению разложения соломы на 75%.

Условия и методика

Для изучения деструкции соломы ячменя под воздействием микромицета-целлюлозолитика в 2009г. был заложен полевой опыт в зерносвекловичном севообороте ВНИИСС. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный мало гумусный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отбирали в пару в 2009-2011гг. (после запашки соломы ячменя) и в посевах озимой пшеницы в 2010-2011гг. (последействие деструкции соломы). Численность почвенных микроорганизмов учитывали методом высева почвенной суспензии на элективные питательные среды. Содержание щелочногидролизуемого азота определяли по методу Корнфилда.

Результаты исследований

Главными разрушителями целлюлозы в почве, из которой на 70% состоит солома зерновых культур, являются целлюлозолитические микроорганизмы. Их численность в черноземе невелика, интродукция микромицета-целлюлозолитика с азотом и питательной добавкой в пару способствовала увеличению численности целлюлозоразрушающей микрофлоры. В течение трех сроков наблюдения их численность возрастала от 2,66 – в мае, до 4,04 – в июле, и до 4,60 млн. КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы – в октябре (что выше контроля на 0,17; 2,33 и 1,85 млн. КОЕ в 1 г а.с.п., соответственно) (рис. 1).



1 – май, 2 – июль, 3 – сентябрь 1 – май, 2 – июль

Рис. 1. Динамика численности целлюлозолитиков в почве

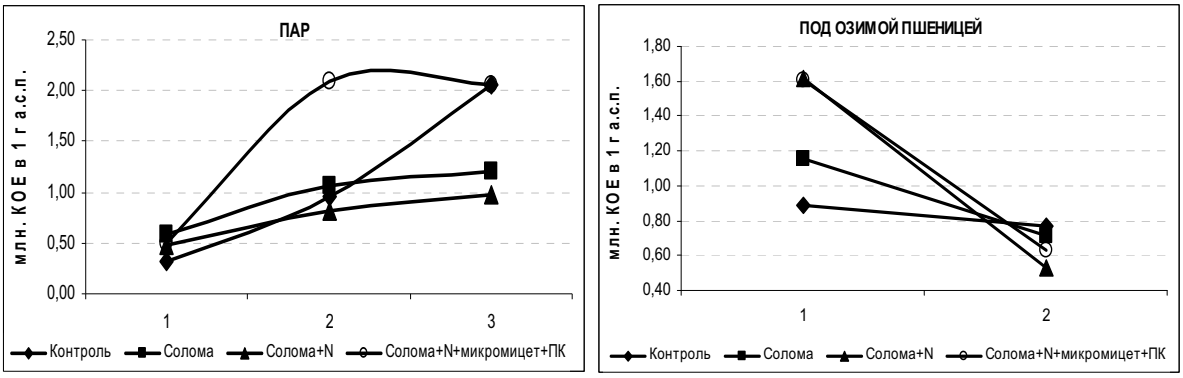
Весной в посевах озимой пшеницы численность целлюлозолитиков при внесении соломы с азотом, микромицетом-целлюлозолитиком и питательной добавкой была ниже, чем при использовании соломы и азота на 0,49 млн. КОЕ в 1 г а.с.п, что свидетельствует об исчерпании субстрата к этому моменту, а значит и о более активном разложении соломы под воздействием специализированного микроорганизма. Летом их количество было практически на одном уровне: 5,10 и 5,09 млн. КОЕ в 1 г а.с.п.

Деструкция соломы приводит к накоплению в почве продуктов разложения целлюлозы (низкомолекулярных углеводов), которые являются энергетической основой для жизнедеятельности диазотрофов.

В результате исследований установлено, что совместное внесение соломы, азота, микромицета-целлюлозолитика и ПК стимулирует развитие азотфиксаторов. Их максимальное количество отмечено при внесении соломы с дополнительными компонентами в июле (2,09 млн. КОЕ в 1 г а.с.п.), что было выше их численности в контроле без внесения соломы на 54,1 %, и на 48,8 % – при внесении соломы без дополнительных компонентов (рис. 2). Это косвенно может свидетельствовать о том, что использование соломы и микромицета способствовало активации фиксации азота в почве. Численность диазотрофов увеличивалась по вариантам без использования микромицета-целлюлозолитика с весны, когда она была наименьшей, повышаясь ле-

том, и к концу вегетационного периода достигла наибольших значений. В то время как использование микромицета-целлюлозолитика способствовало резкому росту количества фиксаторов азота в летний период, с 0,76 в мае до 2,06 млн. КОЕ в 1 г а.с.п. к севу озимой пшеницы (в контроле – с 0,75 до 2,05 млн. КОЕ в 1 г а.с.п.).

На следующий год исследований в посевах озимой пшеницы весной показатели численности диазотрофов после внесения соломы с азотом и внесения соломы с микромицетом-целлюлозолитиком и дополнительными компонентами, сравнялись: 1,62 и 1,61 млн. КОЕ в 1 г а.с.п., соответственно.



1 – май, 2 – июль, 3 – сентябрь 1 – май, 2 – июль

Рис. 2. Динамика численности диазотрофов в почве

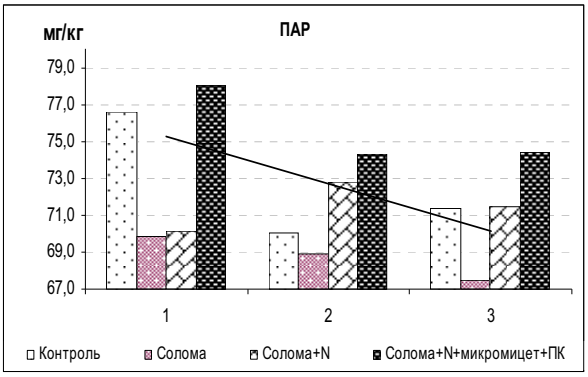
При использовании соломы без дополнительных компонентов численность диазотрофов не изменилась за зимний период: осенью (в пару) – 1,20 млн. КОЕ в 1 г а.с.п., весной (под озимой пшеницей) – 1,16 млн. КОЕ в 1 г а.с.п. Летом не было выявлено значительных изменений по вариантам.

Содержание щелочногидролизуемого азота в почве характеризует потенциальные запасы этого элемента в доступной для растений форме.

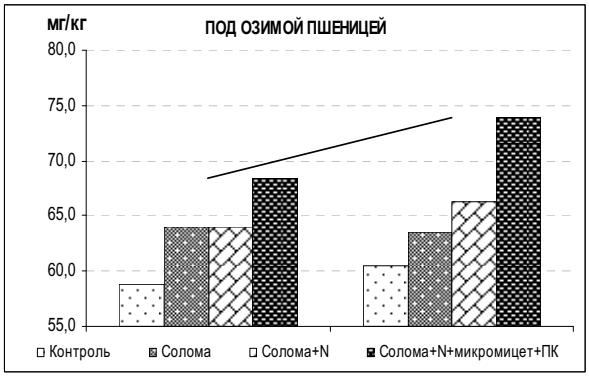
Использование соломы ячменя без дополнительных компонентов привело к снижению содержания этой формы азота в пару (весной на 6,8 мг/кг, в июле – на 1,2 мг/кг, в октябре – на 3,9 мг/кг относительно контроля), что связано с его иммобилизацией при деструкции соломы (рис. 3).

Запашка соломы ячменя с микромицетом-целлюлозолитиком, азотом и ПК способствовала накоплению щелочногидролизуемого азота: его содержа-

ние в почве в сентябре увеличилось на 3,0 мг/кг. Это происходит, по-видимому, за счет повышения общей численности диазотрофов.



1 – май, 2 – июль, 3 – сентябрь



1 – май, 2 – июль

Рис. 3. Содержание щелочногидролизуемого азота в почве.

В посевах озимой пшеницы запасы щелочногидролизуемого азота ниже, чем в пару, что связано с его выносом формирующимся урожаем культуры. Однако последействие разложения соломы ячменя под воздействием микромицета-целлюлозолитика и дополнительных компонентов также положительно сказывалось на накоплении доступной для растений формы азота. Так, в мае его количество превышало контроль на 14,2 % , а в июле – на 18,0%.

Заключение

Таким образом, выделенный из чернозема выщелоченного аборигенный штамм микромицета-целлюлозолитика при интродукции в свойственную ему среду активизирует жизнедеятельность целлюлозолитиков и диазотрофов, благодаря которым происходит накопление щелочногидролизуемого азота, доступного растениям. В результате повышается эффективное плодородие и увеличивается урожайность озимой пшеницы.

УДК 584.005

ВЛИЯНИЕ БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ НА СОСТАВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Житин Ю.И., Стекольникова Н.В.

Аннотация

Установлено, что использование вики мохнатой в качестве подсевной культуры в агроценозы озимой пшеницы позволит снизить засоренность посевов и увеличить продуктивность зерновой культуры.

Особенность взаимоотношения культурных и сорных растений в агрофитоценозе состоит в том, что к ним нельзя в полной мере отнести термин фактор устойчивости агроэкосистемы. С одной стороны, известно отрицательное влияние сорных растений на урожайность культур, с другой – устойчивость работы агроэкосистемы зависит от разнообразия видов, составляющих данную систему. Во взаимоотношениях между сорным и культурным компонентами в агрофитоценозе важную роль играет межвидовая конкуренция.

В связи с этим значительный интерес представляет изучение совместных посевов озимой пшеницы и вики мохнатой.

Условия и методика

Объектами исследования являлись агроценозы озимой пшеницы сорт Безенчукская 380, сегетальная растительность, силицитовые бентониты Кантемировского месторождения Воронежской области, вика мохнатая сорт Глинковская.

Схема опыта:

1. Контроль (аммиачная селитра 100 кг/га)
2. Аммиачная селитра + бентонит (5 кг/га) (АС+Б)
3. Вика мохнатая (15 кг/га)
4. Аммиачная селитра (100 кг/га) + вика мохнатая (15 кг/га) (АС+Вика)

5. Аммиачная селитра (100 кг/га) + вика мохнатая (15 кг/га) + бентонит (5кг/га) (АС+ Б + Вика)

Технология возделывания озимой пшеницы рекомендованная для ЦЧР. Прикорневую подкормку озимой пшеницы проводили весной согласно схеме опыта. Подсев вики мохнатой проводили одновременно с подкормкой озимой пшеницы. Площадь учетной делянки – 100м^2. Повторность – 4-х кратная. Размещение вариантов – систематическое. Предшественник – чистый пар.

Определение подвижных форм фосфора и калия в почве проводили по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91). Количество и массу азотфиксирующих клубеньков определяли путем выкапывания монолита размером 30×30×15 см с последующим отмыванием клубеньков, считали и взвешивали. Видовой состав сорных растений, численность, массу сырых растений определяли с помощью учетных рамок площадью 1м^2. Для учета проективного покрытия площади сорными растениями использовали пропорциональный метод. Определение площади листовой поверхности проводилось через каждые 10 дней с начала фазы выхода в трубку озимой пшеницы. Содержание азота в растениях – по Кьельдалю.

Проведенные исследования позволяют судить о том, что до посева вики мохнатой в агроценозе озимой пшеницы преобладали зимующие и ранние яровые сорные растения (рис. 1).

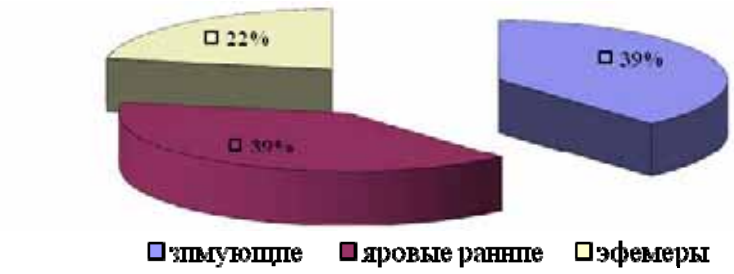


Рис. 1 Засоренность агроценозов на III этапе органогенеза озимой пшеницы, 2006-2010 гг.

Преобладающими являлись фиалка полевая (Viola arvensis Z.), гречишка вьюнковая (Fallopia convolvulus L.), горец вьюнковый (Polygonum aviculare L.), которые занимали в составе сегеталов 22,2%; 21,1%; 8,6% соответственно.

При дальнейшем формировании агрофитоценоза озимой пшеницы к IV этапу ее развития состав популяции сегетальных растений несколько увеличился. В систему внедрились такие растения как куриное просо (Echinochloa crusgalli L.), щетинник зеленый (Setaria viridis L. Beauv.), щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus L.), осот полевой (Sonchus arvensis L.), ромашка непахучая (Matricaria perforate Merat.), марь белая (Chenopodium album L.), василек синий (Centaurea uganus L.) – табл. 1.

Таблица 1. Обилие видов сегетальных растений на IV этапе органогенеза озимой пшеницы, 2006-2010 гг.

Сегетальные растения	Количество растений, шт./м^2				
	АС	АС+Б	Вика	АС+ Вика	АС+ Б+ Вика
Куриное просо	15,0	11,5	3,5	7,0	6,5
Щетинник зеленый	11,0	8,5	4,0	12,0	6,0
Щирица запрокинутая	-	-	-	2,0	0,5
Пастушья сумка	2,0	-	3,0	4,0	1,0
Ярутка полевая	7,0	4,0	4,5	2,5	3,5
Осот полевой	4,0	-	0,5	-	1,0
Ромашка непахучая	3,0	1,0	1,0	1,5	1,0
Фиалка полевая	10,5	13,5	4,5	8,0	6,5
Горец вьюнковый	6,5	4,0	2,0	5,0	3,0
Гречишка вьюнковая	7,5	3,5	12,0	6,0	6,0
Марь белая	2,0	3,5	-	4,0	1,5
Василек синий	1,0	0,5	-	-	1,0
Подмаренник цепкий	3,0	2,0	1,0	4,0	3,0
Звездчатка средняя	10,0	6,0	8,5	9,0	7,0
Общее число сорных растений	82,5	58,0	44,5	65,0	47,5

Внедрение в агроценоз вики мохнатой препятствовало развитию таких сегетальных растений, как куриного проса (Echinochloa crusgalli L), щетинника зеленого (Setaria viridis L. Beauv.), пастушьей сумки (Capsella bursa-pastoris L.), осота полевого (Sonchus arvensis L.), ромашки непахучей (Matricaria perforate Merat.), подмаренника цепкого (Galium aparine L.), фиалки по-

левой (Viola arvensis Z.). Их численность в сравнении с подкормкой посевов аммиачной селитрой уменьшалась на 36,5%; 36,9%; 36,1%; 11,1%; 35%; 48,1%; 53,8% соответственно. Марь белая (Chenopodium album L.), василек синий (Centaurea uganus L.) были совершенно вытеснены из агроценоза. Важно отметить, что содержание сорных растений на данном варианте было минимальным 44,5 шт./м^2, что меньше чем на варианте АС на 53,9%, АС+Б – 30,6%, АС+В – 47,4%, АС+Вика+Б – 10,5%.

Масса сегетальных растений так же в наибольшей мере уменьшалась на данном варианте и составляла 63,7 г/м^2, что меньше чем при использовании АС на 57,3 %. (табл. 2). Минимальным было и проективное покрытие 13,2%, что на 7,4% меньше чем при подкормке посевов аммиачной селитрой.

Таблица 2. Масса и проективное покрытие площади на IV этапе органогенеза озимой пшеницы, 2006-2010 гг.

Вариант	Масса сырых сорных растений, г/м^2	Проективное покрытие площади сорными растениями, %
Контроль (АС)	111,3	20,6
АС+Б	72,4	16,2
Вика	63,7	13,2
АС+ Вика	87,0	16,8
АС+Б+Вика	65,1	16,1
$НСР_{0,95}$	4,1- 4,7	

По результатам проведенных исследований можно судить о том, что корневые выделения вики мохнатой в большей мере оказывают отрицательное воздействие на прорастание семян сорных растений и не оказывают существенного влияния на сегеталов, которые уже находятся в составе агрофитоценоза.

Аммиачная селитра и бентонит в композициях нивелируют воздействие фитонцидов и колинов на состав агроценоза. Вероятно, что бентонит, который содержит в своем составе кремний, благоприятно влияет на прорастание семян и развитие растений вики мохнатой, что приводит к увеличению экзоосмоса.

Наиболее интенсивный рост листьев растений озимой пшеницы в период проведения исследований отмечен на вариантах с подсевом вики мохнатой, где площадь листа составляла в среднем от 43,6 до 53,8 тыс. $м^2$/га. Максимальная площадь листовой поверхности формируется при совместном использовании подсева вики мохнатой и ранневесенней подкормки озимой пшеницы аммиачной селитрой обработанной бентонитом и составила 53,8 тыс. $м^2$ /га (табл. 3).

Таблица 3. Динамика роста листовой поверхности растений озимой пшеницы, тыс. $м^2$ /га (IV- VIII этапы органогенеза), 2006-2010 гг.

Вариант	Дата определения				
	20.05	30.05	10.06	20.06	Среднее
Контроль (АС)	22,7	35,4	46,7	38,4	35,8
АС+Б	28,4	39,3	48,2	40,3	39,1
Вика	33,2	44,2	54,1	43,2	43,6
АС+Вика	40,7	50,2	56,4	53,2	50,1
АС+Б + Вика	46,8	54,1	58,9	55,2	53,8
$НСР_{0,95}$	2,5	1,8	1,5	3,2	

Эти данные свидетельствуют о продолжительной работе листового аппарата, что сказывается и на формировании урожая в дальнейшем. Менее интенсивный рост площади листовой поверхности отмечался при подкормке посевов озимой пшеницы аммиачной селитрой 35,8 тыс. $м^2$/га и при совместном использовании этого приема с бентонитом 39,1 тыс. $м^2$/га. К завершению фазы колошения площадь листьев по всем вариантам уменьшалась, что связано с интенсивным отмиранием листьев нижних и средних ярусов. Однако минимальная площадь листьев в этот период так же отмечается в одновидовом посеве озимой пшеницы 38,4-40,3 тыс. $м^2$/га.

К VIII этапу органогенеза озимой пшеницы в агроценоз внедрились такие сегетальные растения как бодяк полевой, подмаренник цепкий, щирица запрокинутая. Существенно увеличилась и численность сегеталов (табл. 4).

Минимальная численность сорных растений так же как и на IV этапе органогенеза озимой пшеницы отмечалась при подсеве в агроценоз вики мохнатой – 75 шт/$м^2$, что меньше чем при подкормке посевов аммиачной се-

литрой на 54,5 %, АС+Б – 27,2%, АС+Вика – 32,4%, АС+Б+Вика – 20,6%. При этом содержание в агроценозе щетинника зеленого (Setaria viridis L. Beauv.), пастушьей сумки (Capsella bursa-pastoris L.), фиалки полевой (Viola arvensis Z.), куриного проса (Echinochloa crusgalli L.) снизилось на 46,4 %, 34,6%; 42,7,%; 70,0% соответственно.

Таблица 4. Обилие видов сегетальных растений на VIII этапе органогенеза озимой пшеницы, шт./м^2, 2006-2010 гг.

Сегетальные растения	Количество растений, шт./м^2				
	АС	АС+Б	Вика	АС+ Вика	АС+ Б +Вика
Куриное просо	16,5	11,5	4,0	20,0	9,5
Щетинник зеленый	40,0	12,5	21,5	27,5	25,0
Щирица запрокинутая	4,5	3,0	5,0	10,0	3,0
Пастушья сумка	13,0	8,5	4,5	10,5	9,5
Ярутка полевая	9,7	4,5	8,5	6,0	6,0
Осот полевой	4,3	2,0	2,5	2,5	3,5
Ромашка непахучая	0,5	2,5	0,5	1,5	2,0
Фиалка полевая	11,0	11,5	5,0	6,5	9,5
Горец вьюнковый	12,5	16,5	8,5	7,0	8,0
Гречишка вьюнковая	12,5	18,5	9,0	7,0	6,5
Бодяк полевой	1,5	-	0,5	0,5	-
Паслен черный	1,0	4,0	2,0	2,0	5,5
Подмаренник цепкий	4,5	3,0	2,0	4,5	3,5
Вьюнок полевой	2,0	3,0	1,0	3,0	1,5
Марь белая	2,0	1,5	-	2,5	1,5
Василек синий	1,0	0,5	0,5	-	-
Общее число сорных растений	136,5	103,0	75,0	111,0	94,5

На данном варианте масса сегетальных растений составила 128,1 г/м^2, что меньше чем на варианте АС на 30,3%, АС+Вика – 13,5%, АС+Б – 14,7%, АС+Б+Вика – 8,8%. Проективное покрытие площади сорными растениями при подсеве вики мохнатой составило 35,6%, в то время как на варианте АС 52,4 %, АС+Б – 42,5 %, АС+Вика и АС+Б+Вика – 40,5%.

В это время у вики мохнатой, которая находилась в нижнем ярусе агрофитоценоза, сформировался симбиотический аппарат. Число клубеньков на растении в годы проведения исследований колебалось от 4,2 до 7,3 шт. На варианте при совместном применении аммиачной селитры и вики мохнатой

число клубеньков колебалось от 4,9 до 7,9 шт/раст. а на варианте АС+Б+Вика от 5,5 до 8,4 шт./раст. Соответственно изменялась и масса клубеньков с 10,1 до 12,7 мг/раст.; 10,5-13,0 мг/раст.; 11,8-13,4 мг/раст.

Таким образом, вика мохнатая обладая высокой конкурентоспособностью и пластичностью заполняя экологическую нишу, тем самым вытесняет из нее сегетальные растения.

Следует отметить, что до фазы бутонизации, которая наблюдалась у нее на VIII этапе органогенеза озимой пшеницы, бобовая культура потребляла лишь 20,5-34,8% азота, 19,7-31,1% фосфора и 19,8-33,5% калия. Следовательно, находясь в нижнем ярусе посевов озимой пшеницы, вика мохнатая не оказывала отрицательного воздействия на рост и развитие мятликовой культуры.

Важным условием получения высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы является бесперебойное обеспечение растений необходимыми элементами питания в соответствии с их потребностью в процессе вегетации. Последнее тесно связано с обеспеченностью почвы доступными для растений формами, азота, фосфора и калия.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что на содержание в почве подвижного азота оказывает влияние состав агрофитоценоза. Использование для подкормки посевов минерального азота и подсеве в агроценозы вики мохнатой обеспечивало повышение суммарного содержания аммиачного и нитратного азота в корнеобитаемом слое почвы на 12,5% в сравнении с подкормкой аммиачной селитрой. Максимальное содержание азота в почве наблюдалось на варианте АС+Б+Вика 17,48-17,93мг/кг. На варианте с викой мохнатой содержание азота было несколько меньше на 8,3- 9,1%, чем при подкормке озимой пшеницы минеральным азотом. Это связано с тем, что на первых этапах развития до формирования симбиотического аппарата вика мохнатая поглощает азот из почвы, конкурируя за данный элемент, как с мятликовой культурой, так и сегетальными растениями.

Однако, содержание азота в листьях озимой пшеницы на VIII этапе органогенеза на варианте с подсевом вики мохнатой имело тенденцию к превышению варианта с подкормкой аммиачной селитрой.

Возможно, это связано с выделением в среду растениями вики мохнатой фитонцидов и колинов, которые оказывают существенное положительное влияние на поглощение элементов питания из почвы растениями озимой пшеницы.

Максимальное содержание азота в листьях пшеницы наблюдалось при применении АС+Б+Вика 3,94-4,08%. Необходимо отметить, что на всех вариантах отмечалось оптимальное содержание азота для получения высококачественного зерна озимой пшеницы.

Содержание подвижных фосфатов в корнеобитаемом слое почвы увеличивалось при использовании композиции АС+Б и АС+Б+Вика на 14,4% и 17,5%. При этом определяющим было внесение в агроценозы силицитового бентонита. Кремний, который входит в состав бентонита, в составе почвенной матрицы образует активные адсорбционные и каталитические центры. На них закрепляются с разной силой связи питательные элементы, органические соединения, микроорганизмы, ферменты. Силикат-анионы могут вытеснять фосфат-анионы из трудно растворимых фосфатов с образованием соответствующих силикатов. В результате этих процессов происходит переход недоступных растениям почвенных фосфатов в доступные формы, а также предотвращается трансформация фосфора удобрений в недоступные для растений соединения.

Содержание обменного калия, который представлен ионами находящимися на поверхности отрицательно заряженных коллоидных частиц и удерживающимися силами электростатического напряжения на всех вариантах опыта изменялось незначительно.

К XII этапу органогенеза состав сегетальных растений в агроценозах озимой пшеницы не изменился, но их численность несколько увеличилась.

Так же как и на VIII этапе органогенеза минимальная плотность популяций сорных растений отмечалась при введении в агроценоз вики мохнатой 89,5 шт./м^2, что меньше чем на варианте АС – на 59,9%, АС+Вика – на 25,9%, АС+ Б + Вика – на 13,1%. На данном варианте в сравнении с контролем численность проса куриного (Echinochloa crusgalli L.) сократилась на 65,9%, щетинника зеленого (Setaria viridis L. Beauv.) – 43,9%, пастушьей сумки (Capsella bursa-pastoris L.) – 56,2%, осота полевого (Sonchus arvensis L.) – 46,5%, фиалки полевой (Viola arvensis Z.) – 43,3%, подмаренника цепкого (Galium aparine L.) – 50,0%, мари белой (Chenopodium album L.) – 80,0%. Биомасса сегетальных растений не превышала 133,1 г/м^2, что меньше чем на варианте АС на 54,8%.

Важно отметить, что в данный период (с VIII по XII этап органогенеза) озимая пшеница потребляет не более 10% азота, 15-20% фосфора, от общего потребления культуры в вегетационный период, калий практически не потребляется. Следовательно, она становится мало конкурентоспособной, создавая тем самым благоприятные условия для развития сегетальных растений.

В этот период, вика мохнатая не являясь конкурентом озимой пшеницы, оказывала отрицательное воздействие на состав и численность сегеталов, тем самым предотвращала не только отрицательное воздействие их на мятликовую культуру, но и последующее воспроизводство сорняков.

Наиболее высокая продуктивность формировалась в агроценозах озимой пшеницы при использовании АС+ Б +Вика 27,2-35,9 ц/га. Продуктивность озимой пшеницы на данном варианте превосходила вариант с аммиачной селитрой на 43,8%, АС+Б – на 19,7%. Несколько меньше урожайность мятликовой культуры формировалась при подсеве вики мохнатой в агроценоз озимой пшеницы 24,1-33,9 ц/га. Однако она превышала контрольный вариант (посевы с подкормкой аммиачной селитрой) на 24,8% -38,9%.

Заключение

Подсев вики мохнатой в весенний период в агроценозы озимой пшеницы совместно с подкормкой аммиачной селитрой, обработанной бентонитом, приводит к уменьшению состава и численности сорных растений и повышению продуктивности зерновой культуры.

УДК 633.16(470.0)

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Медведев Г.А., Михальков Д.Е., Екатериничева Н.Г.

Аннотация

Установлено, что важным резервом повышения урожайности подсолнечника наряду с внедрением новых высокопродуктивных гибридов, является совершенствование технологии его возделывания для конкретных почвенно-климатических условий хозяйства. Изучено влияние различных регуляторов роста и развития растений (РРР) на урожайность гибридов подсолнечника в условиях Волгоградской области.

Подсолнечник в Южном Федеральном округе является основной масличной культурой. Одним из наиболее крупных регионов возделывания подсолнечника является Волгоградская область, где площадь посева этой культуры в последние годы составляет более 800 тыс. га, что превышает научно-обоснованную норму в 2,5-3 раза.

Практически повсеместно при расширении посевных площадей под подсолнечником в хозяйствах нарушаются севообороты, снижается урожайность и ухудшается качество продукции.

Условия и методика

Полевые опыты на южных черноземах были заложены в 2006-2008 гг. в ЗАО «Ракурс Агро» Алексеевского района. На исследование были взяты три

гибрида подсолнечника: Ригасол, Опера и PR63A90 и три регулятора роста: Бишофит, ФлорГумат и Мастер-С. Почвы опытного участка тяжелосуглинистые, содержание гумуса 5,25%.

В подзоне каштановых почв опыты проводились 2008-2010гг в ООО «Бурацкий» Суровикинского района. В опыты были включены три гибрида подсолнечника: Гарант, Темп и Альтаир и два регулятора роста: Мивал и Крезацин. Почвы опытного участка относятся к тяжелосуглинистым разновидностям и характеризуются не высоким содержанием гумуса в пахотном горизонте – 2,28%. Предшественником подсолнечника в нашем опыте является озимая пшеница, идущая по черному пару. Высевали гибриды в черноземной зоне 60тыс/га, а в каштановой зоне –55 тыс./га всхожих семян. Повторность в опытах четырехкратная, учетная площадь делянки 60 $м^2$

Годы исследований по погодным условиям были различными. Сравнительно влажные 2008 и 2010 гг. и более сухие 2006,2007 и 2009 гг. За вегетацию в 2006 г. выпало 180,2 мм, в 2007 г. – 133,6 и в 2008 г. – 251,5 мм, 2009г. – 145,3мм, в 2010 г.-230,5 мм осадков, при среднемноголетнем показателе 208,5 мм.

Результаты исследований

Как показали наши наблюдения, действия изучаемых препаратов начинает проявляться еще на стадии прорастания семян. Эту же закономерность отмечают и другие исследователи, работая с подобными препаратами [1,2].

Меньше всего загнивших семян в нашем опыте было на варианте с мивалом и бишофитом. На этих вариантах лабораторная всхожесть повышалась по гибридам от 1,9 до 3,3% по сравнению с контролем. ФлорГумат и Крезацин повышал ее только на 1,3-1,5%, а Мастер-С еще меньше. Что касается стимулирующего действия изучаемых препаратов, то оно проявлялось также не одинаково (табл.1).

Анализ приведенных данных показывает, что наиболее выраженным стимулирующим действием на все гибриды обладал ФлорГумат и Мивал. Эти варианты превосходили контроль на 2,1-2,5 см. по длине проростков и

на 2,8-3,3 см. по длине корешков. Аналогичная картина отмечалась и по массе проростков и корешков (табл.2).

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на длину проростков и корешков у гибридов подсолнечника в среднем за годы наблюдений.

Регуляторы роста	Длина проростков, см.					
	Ригасол	Опера	PR63A90	Гарант	Темп	Альтаир
Контроль	3,6	3,2	3,4	3,2	3,3	3,4
ФлорГумат	6,1	5,3	5,8	-	-	-
Бишофит	4,0	3,8	3,9	-	-	-
Мастер-С	5,8	5,0	5,7	-	-	-
Мивал	-	-	-	5,1	5,3	5,8
Крезацин	-	-	-	4,0	3,8	3,9
	Длина корешков, см.					
Контроль	4,5	4,8	4,2	4,5	4,5	4,7
ФлорГумат	7,2	8,1	7,0	-	-	-
Бишофит	4,6	4,8	4,5	-	-	-
Мастер-С	6,8	7,7	6,5	-	-	-
Мивал	-	-	-	6,2	6,1	7,3
Крезацин	-	-	-	4,6	4,7	4,8

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на массу проростков и корешков у гибридов подсолнечника в среднем за годы наблюдений

Регуляторы роста	Масса проростков, мг.					
	Ригасол	Опера	PR63A90	Гарант	Темп	Альтаир
Контроль	73,2	63,5	72,8	72,5	70,4	72,9
ФлорГумат	86,4	73,3	85,2	-	-	-
Бишофит	73,8	64,1	73,0	-	-	-
Мастер-С	82,2	70,2	81,3	-	-	-
Мивал	-	-	-	75,2	72,3	85,7
Крезацин	-	-	-	73,3	71,2	74,9
	Масса корешков, мг.					
Контроль	66,3	68,2	65,7	65,9	65,3	67,1
ФлорГумат	93,4	95,5	82,9	-	-	-
Бишофит	68,2	68,9	68,0	-	-	-
Мастер-С	90,7	92,4	90,2	-	-	-
Мивал	-	-	-	88,1	87,3	92,7
Крезацин	-	-	-	69,4	69,1	70,5

Так масса среднего проростка на варианте с ФлорГуматом и Мивалом колебалась по гибридам от 72,3 до 86,4 мг, а на контроле – от 63,5 до 73,2 мг, что на 15,4-18,0% меньше. Масса среднего корешка также была наибольшей на этих же вариантах. Преимущества, полученные растениями на первых этапах развития, естественно сказались и на полевой всхожести.

Исследования показали, что в степной зоне каштановых и черноземных почв, складываются благоприятные условия для получения дружных всходов подсолнечника. Полевая всхожесть в среднем за годы наблюдений была довольно высокой 78,9-91,7% на черноземных почвах и 79,9-82,7% на каштановых почвах. Гибриды существенного влияния на полноту всходов не оказывали. Обработка же семян ростовыми веществами повышала полевую всхожесть на 6,7-8,8% по сравнению с контролем. Разницы между изучаемыми препаратами составляла всего 0,5-0,9% в пользу Мивала, ФлорГумата и Бишофита.

Что касается сохранности растений к уборке, то больше всего сохранялось их при обработке семян растворами ФлорГумата и Мивала. На этих вариантах сохранялось к уборке растений на 3,3-3,8% больше, чем на контроле.

Величина урожайности гибридов подсолнечника во многом определяется фотосинтетической деятельностью посевов [3,4].

Исследования показали, что интенсивное нарастание ассимилирующей поверхности и сухого вещества у всех гибридов начинается с фазы образования корзинки. В среднем за годы наблюдений максимальную площадь листьев все гибриды имели на варианте с ФлорГуматом и Мивалом. У гибрида Ригасол – 29,19 тыс. $м^2$/га, у гибрида Опера – 28,52, у гибрида PR63A90– 29,01, у гибрида Альтаир – 28,31,у гибрида Темп – 28,1 и у гибрида Гарант – 27,52 тыс.$м^2$/га. Бишофит, Мастер-С и Крезацин также способствовали росту ассимилирующей поверхности у изучаемых гибридов по сравнению с контролем, но несколько меньше, чем ФлорГумат и Мивал. На черноземных почвах самый мощный фотосинтетический потенциал формировал гибрид Ригасол при оптимальном сочетании факторов – 1538,6 тыс. $м^2$ дней/га, а самый низкий у гибрида PR63A90 на контроле – 993,3 тыс. $м^2$ дней/га. В зоне каштановых почв самый большой фотосинтетический потенциал имел гибрид Альтаир-1536 тыс. $м^2$ дней/га на варианте с Мивалом, а самый низкий-1337 тыс. $м^2$ дней/га имел гибрид Темп на контроле. Чистая продуктивность

фотосинтеза у всех гибридов была достаточно высокой и колебалась по вариантам опыта от 4,43 до 5,83 г/м$^{2.}$ сутки.

Наибольшую прямую зависимость урожайность семян имеет с величиной сухой биомассы и фотосинтетическим потенциалом. Все показатели структуры урожая были лучше на тех вариантах, где были наибольшие показатели сухой биомассы и ФП.

Так, у гибрида Ригасол количество семян в корзинке колебалось от 892 до 1002 шт. на контроле до 945-1046 шт. на варианте с ФлорГуматом. На каштановых почвах у всех гибридов этот показатель был несколько ниже, но закономерности связанные с применением регуляторов роста также сохранились. По массе семян с корзинки преимущества также оставалось на стороне гибридов Ригасол и Альтаир на фоне применения ФлорГумата и Мивала соответственно. Все отмеченные преимущества по структуре урожай сказались и на величине урожайности испытываемых гибридов (табл.3).

Таблица 3. Влияние регуляторов роста на урожайность гибридов подсолнечника в среднем за годы наблюдений, т/га

Гибриды	Регуляторы роста					
	Контроль	ФлорГумат	Бишофит	Мастер-С	Мивал	Крезацин
Ригасол	2,29	2,69	2,45	2,50	-	-
Опера	2,22	2,63	2,30	2,38	-	-
PR63A90	2,21	2,45	2,24	2,28	-	-
Альтаир	2,11	-	-	-	2,41	2,33
Гарант	1,86	-	-	-	2,16	2,03
Темп	1,93	-	-	-	2,26	2,16

Из данных таблицы 3 видно, что в среднем за годы наблюдений наибольшую урожайность в черноземной зоне имели все гибриды на варианте с ФлорГуматом, а в каштановой зоне наиболее действенным оказался препарат Мивал. Так, в среднем за годы наблюдений урожайность на контроле у гибрида Ригасол колебалась от 2,09 до 2,29т/га, на варианте с ФлорГуматом от

2,45 до 2,69, с Мастер-С от 2,32 до 2,50 т/га и с бишофитом от2,19 до2,45 т/га. То есть разница в пользу вариантов с регуляторами роста по оптимальному варианту составила соответственно 0,40, 0,31 и 0,16 т/га. Аналогичные показатели были получены и по гибридам Опера и PR63A90. На каштановых почвах эффективность регуляторов роста была несколько меньше и по гибридам колебалась от 0,33 до 0,3 т. на варианте с Мивалом и от 0,23 до 0,17 т. на варианте с Крезацином.

Изучаемые в опытах факторы оказывали влияние не только на величину урожая маслосемян, но и на выход масла с гектара.

По содержанию масла в семенах во все годы исследования наибольшие показатели имел гибрид Опера на варианте с ФлорГуматом. В среднем за три года у этого гибрида содержание масла колебалось от 51,43 на контроле до 51,84% на варианте с ФлорГуматом, у гибридов Ригасол и PR63A90 от 50,10 до 51,00 и от 50,77 до 51,40% соответственно. В зоне каштановых почв наибольшую масличность имел гибрид Альтаир на варианте с Мивалом – 51,23%, а на контроле только – 49,21%. Наименьшую масличность имел гибрид Темп – 48,63 и 48,12% соответственно. Гибрид Гарант занимал по масличности промежуточное положение. И хотя различие по масличности между гибридами было незначительным, по выходу масла с гектара гибриды отличались более заметно (табл.4).

Таблица 4. Влияние регуляторов роста на выход масла с гектара в среднем за годы наблюдений, т/га

Гибриды	Регуляторы роста					
	Контроль	ФлорГумат	Бишофит	Мастер-С	Мивал	Крезацин
Ригасол	1,145	1,375	1,249	1,277	-	-
Опера	1,142	1,363	1,183	1,224	-	-
PR63A90	1,136	1,268	1,152	1,173	-	-
Альтаир	1,038	-	-	-	1,235	1,186
Гарант	0,896	-	-	-	1,062	0,981
Темп	0,929	-	-	-	1,099	1,044

Анализируя показатели таблицы 4 следует отметить, что на южных черноземах наибольший выход растительного масла с гектара обеспечивал

гибрид Ригасол, при обработке семян перед посевом препаратом ФлорГумат. Преимущество этого варианта перед контролем составляло 230 кг/га или 20,0%.

Применение Бишофита и Мастер-С также увеличивало выход масла с гектара, но несколько меньше, чем ФлорГумат. На этих вариантах выход растительного масла с гектара у гибрида Ригасол возрастал по сравнению с контролем на 9,0 и 11,5% соответственно. Такая же закономерность по этому показателю отмечалась у гибридов Опера и PR63A90.

Заключение

На каштановых почвах наибольший выход растительного масла с гектара обеспечивал гибрид Альтаир на варианте с Мивалом – 1,235 т, что на 18,9% больше чем на контроле. Гибриды Темп и Гарант от обработки семян перед посевом препаратом Мивал увеличивали выход масла с гектара только на 18,2 и 18,5% соответственно. Обработка семян Крезацином повышала выход масла с гектара только на 14,2-12,4% в зависимости от гибрида.

Литература

1. Шевцова, Л.П. Влияние ростостимулирующих и бактериальных защитных препаратов на продуктивность подсолнечника / Л.П. Шевцова, А.Н. Жильцов// Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – Саратов, –2006. –№5, вып.2.- – С. 39-43.

2. Жильцов, А.Н. Опыт адаптивной технологии выращивания подсолнечника на черноземах Саратовского Правобережья// Адаптивный потенциал полевых культур Поволжья – Сб. научных статей. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И.Вавилова». – 2005. – С.98-101.

3. Медведев, Г.А. Урожайность гибридов подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки почвы и биологически активных веществ на каштановых почвах Волгоградской области /Г.А. Медведев, Н.Г. Екатеринычева, С.И.Камышанов. //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. –2011-№2(22). – С. 22-28.

4. Орешкин, А.Ю. Влияние агротехнических мероприятий на урожайность подсолнечника/ А.Ю. Орешкин// Вестник АПК. – Волгоград, 2003. –№ 12. –С. 26-27.

УДК 633.11

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ЛИСТЬЕВ ФАВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Сумская М.А. , Безлер Н.В., Гафуров Р.Г.

Аннотация

Приведены результаты исследований по оценке стресспротекторов-фиторегуляторов, которые активируют две системы защиты растений против внутриклеточного окислительного стресса и существенно снижают уровень перекисного окисления липидов, что является физиологической основой повышения устойчивости растений к фитопатогенам и неблагоприятным условиям среды, в том числе и метеорологическим.

Повышение устойчивости растений сахарной свеклы к негативным факторам внешней среды, связанным с изменением климата, снижением количества вносимых удобрений, ухудшением фитосанитарного состояния посевов возможно за счёт использования регуляторов роста растений. Исследованные нами физиологически активные вещества (ФАВ) имеют низкую токсичность, малые нормы расхода и, вместе с тем, высокую биологическую эффективность. Они обладают ауксиновой, антигиббереллиновой (ретардантной) и стресспротекторной активностью и воздействуют на систему гормональной регуляции растений, вызывая множественные положительные изменения в ходе их роста и развития. В частности, при опрыскивании посевов сахарной свеклы увеличивается содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях, ускоряется развитие, как листового аппарата и корнеплода, так и накопления сахара в корнеплоде. Это является физиологической основой повышения массы и качества урожая.

Этихол N,N,N,N – триэтил (2-бензилоксиэтил)- аммонийхлорид – один из головных препаратов семейства стресспротекторов-фиторегуляторов, является структурным аналогом известного ретарданта хлорхолинхлорида и стресспротектора-фиторегулятора Бензихола – N,N,N,N –диметилбензил-(2-

бензилоксиэтил)-аммонийхлорида. Как Бензихол, так и Этихол прошли эколого-токсикологические испытания в формате ОБУВ и полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к Россельхознадзором МСХП РФ к регуляторам роста и развития растений.

Условия и методика

Цель наших исследований – определить влияние стресспротекторов-фиторегуляторов нового поколения Этихола и Бензихола на площадь листовой поверхности, активность фотосинтетического аппарата в условиях стрессового воздействия окружающей среды (засуха, аномально высокие дневные температуры воздуха до 35-40^{0}С) и на конечную продуктивность сахарной свеклы.

Работа выполнена в 2010-2011гг. в ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А.Л. Мазлумова» (ВНИИСС).

Опыт был заложен на новом опытном поле в паровом звене зернопропашного севооборота, в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения.

Почва – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый малогумусный со средним содержанием элементов питания (NO_3 – 25,8 мг/кг почвы, P_2O_5 – 123 мг/кг почвы, K_2O – 118 мг/кг почвы, гумуса – 5,1), pH 6,2-6,4.

Повторность опыта – трехкратная. Площадь делянки – 27 м^2. Технология возделывания сахарной свеклы – общепринятая для ЦЧР. Фон минеральных удобрений – $N_{100}P_{100}K_{100}$. Вегетирующие растения сахарной свеклы гибрида РМС 73 опрыскивали в фазе 4-5 пар настоящих листьев однократно препаратами Этихол и Бензихол в оптимальных концентрациях рабочего раствора (доза препаратов – 50 мл/га). Расход рабочего раствора – 200 л/га.

Для оценки влияния обработки ФАВ на рост листовых пластинок измеряли площадь одновозрастного листа (длина листа – L, ширина листа – n). Площадь листовой поверхности рассчитывалась по формуле S= L× n × 0,76 (Орловский, 1968).

Оценивая влияние ФАВ на фотосинтетическую активность растений, определяли содержание хлорофилла в листьях по показаниям N-Tester (UARA). Коэффициент продуктивности фотосинтеза (Кпф) выражается отношением произведений показателя тестера и площади листа фотоситезирующей поверхности к средней площади листовой поверхности, умноженной на 100.

Сахаристость корнеплодов определяли методом холодной водной дигестии на автоматической линии Venema.

Все данные учетов и основные сопутствующие наблюдения подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований

Применение препаратов в дозе 50 мл/га способствовало увеличению площади листовой поверхности сахарной свеклы (табл. 1).

Таблица 1. Влияние ФАВ на особенности формирования фотосинтетического аппарата сахарной свеклы (2010-2011 гг.)

Препарат	Норма расхода препарата, мл/га	Площадь листа фотосинтезирующей поверхности		Показатель тестера		Кпф
		$см^2$	% к контролю	Усл. ед.	% к контролю	
Контроль		213,2		559		4,9
Этихол	50	278,6	31	548	-2	6,4
Бензихол	50	223,5	5	517	-8	4,9

Обработка сахарной свеклы в фазе 4-5 пар настоящих листьев Этихолом привела к увеличению площади листовой пластинки на 31% по сравнению с контрольным вариантом. Содержание в листьях хлорофилла по показаниям N-Tester (UARA) составило в опыте (548). Увеличение коэффициента продуктивности фотосинтеза (Кпф) на 21% по отношению к контролю произошло за счет увеличения площади листовой поверхности. Обработка Бензихолом способствовала увеличению средней площади активно фотосинтезирующих листьев на 5%. Содержание в листьях хлорофилла по показаниям

тестера было ниже контрольного варианта на 8%. Кпф по отношению к контролю остался без изменений.

В период вегетации нами была установлена динамика распространения заболеваний листового аппарата, в частности мучнистой росы. Распространение болезни определялось отношением количества больных растений к общему количеству просмотренных растений сахарной свеклы. Наблюдения за распространением мучнистой росы проводились в три срока через 10 дней (рис. 1).

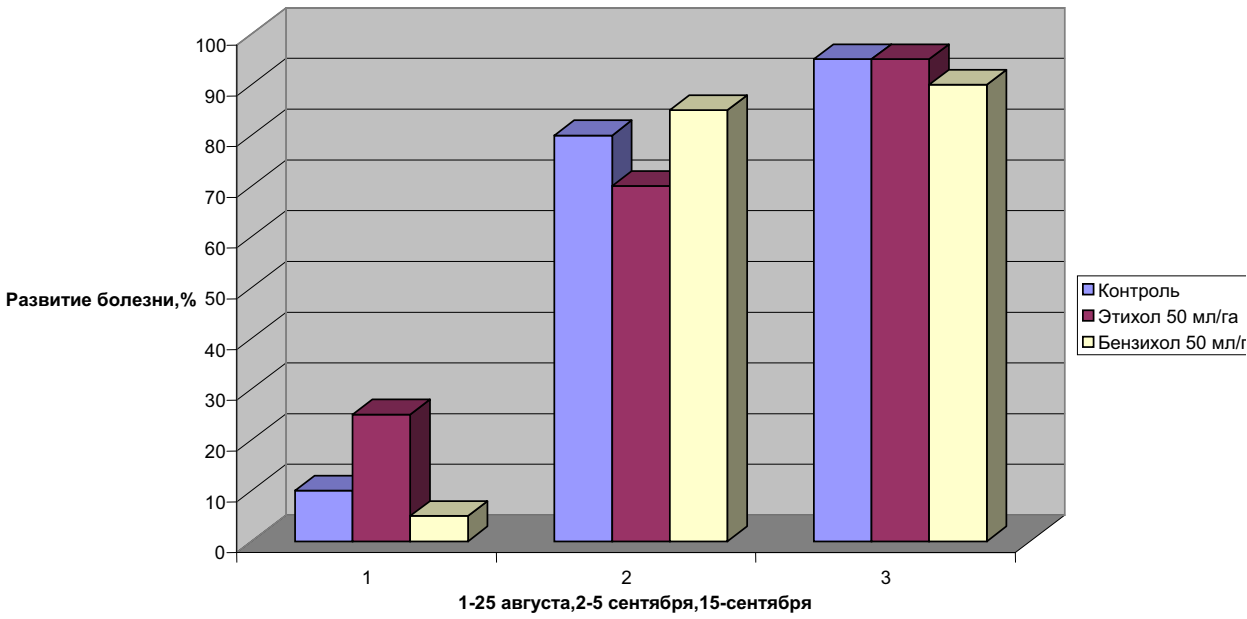


Рис.1 Влияние применения ФАВ на динамику распространения мучнистой росы листового аппарата сахарной свеклы на фоне $N_{100}P_{100}K_{100}$

На диаграмме видно, что к концу вегетации применение Бензихола в концентрации 50 мл/га незначительно снизило процент распространения мучнистой росы (на 5%).

Достоверное увеличение урожайности и сбора сахара произошло при обработке Этихолом в дозе 50 мл/га (табл. 2). Урожайность повысилась на 3,6 т/га. Сахаристость возросла на 6 % по отношению к контролю. Сбор сахара возрос на 0,95 т/га.

Опрыскивание посевов сахарной свеклы Бензихолом в дозе 50 мл/га способствовало достоверному увеличению урожайности на 1,38 т/га, при этом сахаристость также увеличилась на 3 %. В результате сбор сахара с гектара увеличился на 0,4 т/га.

Таблица 2. Влияние применения ФАВ на продуктивность гибрида РМС73 сахарной свеклы (2010-2011гг)

Препарат	Норма расхода препарата, мл/га	Урожайность, т\га	Сахаристость, %	Сбор сахара, ц\га
Контроль		34,41	16,42	5,65
Этихол	50	37,99	17,38	6,60
Бензихол	50	35,79	16,90	6,05
$НСР_{05}$		0,2	0,3	0,2

Заключение

Обработка вегетирующих растений сахарной свеклы гибрида РМС 73 Этихолом в фазе 4-5 пар настоящих листьев при норме расхода препарата 50 мл/га способствовала достоверному повышению урожайности корнеплодов сахарной свеклы гибрида РМС 73 на 10%, за счет увеличения сахаристости и площади листовой поверхности на 31%.

Обработка вегетирующих растений сахарной свеклы гибрида РМС 73 Бензихолом в фазе 4-5 пар настоящих листьев при норме расхода препарата 50 мл/га способствовала достоверному повышению урожайности корнеплодов сахарной свеклы гибрида РМС 73 на 4%, за счет увеличения сахаристости и площади листовой поверхности на 5%.

УДК 633.11:631.811.98

ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УЗБЕКИСТАНЕ

Абдуалимов Ш.Х.

Аннотация

Обработка семян и растений озимой пшеницы препаратом Унум обеспечивает получение дружных всходов, улучшается рост, развитие и повышается урожайность зерна.

В основных направлениях развития народного хозяйства Узбекистана предусматривается увеличение производства зерна и улучшение его качества в основном за счет повышения урожайности. Зерноводство Республики Узбекистан за последние годы развивается высокими темпами и в 2010-2011 году изготовлено 6,8-7,0 млн тонн зерна. Не смотря на это в республике имеется резерве для повышении урожайности с одного гектара и в целом валового урожая. А это в свою очередь требует проведение научных исследований по усовершенствованию агротехники возделываемых зерновых культур.

В исследованиях достоверно доказано, что регуляторы роста проявляют ростостимулирующее действие, как при предпосевной обработке семян, так и при опрыскивании растений. При этом происходит сдвиг метаболизма; ускоряется деление клеток и их рост, повышается всхожесть на 10-25%, улучшается рост и развитие растений в виде роста главного стебля, накопления плодоэлементов.

Эффективность стимуляторов роста растений на появление всходов, рост, развитие и урожайность зерна озимой пшеницы хорошо доказана многолетними исследованиями и передовой практикой (Шуклина, 1977; Бабич, 1984; Галактионов, 1984; Мозговая, Петренко, 1984; Тарусина, Соколова, Русин, 1984).

С помощью физиологических активных веществ решается довольно много задач в растениеводческой практике, поэтому в будущем для увеличения урожайности и повышения качества сельскохозяйственной продукции, регуляторам роста должно предаваться большое значение (Никелл, 1984). Действие стимуляторов связано, прежде всего, с их катализирующей способностью в окислительно-восстановительных процессах растительных клеток. При применении ростовых веществ методом дражжирования семян увеличивается активность аскорбинатоксидазы, полифенолоксидазы, улучшается развитие хлопчатника и повышается урожайность (Имамалиев, 1965).

Введение же в сельскохозяйственное производство новых регуляторов роста, отвечающих вышеизложенным 'требованиям на разных сортах одной и той же культуры, требует выявления оптимальных доз, сроков и способов применения. Кроме того, в настоящее время встает вопрос о необходимости поиска эффективных препаратов отечественного и зарубежного производства, отличающихся дешевизной, простотой синтеза и применения. Из сказанного вытекает необходимость поиска новых регуляторов роста, обладающих высокой эффективностью и малой токсичностью. Это могут быть как природные и синтетические соединения, обладающие способностью быстро разрушаться с образованием метаболитов, свойственных растительной клетке.

Условия и методика

В 2003-2005 гг. проводились исследования по определению эффективности стимулятора роста растений Унум-0,12 г/л производства Узбекско-Российского СП «Дека» на продуктивность озимой пшеницы. Полевой опыт заложен на Центральной экспериментальной базе УзНИИХ (Ташкентская область, Кибрайский район). Почва опытного поля типичный среднесуглинистый серозем с глубоким залеганием грунтовых вод (18-20 м). Стимулятором Унум проводилось предпосевное увлажнение семян дозой 1,0 мл/т стоимостью 0,25 доллара США за I мл

и опрыскивание растений в фазе кущения – выхода в трубку в дозе 8; 10; 12 мл/га (расход рабочего раствора 300 л/га). Площадь опытной делянки – 72м^2, ширина – 3,5 м, длина – 20 м, повторность опыта – 3-х кратная. Обработка растений проводилась с помощью ручного опрыскивателя AIDA.

В качество эталона служил препарат Витавакс 200 ФФ нормой расхода 2,5 л/т, стоимостью 8 долларов США за 1 л. Посев зерновых проводился в октябре месяце, сорт пшеницы Крошка, норма высева 225 кг/га. В опыте проводился учет появления всходов осенью и весной после зимовки и фенологические наблюдения за ростом и развитием пшеницы. Урожай зерна определялся на отобранных образцах с 1 м на каждом варианте в трех точках.

Результаты исследований

Результаты учета всходов 11 ноября показывают, что на контроле получено 328,2 шт/м^2 всходов, а на вариантах с обработкой препаратом Унум 1,0 мл/т этот показатель равнялся 353,1-356,4 шт/м^2 , или на 24,9-28,2 шт/м^2 больше по сравнению с контролем.

После зимовки (3.04.) сохранилось преимущество стимулятора Унум. Полевая всхожесть составила 330,7 шт/м^2, что на 31,3 шт/м^2 больше чем на контроле. Густота стояния перед укосом (на 7.07) по вариантам составила 287,3-330,0 шт/м^2.

Учеты за ростом и развитием пшеницы показали, что 3 апреля на контрольном варианте высота стебля составила 19,8 см, а в опытных вариантах – 21,9-23,8 см, или на 2,1-4,0 см выше.

Преимущество опытных вариантов сохранялось и в дальнейших учетах по высоте растений, кустистости и накоплению междоузлий.

Масса 1000 штук семян в среднем по вариантам составила 42-44 г. На опытных вариантах она на 1-2 г оказалась больше по сравнению с контролем. Преимущество опытных вариантов выявилось в количестве стеблей: 573,4-621,2 шт/м^2 против 559,2 шт/м^2; количество колосо-

вых стеблей – 552,0-600,6 шт/м^2, что на 27,4-76,0 шт. больше, чем на контроле по массе и количеству зерна на одном колосе, по длине колоса и количеству колосков в одном колосе (табл. 1).

Обработка семян и посевов озимой пшеницы стимулятором Унум и Витавакс 200 ФФ увеличило урожай зерна (табл. 1).

Как видно, наибольший урожай зерна получен в вариантах с применением стимулятора перед посевом нормой 1,0 мл/т и в фазе кущения – выхода в трубку нормой 8,0-10,0 мл/га, где прибавка урожая составила 2,5-4,8 ц/га или 5,1-9,9%.

Таблица 1. Влияние физиологических активных веществ на урожайность зерна и масса 1000 штук семян озимой пшеницы. Ташкент, Узбекистан

№	Варианты опыта	Обработка семян	Обработка в фазе кущения - выхода трубки, мл/га	Масса 1000 штук семян, г	Урожай зерна, ц/га	Прибавка урожая	
						ц/га	%
1	Контроль	без обработки		42,0	48.7	-	-
2	Витавакс 200ФФ	2.5 л /т	-	44,0	53.6	4.9	110.1
->	Унум	1,0 мл /т	-	43.0	52.8	4,1	108.4
4	Унум	-	8,0	44,3	53.5	4,8	109.9
5	Унум	-	10,0	43,0	50.4	1,7	103.5
6	Унум	-	12,0	43,0	49.4	0,7	101.4
7	Унум	1,0 мл /т	10.0	43,0	51.2	2,5	105,1

$НСР_{05}$=0,98 ц/га, $НСР_{O}5$=1,91%

Высокий урожай зерна получен при обработка семян стимулятором Унум нормой 1,0 мл/т и обработке посевов в. фазе кущения - выхода в трубку нормой 8,0-10,0 мл/га.

Заключение

Таким образом, обработка семян озимой пшеницы нормой 1,0 мл/т и обработка посевов в фазе кущения – выхода в трубку нормой 8,0-10,0 мл/га стимулятором Унум существенно ускоряет появление всходов и имеет значительно больший экономический эффект по сравнению с контролем и эталоном.

Литература

1. Бабич Ю.В. Сравнительное применение различных регуляторов роста на посевах озимой пшеницы. //Тез. докл. Всесоюзной школы молодых ученых и специалистов «Теория и практика применения регуляторов роста растений в сельском хозяйстве». М. –1984. – С. 46-47.

2. Галактионов К.В. Пути повышения эффективности действия ретардантов. // Тез. докл. Всесоюзной школы молодых ученых и специалистов «Теория и практика применения регуляторов роста растений в сельском хозяйстве». М. – 1984. – С.53-55.

3. Имамалиев А.И. Регуляторы роста растений. –Ташкент, Изд-во Узбекистан, 1965. –С. 5-27.

4. Методика полевых опытов с хлопчатником. Изд. 5-е. Доп. Ташкент. –1981. –246 с.

5. Мозговая Г.П., Петренко В.С. Рострегулирующее действие препарата ивин. //Тез. докл. Всесоюзной школы молодых ученых и специалистов «Теория и практика применения регуляторов роста растений в сельском хозяйстве». М. – 1984. – С. 12-13.

6. Никелл Л.Д. Регуляторы роста растений применение в сельском хозяйстве. – М. Колос. – 1984. –192 с.

7. Список химических и биологических средств защиты растений, разрешенных для применения в республике Узбекистан. Ташкент. – 2003. – 199 с.

8. Тарусина В.Н., Соколова Т.В., Русин Г.Г. Биологическая активность полиметилсилоксанов при предпосевном опудривании ими семян зерновых культур. //Тез. докл. Всесоюзной школы молодых ученых и специалистов «Теория и практика применения регуляторов роста растений в сельском хозяйстве». – М. – 1984. – С. 21-23.

9. Шуклина И.А. Жаростойкость пшеницы. Ж. Зерновое хозяйство. – № 9. – М. – 1977. – С. 34.

УДК: 636.087.8:633.16 (470.0)

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ЭКСТРАСОЛ И БИСОЛБИФИТ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РФ

Старцева А.А., Фадькин Г.Н., Костин Я.В.

Аннотация

Изучено влияния биопрепаратов Экстрасол и БиослобиФит на урожай ячменя и биологические свойства серой лесной тяжелосуглинистой почвы.

В АПК России растёт интерес к производству продукции с наименьшими затратами и минимальным риском для окружающей среды [1]. Один из действенных и простых способов решения этой проблемы – введение в пахотные горизонты биопрепаратов [3].

Освоение региональных программ и технологий использования микробиологических биопрепаратов как качественно нового, обязательного звена интенсивных технологий в растениеводстве позволяет получить качественную с/х продукцию при их использовании и уменьшить затраты на производство [2].

Одна из новых разработок для противодействия выносу минеральных удобрений из ризосферной зоны и повышения эффективности минерального питания – микробиологический препарат «БисолбиФит» – порошкообразная форма носителя Bacillus subtilis штамм Ч-13. Его используют для биологической модификации всех видов минеральных удобрений [4].

Основу микробиологического препарата Экстрасол составляет штамм ризосферных бактерий Bacillus subtilis Ч-13. Эти бактерии синтезируют вещества, стимулирующие рост растений. За счёт колонизации корней растений полезные бактерии улучшают развитие корневых волосков и их поглотительную способность, что способствует эффективному усвоению растениями питательных элементов из почвы и удобрений [3].

Условия и методика

В связи с этим с 2010 г. нами проводятся исследования на агротехнологической опытной станции РГАТУ им. П. А. Костычева в звене севооборота однолетние травы – озимая пшеница - ячмень. Агрохимическая характеристика опытных участков показана в таблице 1.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика серой лесной тяжелосуглинистой почвы

Год исследований	pH	Hг	Подвижный фосфор, мг на 100 г почвы	Подвижный калий, мг на 100 г почвы	М.Д.общего азота, %
2010 г.	5,2		9,8	11,4	0,124
2011 г.	4,78	5,10	22,2	17,7	0,161

Схема опыта 1 года: 1-Без удобрений; 2-$N_{60}P_{60}K_{60}$; 3-БисолбиФит; 4-БисолбиФит+ $N_{60}P_{60}K_{60}$; 5-Экстрасол Ч13; 6-Экстрасол Ч13+ $N_{60}P_{60}K_{60}$. Схема опыта 2 года: 1-Без удобрений; 2-$N_{60}P_{60}K_{60}$; 3-БисолбиФит; 4-БисолбиФит+ $N_{60}P_{60}K_{60}$; 5-Экстрасол Ч13; 6-Экстрасол Ч13+ $N_{60}P_{60}K_{60}$; 7-Экстрасол TR6; 8-Экстрасол TR6+ $N_{60}P_{60}K_{60}$; 9-Экстрасол НС8; 10-Экстрасол НС8+ $N_{60}P_{60}K_{60}$; 11-Экстрасол НС8+Ч13;12-Экстрасол НС8+Ч13+ $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Фоновые удобрения вносились весной перед посевом поверхностно вразброс (диаммофоска в дозе 23 кг д.в./га и аммиачная селитра – 37 кг д.в./га). Биопрепараты вносились согласно рекомендаций ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии РАСХН (опудривание семян и гранул удобрений препаратом БисолбиФит из расчёта 2 г/100 г семян 5 г/100 г удобрений, замачивание семян в 10% растворе препарата Экстрасол и полив почвы 0,5% раствором препарата).

В опыте выращивался ячмень сорта «Данута», предшественник озимая пшеница. Агротехника выращивания данной культуры общепринятая для южной части Нечернозёмной зоны РФ.

Результаты исследований

Исследования первого года показали, что из-за аномальной засухи урожайность ячменя в среднем по опыту оказалась ниже среднестатистических значений. Использование биопрепаратов Экстрасол и БисолбиФит позволило получить прибавку 0,3-0,4 т/га. Но наибольшая урожайность наблюдалась при применении этих биопрепаратов совместно с минеральными удобрениями в дозе 60 кг д.в.NPK/га и составила 1,6-1,7 т/га, а прибавка соответственно 0,2-0,3 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность ячменя 2010 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га
Без удобрений (контроль)	1,0	-
$N_{60}P_{60}K_{60}$ (фон)	1,4	0,4
БисолбиФит	1,3	0,3
БисолбиФит + $N_{60}P_{60}K_{60}$	1,6	0,6

Экстрасол	1,4	0,4
Экстрасол + $N_{60}P_{60}K_{60}$	1,7	0,7
$НСР_{05}$	0,3	

На второй год исследований закономерности, выявленные в 1 год, сохранились. Использование биопрепаратов позволило получить прибавку 0,45-0,81 т/га. Использование биопрепаратов Экстрасол и БисолбиФит совместно с минеральными удобрениями в дозе 60 кг д.в. NPK/га дало наибольшую урожайность (3,17-3,63 т/га) где прибавки составили 0,12-0,73 т/га (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность ячменя 2011 г.

Варианты без удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га
Без удобрений (контроль)	2,40	-
$N_{60}P_{60}K_{60}$ (фон)	2,90	0,50
БисолбиФит.	3,02	0,62
БисолбиФит+ $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,31	0,91
Экстрасол Ч13	2,85	0,45
Экстрасол Ч13+ $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,63	1,23
Экстрасол TR6	3,21	0,81
Экстрасол TR6+ $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,41	1,01
Экстрасол НС8	2,97	0,57
Экстрасол НС8+ $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,17	0,77
Экстрасол НС8+Ч13	3,09	0,69
Экстрасол НС8+Ч13+ $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,55	1,15
$НСР_{05}$	0,22	

Для определения биологической активности почвы изучалась интенсивность разложения целлюлозы и нитрифицирующая способность почвы на второй год исследований.

Для исследования динамики процесса целлюлозоразложения одновременно закапывали несколько льняных полотен на глубину пахотного горизонта (0-20 см) в фазу начала кущения растений (25 мая 2011 г.). В течение трёх месяцев изучалась интенсивность разложения целлюлозы. Полотна извлекали последовательно через месяц. Варианты с применением биопрепаратов совместно с минеральными удобрениями показали наибольшую активность целлюлозоразложения в сравнении с вариантами без применения ми-

неральных удобрений. На наш взгляд это связано с увеличением численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Исключение составил вариант Экстрасол TR6, где интенсивность разложения целлюлозы была выше, чем при использовании этого биопрепарата совместно с минеральными удобрениями. Исходя из этого, мы считаем, что синтетические компоненты нитрафоски ингибируют действие бактерий штамма Bacillus subtilis TR6 (рис. 1).

Во всех случаях интенсивность разложения целлюлозы является слабой или очень слабой, что, видимо, связано с повышенной кислотностью почвы, значение которой в течение вегетации повысилась с pH_{KCL} = 4,8 до pH_{KCL} = 4,6.

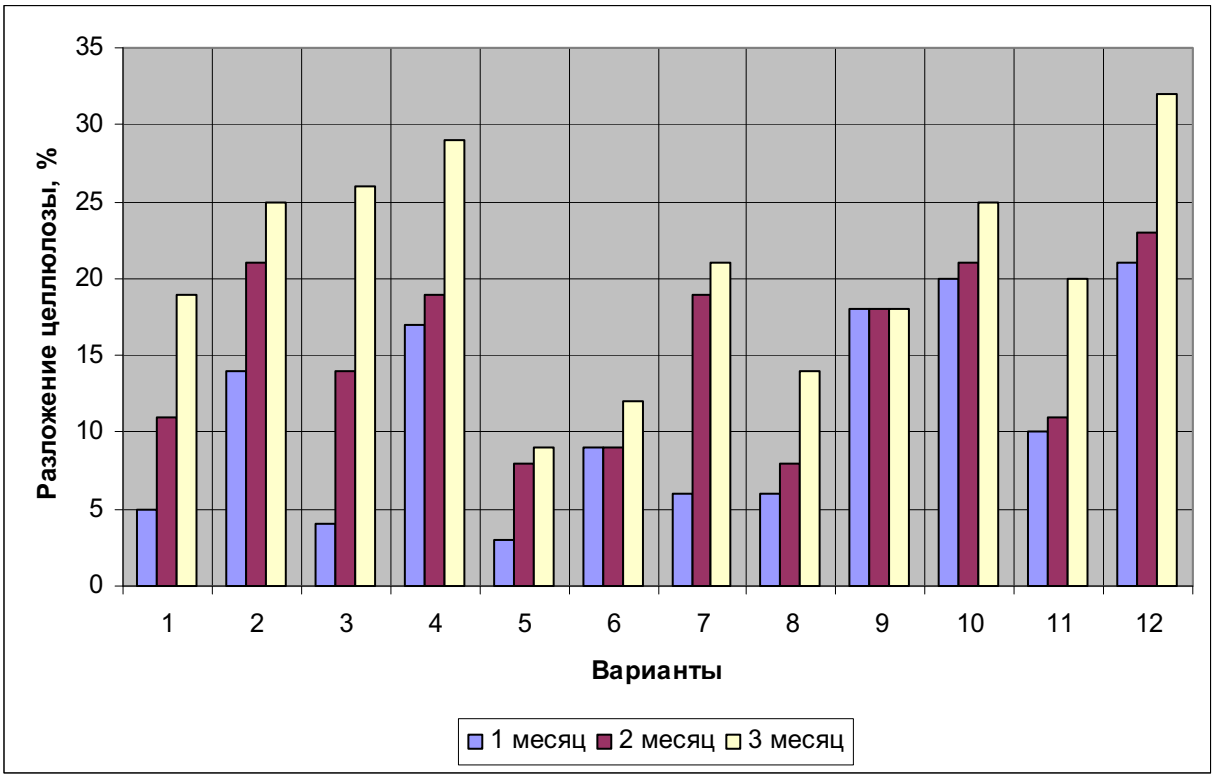


Рис. 1. Интенсивность разложения целлюлозы

Лучшие результаты показали варианты с применением биопрепаратов Экстрасол НС8 + Ч13 и БисолбиФит совместно с минеральными удобрениями в дозе 60 кг/га д.в.NPK, где интенсивность разложения целлюлозы к концу вегетации составила соответственно 32% и 29%. Наименьшая целлюлозоразлагающая активность наблюдалась на варианте Экстрасол Ч13, где про-

цент разложения целлюлозы составил 9%, что значительно уступает контролю и варианту с применением минеральных удобрений (фону). Мы считаем, что это может происходить из-за того, что при внесении биопрепаратов микроорганизмы на первоначальном этапе взаимодействуют с микроорганизмами почвы, что может ингибировать интенсивность целлюлозоразложения.

Заключение

Наилучшие условия для формирования урожайности складывались на вариантах с применением биопрепаратов Экстрасол Ч13, Экстрасол НС8+Ч13 совместно с минеральными удобрениями в дозе 60 кг д.в.NPK/га, а при применении биопрепаратов без минеральных удобрений – на варианте Экстрасол TR6. При этом применение биопрепарата Экстрасол TR6 без минеральных удобрений показало лучшую биологическую активность, чем на аналогичном варианте с применением удобрений. В ходе исследований установлено, что биопрепарат Экстрасол Ч13 ингибирует интенсивность целлюлозоразложения.

Литература

1. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Издательство ВНИИА, 2005. – 302 с.

2. Петров В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. микробиологические препараты в биологизации земледелия России// Достижения науки и техники АПК. – 2002. - №10. – С. 16-20.

3. Чеботарь В.К., Завалин А.А., Кипрушкина Е.Н. Эффективность применения биопрепарата экстрасол. – М.: Изд-во ВНИАА, 2007. -216 с.

4. Шуреков Ю.В., Дыньков Д.Б., Кочетов В.М. БисолбиФит – перспективная новинка на рынке биопрепаратов // Поволжье-агро. – 2011. - №4. – С. 28-29.

УДК 636.087.8

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ СОИ

Сажина С.В., Коркин В.С.

Аннотация

Применение физиологически активных веществ оказывает положительное влияние на полевую всхожесть семян сои, выживаемость и сохранность растений, а также урожайность и качество продукции.

Россия имеет удовлетворительные агроклиматические ресурсы для производства сои в необходимых для страны объемах, но до последнего времени площади под соей были весьма скромными. И хотя в настоящее время более 80% посевов сои сосредоточено на Дальнем Востоке, природно-климатические условия позволяют успешно выращивать эту культуру на больших площадях в Поволжье, Центрально-Черноземном районе и особенно успешно на Северном Кавказе, где обилие тепла, света и плодородные почвы создают условия для формирования высокого урожая семян этой ценной культуры.

По данным Российского соевого союза за последние годы востребованность в российской сое значительно возросла. С 2003 по 2008 гг. мощности по переработке сои увеличились в 10 раз и достигли 3,5 млн. тонн в год. Производство сои выросло почти в 2 раза. В то же время потребность промышленности в соевом сырье удовлетворяется лишь на 20%, а потребность пищевой, перерабатывающей и кормопроизводственной промышленности в соевых белках удовлетворяется на 10%.

Соевые сорта северного экотипа способны давать высокую продуктивность при сумме активных температур ($+10^{o}$ среднесуточная) 1750 – 1800^{o} С.

За последние 25 лет, селекционным путём, снижен период вегетации сои на 27 дней, потенциальная урожайность возросла на 1 т/га.

И, тем не менее, фактическая урожайность остаётся низкой, в среднем по России около 10 ц/га, посевные площади сои расширяются медленно. Если в Амурской области соя занимает в структуре посевных площадей почти 50%, то в самой благодатной южной зоне России – менее 2%, а по России в среднем около 1%.

По данным различных исследователей соя содержит от 33 до 50% белков, 17-38% жиров, 19-35 углеводов. При этом отмечается очень высокая усвояемость жиров, белков и углеводов, доходящая до 100% (жиры), 92-93% (белки), 79-81% (углеводы).

В бобах сои альбумин составляет 9,5 %, глобулины 75,8% от всего белка. Соевые бобы богаты витаминами, микроэлементами (табл. 1).

Таблица 1. Состав сои и других белоксодержащих продуктов
(А.Ф. Василаки, 1985 г.)

Показатель	Соя	Фасоль	Яйцо куриное целое	Творог нежирный	Говядина II категории
Белок, г %	34,9	22,3	12,7	18,0	20,0
Общее количество аминокислот, г %	34,36	20,59	12,591	17,95	19,936
В том числе:					
незаменимые	12,67	8,02	5,243	7,68	7,696
заменимые	21,69	12,57	7,348	10,27	12,24
Жиры, г %	17,3	1,7	11,5	0,6	7,0
Углеводы, г %	26,5	54,3	0,7	1,5	-
Витамины, мг %:					
E	17,3	3,84	2,0	-	-
B_6	0,85	0,9	0,14	0,19	0,39
Биотин	0,06	-	0,028	0,007	0,003
Ниацин	2,2	2,1	0,19	0,45	5,0
Рибофлавин	0,22	0,18	0,44	0,25	0,18
Тиамин	0,94	0,5	0,07	0,04	0,07
Фолацин	0,2	0,09	0,007	0,04	0,009
Минеральные вещества:					
Калий	1607	1100	140	117	305
Кальция	348	150	55	120	10,2
Магний	226	103	12	24	22
Фосфор	603	541	215	189	188

Из таблицы 1 видно, что питательная ценность сои по аминокислотному составу соответствует их содержанию в продуктах животного происхож-

дения. По составу ценнейших аминокислот соевые белки превосходят животные белки.

Условия и методика

В опытах Курганского научно-исследовательского института зернового хозяйства, сою начали возделывать с 1987 года. Исследования проводились на различных сортах, сою высевали различными способами, с различными нормами, опыты проводились в период с 1987-1990 годы. На сегодняшний день соя так и осталась мало изученной культурой, так как за этот период изменились погодные условия, технологии возделывания, обновилась техника, поэтому необходимо провести исследования по адаптивным мероприятиям этой культуры к условиям Курганской области.

Объектом исследований служила соя сорта СибНИИК-315. Изучение активности препаратов ЖУСС, Иммуноцитофит, Гумимакс и Интеграл проводили на кафедре земледелия Курганской ГСХА и на опытном поле ГСУ. Были поставлены лабораторные и мелкоделяночные полевые опыты.

Одной из причин, ограничивающих возможность формирования качественного урожая сои, является дефицит микроэлементов, в результате чего может происходить нарушение важнейших биологических процессов в организме растения [1].

В качестве фона использованы фосфорные удобрения в дозе, эквивалентной 60 кг P_2O_5 на гектар. Полученные данные обработаны методами дисперсионного анализа.

Результаты исследований

Анализируя полученные данные мы видим, что полевая всхожесть в 2007 году была достаточно высокой на всех вариантах и составила 97,4-98,4%. Достаточное количество осадков во второй декаде мая (24,8 мм) и теплая погода привели к тому, что семена дали дружные всходы, в связи с этим полевая всхожесть не на много отличалась от лабораторной, в пределах 2% (табл. 2).

Обработка семян физиологически активными препаратами не дала большой прибавки по сравнению с контролем она составила от 0,6 до 1 %, что не является существенной разницей.

Таблица 2. Всхожесть семян сои, обработанных ФАВ

Вариант	Лабораторная всхожесть	Полевая всхожесть	
	%	шт/м^2	%
Контроль	98	48,7	97,4
ЖУСС-3	99,2	49	98
Гумимакс	99,4	49,2	98,4
Иммуноцитофит	99	49,0	98
Интеграл	99,1	49,0	98
$НСР_{0,05}$			1,93

Обработка семян препаратами оказала существенное влияние на выживаемость и сохранность растений таблица 3.

Таблица 3. Влияние ФАВ на выживаемость и сохранность сои сорта СибНИИК- 315

Вариант	Выживаемость, %	Сохранность, %
Контроль	93,4	95,9
ЖУСС-3	95,0	96,9
Гумимакс	94,8	96,3
Иммуноцитофит	97,6	99,6
Интеграл	94	95,9
$НСР_{0,05}$	1,51	0,74

Обработка семян препаратами оказала существенное влияние на выживаемость и сохранность растений. Высокие результаты наблюдались на варианте с обработкой иммуноцитофитом, выживаемость – 97,6%, а сохранность – 99,6%, что больше контроля на 4,2 и 3,7% соответственно. Невысокие результаты отмечались на варианте с интегралом, хотя они были не ниже контроля, разница была несущественной, выживаемость – 94%, сохранность – 95,9%.

Урожаи сои определяют величиной сбора зерна и его качеством. Для количественной оценки урожая в большинстве случаев вполне достаточно первого показателя. Но такое определение урожая не вскрывает ресурсов среды, условий его формирования, потенциальных возможностей растения с учетом сортовых особенностей, не дает возможности установить дефекты в технологии возделывания и не мобилизует работников сельского хозяйства на более полное использование биологических возможностей растения сои и передовых приемов возделывания. В этой связи анализ отдельных элементов урожая, определяющих величину и его качество, позволяет полнее вскрыть взаимоотношение между растениями сои и средой в разные периоды вегетации и на этой основе составить технологию возделывания с учетом почвенно-климатических условий, обеспечивающих получение наиболее высоких урожаев (табл. 4).

Количество растений на варианте, где семена обрабатывали физиологически активными веществами, по сравнению с контролем увеличилась, составила 47 – 48,8 шт/м^2, высота растений, количество семян, количество бобов так же увеличилась, по сравнению с контролем. Немаловажное значение имеет и высота прикрепления нижнего боба, на варианте с ЖУСС-3 высота составила 17,3 см, что на 3,1 см выше контроля.

Таблица 4. Влияние ФАВ на структуру урожая сои сорта СибНИИК-315

Вариант	Масса снопа, г	Количество растений, шт./м^2	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Длина боба, см	Количество бобов на 1 растении, шт	Количество семян в бобе, шт.	Масса семян с 1 растений г	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
Контроль	119	46,7	75	14,2	4,3	18,6	1,9	4,7	132,1	2,2
ЖУСС-3	121	47,5	102	17,3	3,9	21,2	2,0	6,0	143	2,9
Гумимакс	109	47,4	103	14,0	3,9	20,9	2,0	5,8	119	2,7
Иммуноцитофит	115	48,8	110	15,0	4,0	20,3	2,0	6,0	146	2,9
Интеграл	117	47,0	108	14,6	3,8	19,9	2,0	5,8	136	2,7

Если сравнить препараты между собой, то видно, что хотя при обработке семян ЖУСС-3 высота растения составляла 102 см, количество бобов было максимальным – 21,2 шт., что сказалось на биологической урожайности, она составила 2,9 т/га.

На варианте с интегралом при количестве растений на $м^2$ – 47 шт., наблюдалось небольшое количество бобов на растении – 19,9 шт., масса семян с одного растения – 5,8 грамм, в связи с этим урожайность составила – 2,7т/га, что меньше урожайности при обработки иммуноцитофитом на 0,2 т/га. Этот вариант отличался от остальных не только высотой растения – 110 см., массой 1000 семян – 146 грамм, но и самой высокой биологической урожайностью, она составила 2,9 т/га, что выше контроля на 0,7 т/га.

Заключение

Механизм действия ФАВ заключается в активизации микоризных и эндомикоризных грибов растений. Это способствует повышению урожая сельскохозяйственных культур на 15-30% с использованием меньшего количества минеральных удобрений, нормализации минерального состава растительной биомассы, уменьшению потерь урожая от болезней.

Главная отличительная особенность препаратов этой группы от других средств защиты растений - это способность влиять на вредные организмы через стимулирование защитных свойств растений, заложенных в них в процессе эволюции. Использование этой особенности в практике растениеводства позволяет в более полной мере реализовать потенциал интегрированных программ защиты растений, обеспечив максимальную экологизацию агросистем.

Литература

1. Заверюхин, В.И. Производство и использование сои / В.П. Заверихин, И.Л. Левандовский. – К.: Урожай, 1988. –112с.

2. Программа развития соеводства Российской Федерации на 2010-2012 гг. и на период до 2020г./ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. РОССИЙСКИЙ СОЕВЫЙ СОЮЗ

УДК 633.16(470.0)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОКОМПОСТОВ И ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ В СЛОВИЯХ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР

Кустов А. Н., Минакова О. А.

Аннотация

Комплексное применение биокомпостов и Гумимакса увеличивало содержание хлорофилла в листьях сахарной свеклы, повышало содержание нитратного и аммонийного азота, а также подвижного фосфора и обменного калия, что повышало урожайность на 6,6-22,1 т/га.

Сахарная свекла является основным источником получения сахара. По выносу питательных веществ из почвы сахарная свекла занимает одну из лидирующих позиций [1,3]. Потребность культуры обеспечивается основным внесением минеральных удобрений (с осени под глубокую зяблевую вспашку). Но при такой системе удобрений может наблюдаться дефицит азота. Поэтому в течение вегетации возможно внесение питательных веществ по листовой поверхности и в почву. Наиболее распространенными веществами для такого внесения являются быстрорастворимые удобрения (аммонийная селитра, мочевина), биокомпост, гуминовые препараты, нутриванты. Данные агроприемы позволяют получить дополнительно до 7-8 т/га корнеплодов [2,4].

Условия и методика

Исследования проводились в 2010-2011 годах на опытных полях ГНУ ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова. В качестве удобрения перед посевом использовали биокомпосты А и Т. Для подкормок использовали Гумимакс. Первая подкормка проводилась в фазу 3-4 пар настоящих листьев сахарной свеклы, вторая – через 10 дней. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый.

Схема опыта:

1. без удобрений;
2. без удобрений + компост А;
3. без удобрений + компост Т;
4. $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза;
5. $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза + компост А;
6. $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза + компост Т;
7. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза;
8. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза + компост А;
9. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза компост Т;
10. $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза;
11. $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза + компост А;
12. $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоз + компост Т.

В течение вегетационного периода почвенные образцы под сахарную свеклу отбирали с глубины 0-40 см. В почвенных образцах определяли: содержание аммонийного азота с помощью реактива Несслера (ГОСТ 26489–85), нитратного азота по Грандваль-Ляжу (ГОСТ 26951–86), подвижного фосфора и обменного калия по Чирикову (ГОСТ 26204–91). На посевах сахарной свеклы учитывали: в листьях содержание хлорофилла по Сказкину, урожайность корнеплодов методом пробных площадок, сахаристость на поточной линии “ВЕНЕМА”, сбор сахара – расчетным методом.

Результаты и их обсуждения

По данным наших исследований внесение биокомпостов и Гумимакса в июле увеличило содержание хлорофилла на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза при внесении компоста Т на 0,12 абс. % (8,1%) (табл. 1). В августе содержание хлорофилла при внесении биокомпостов и Гумимакса увеличилось на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза при внесении компоста А на 0,29 абс. % (28,2%), компоста Т на 0,28 абс. % (27,2%), на фоне $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза на 0,53 абс. % (47,7%) при внесении компоста А.

Таблица 1. Содержание хлорофилла и сухое вещество в листьях сахарной свеклы

Условия	Июль		Август	
	Содержание хлорофилла, абс. %	Сухое вещество, абс. %	Содержание хлорофилла, абс. %	Сухое вещество, абс. %
Без удобрений	1,81	17,2	1,35	24,1
Без удобрений + компост А	1,31	22,5	1,96	20,4
Без удобрений + компост Т	1,28	22,7	1,58	21,5
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза	1,44	18,1	1,03	21,4
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза + компост А	1,14	21,7	1,32	19,8
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза + компост Т	1,29	20,1	1,31	19,9
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза	1,49	16,5	1,56	19,9
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза + компост А	1,41	17,5	1,58	20,3
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25т/га навоза + компост Т	1,61	16,2	1,65	19,7
$N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза	1,29	18,3	1,11	20,6
$N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоз + компост А	1,09	19,3	1,64	19,5
$N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза + компост Т	0,99	19,8	1,15	19,5

В июле содержание сухого вещества в листьях сахарной свеклы на фоне без удобрений при применении компоста А возросло на 5,35 абс. % (31,2 %), компоста Т на 5,56 абс. (32,4 %), на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза при внесении компоста А на 3,61 абс. % (19,9 %) , компоста Т на 2,00 абс. % (11,0 %). В августе этот показатель изменялся в незначительной степени.

Таким образом, комплексное применение биокомпостов и Гумимакса способствовало увеличению содержания хлорофилла на 0,12-0,29 абс.% (8,10-28,2%) и сухого вещества в листьях сахарной свеклы на 2,00 - 5,56

абс.% (11,0-32,4%).

Результаты исследования показали, что применение биокомпостов и Гумимакса способствовало увеличению содержанию нитратного азота на фоне $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза при внесении биокомпоста А на 22,1 %, биокомпоста Т - на 75,8 % (табл. 2).

Содержание аммонийного азота увеличилось на фоне без удобрений при внесении компоста Т на 30,3%, на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза при внесении биокомпоста А на 26,4%, на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, при применении Т на 54,9%.

Таблица 2. Показатели эффективного почвенного плодородия при комплексном применении биокомпостов и Гумимакса в слое почвы 0-40 см, мг/100 г почвы

Условия	NO_3^-	NH_4^+	Минеральный азот	K_2O	P_2O_5
Без удобрений	1,59	3,00	4,59	7,89	20,6
Без удобрений + компост А	0,88	2,57	3,45	8,04	23,8
Без удобрений + компост Т	1,02	3,91	4,93	8,31	19,4
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза	1,48	2,54	4,02	7,21	23,3
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза + компост А	1,34	3,21	4,55	8,47	19,0
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза + компост Т	1,23	1,94	3,17	9,08	22,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза	1,87	3,39	5,26	8,35	25,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза + компост А	1,24	3,54	4,78	7,32	26,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25т/га навоза + компост Т	1,55	5,25	6,80	6,77	21,2
$N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза	0,86	5,06	5,92	9,84	30,0
$N_{135}P_{135}K_{135}$+25т/га навоз +компост А	1,05	3,86	4,91	10,3	24,8
$N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза + компост Т	1,51	5,72	7,23	11,4	24,8

Количество минерального азота возросло в большей степени на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза при применении биокомпоста Т на 29,3%, на фоне $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза при применении биокомпоста Т на 22,1%. Содержание K_2O при внесении биокомпостов возросло на фоне без удобрений при применении компоста А на 15,3%, на фоне $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза при внесении биокомпоста Т на 15,9%, на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза при внесении биокомпоста А на 17,5%, биокомпоста Т – на 25,9%.

Содержание подвижного фосфора увеличилось на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза при внесении компоста А на 17,5%, компоста Т на 25,9%, на фоне $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза при внесении биокомпоста Т на 15,8%.

На протяжении двухлетних исследований внесение биокомпостов и Гумимакса способствовало увеличению урожайности в большей степени на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза при применение биокомпоста А на 16,6 т/га (41,4%), компоста Т - на 22,1 т/га (55,1%). Сахаристость уменьшилась на 1,62-2,97% (9,1-16,7%), сбор сахара увеличился на 0,55-2,39 т/га.

Выводы

1. Комплексное применение биокомпостов и Гумимакса способствовало увеличению содержания хлорофилла на 0,12 – 0,29 абс. % (8,1-28,2%) и сухого вещества в листьях сахарной свеклы на 2,0 - 5,56 абс. % (11,0-32,4%).

2. Применение в течение вегетации увеличивало содержание в почве нитратного азота на 22,1-75,8%, аммонийного азота на 26,4-54,9%, подвижного фосфора на 15,8-25,9%, обменного калия 15,3-17,5%.

3. Комплексное внесение биокомпостов и Гумимакса способствовало росту урожайности корнеплодов на 16,6-22,1 т/га и сбора сахара на 0,55-2,39%.

Литература

1. Бердников А.В. Влияние природных бентонитов и минеральных удобрений на накопление сахара в корнеплодах / А.В. Бердников, Ю.С. Колягин // Сахарная свекла. – 2007. – №5. – С. 27-28.

2. Зубенко В. Ф. Сахарная свекла. – Киев, 2000. – 124 с.

3. Колбасин А.А., Христева Л. А. Гуминовые удобрения, теория и практика их применения. Днепропетровск, 1980г. – 283 с.

4. Петухов М.П., Панова Е.А., Дудина Н.Х. Агрохимия и система удобрений. М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

УДК 636.087.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ СОИ СОРТА ДИНА

Гладков Д.В.

Аннотация

Научно обоснованы оптимальные параметры применения гербицидов в посевах сои в условиях центральной зоны Курганской области, уточнен видовой состав сорных растений, изучено влияние гербицидов на элементы агрофитоценоза сои, определена биологическая и хозяйственная эффективность.

Производство растительного белка, сбалансированного по комплексу аминокислот – одна из важнейших проблем аграрной науки. Особенно ценной белковой культурой является соя, которая отличается от других культур высоким содержанием белка (до 40-42%), что в два раза больше, чем у гороха, широко возделываемого в Западной Сибири. Кроме того, зерно сои содержит до 31,5% безазотистых экстрактивных веществ, 14-26% жира, 3,0-7,0% клетчатки и 4,0-6,0% золы. Увеличение производства сои и продуктов ее переработки – одно из средств решения проблемы не только пищевого, но и кормового белка, так как в России дефицит белка в рационе питания населения достигает 25%, а в рационе животных – 30%. Опыт возделывания сои в Курганской области показал, что урожайность ее сравнительно невысока.

Учитывая перечисленные обстоятельства, становится чрезвычайно важным изучение на региональном уровне основных технологических параметров возделывания сои с учётом местных условий.

Методика исследований

Работа выполнялась в 2007-2011 годах путём постановки полевого

опыта, наблюдений и соответствующих лабораторных исследований. Полевой опыт был заложен на опытном поле Курганской ГСХА.

Вид опыта — полевой, мелкоделяночный. Площадь делянок 25м^2, повторность 4^{x} кратная.

Агротехника в опытах — общепринятая для зоны.

Фенологические наблюдения, учёт густоты стояния и структуры урожая проводили по методике Государственного сортоиспытания. Данные учета обрабатывались согласно «Методическим указаниям по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве».

Одним из основных критериев оценки защитного мероприятия является его биологическая эффективность. Биологическая эффективность гербицидов определяется снижением количества сорняков и их массы. Наличие в проведенных исследованиях двух учетов эффективности (через 30 дней и перед уборкой культуры) позволяет глубже оценить влияние гербицидов на динамику численности сорных растений, формирование урожая.

Результаты исследований

Суммарная засоренность посевов сои до обработки характеризовалась как засорение сильной степени (53,2 -102,0 шт./м^2). Среди многолетних преобладали корнеотпрысковые, среди малолетних – поздние яровые. Доля многолетних двудольных растений в общем количестве сорняков составляла 36%, малолетних двудольных - 46%, малолетних однодольных - 18% (рис. 1).

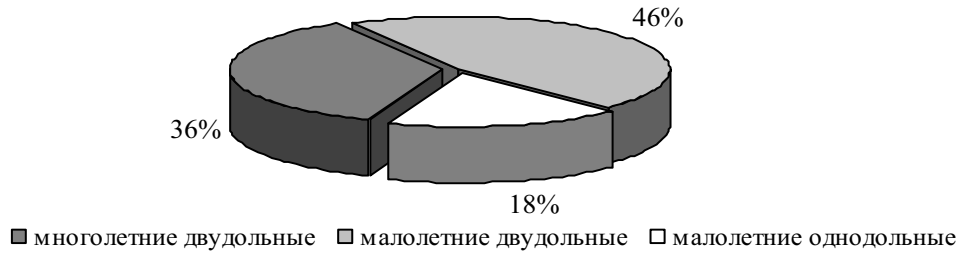


Рис. 1. Видовой состав сорняков в посевах сои (%)

Засоренность посевов сои многолетними двудольными сорняками до обработки в период проведения исследований характеризовалась как засорение очень сильной степени (13,8-22,0 шт./м^2), малолетними двудольными -

как засорение очень слабой степени (7,5-27,5 шт./м^2), малолетними однодольными - как засорение очень слабой степени (3,4-39,5 шт./м^2).

Многолетние двудольные сорняки на опытном поле Курганской ГСХА были представлены следующими видами: осотом полевым, желтым *(Sonchus arvensis),* вьюнком полевым *(Convolvulus arvensis)*, одуванчиком лекарственным *(Taraxacum officinale)*, молочаем лозным, прутьевидным *(Euphorbia virgata)* и бодяком полевым *(Cirsium arvense)* (рис. 2).

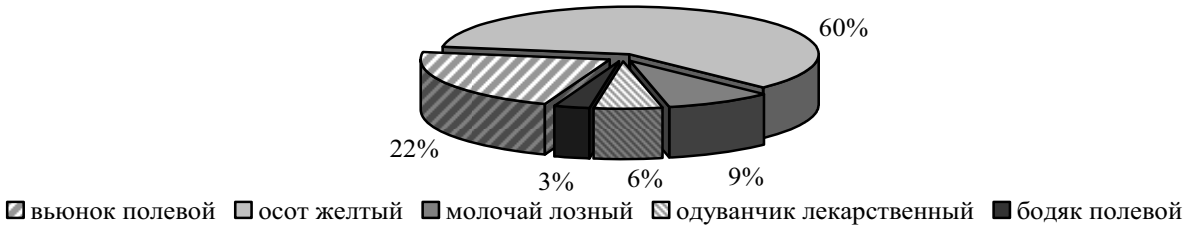


Рис. 2 Видовой состав многолетних двудольных сорняков в посевах сои (%)

Среди двудольных малолетних сорняков (рисунок 3) наиболее распространены: марь белая *(Chenopodium album)*, щирица запрокинутая *(Amaranthus retroflexus)*, липучка ежевидная *(Lappula echunata)*, ярутка полевая *(Thlaspi arvense)*, горец вьюнковый *(Polygonum convolvulus)*, пикульник обыкновенный *(Galeopsis tetrahit)*, горец шероховатый (*Polygonum scabrum)*, аистник цикутный (*Erodium cicutarium)*.

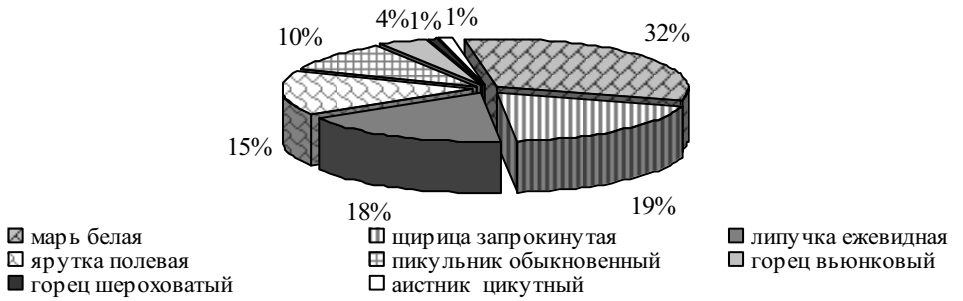


Рис. 3. Видовой состав малолетних двудольных сорняков в посевах сои (%)

Из малолетних однодольных сорняков были отмечены следующие виды: щетинник зеленый (*Setaria viridis*), щетинник сизый (*Setaria glauca*), просо куриное (*Echinochloa crus-galli)* (рис. 4).

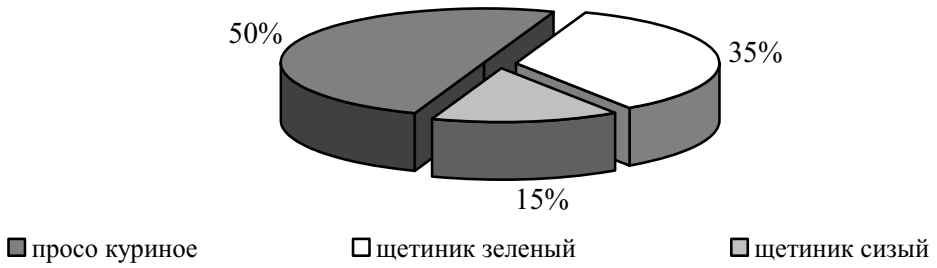


Рис. 4. Видовой состав малолетних однодольных сорняков в посевах сои (%)

Таким образом, видовой состав сорных растений в исследованиях соответствовал типичному засорению полей Курганской области.

Анализ данных, полученных перед уборкой сои, свидетельствует о том, что применение гербицидов оказало значительное влияние на структуру сорного компонента фитоценоза (рис. 5).

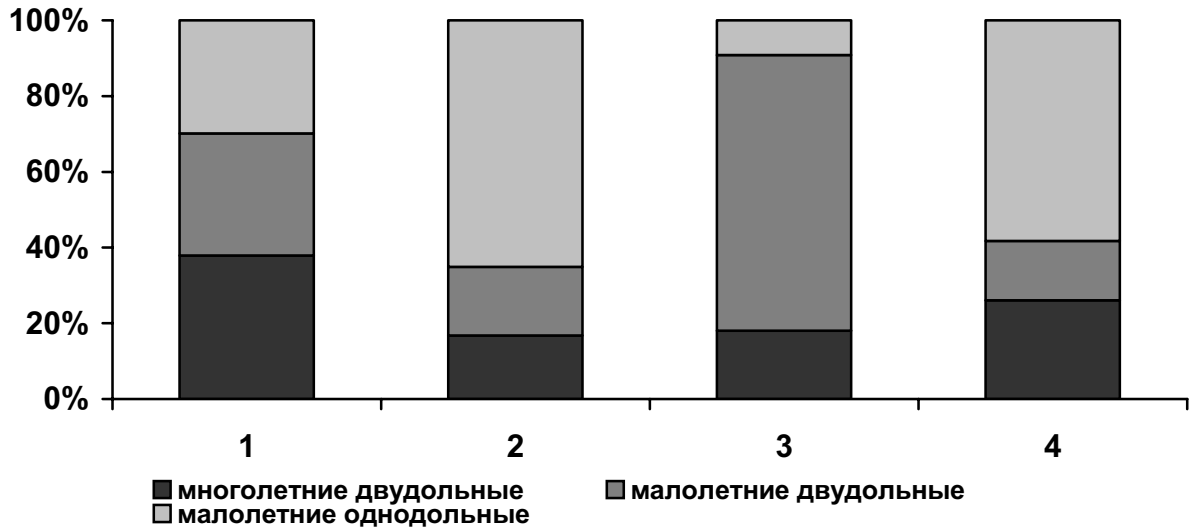


Рис. 5. Влияние применения гербицидов в посевах сои сорта Дина на соотношение групп сорных растений перед уборкой, % (Курганская ГСХА, 2007-2011 г.) примечание: 1 – контроль, 2 – ураган, 3 – хантер, 4- прометрин

В агроценозе, как и в естественном сообществе, сохраняют свое значение компенсационные механизмы. Полная или частичная гибель двудольных под действием урагана и прометрина в наших исследованиях сопровождалась увеличением численности однодольных растений на 28,5–29,1%. При обработке посевов сои гербицидом хантер наблюдалась обратная тенденция увеличения суммарной доли двудольных сорняков с 70,1% до 90,2%.

Соотношение долей сорных растений и сои сорта Дина характеризует усло-

вия, скл Доля растений сои в варианте без обработки гербицидом составила 70%. Применение урагана повышало ее долю на 3%, хантера – на 17,8%, прометрина – на 9,8%.

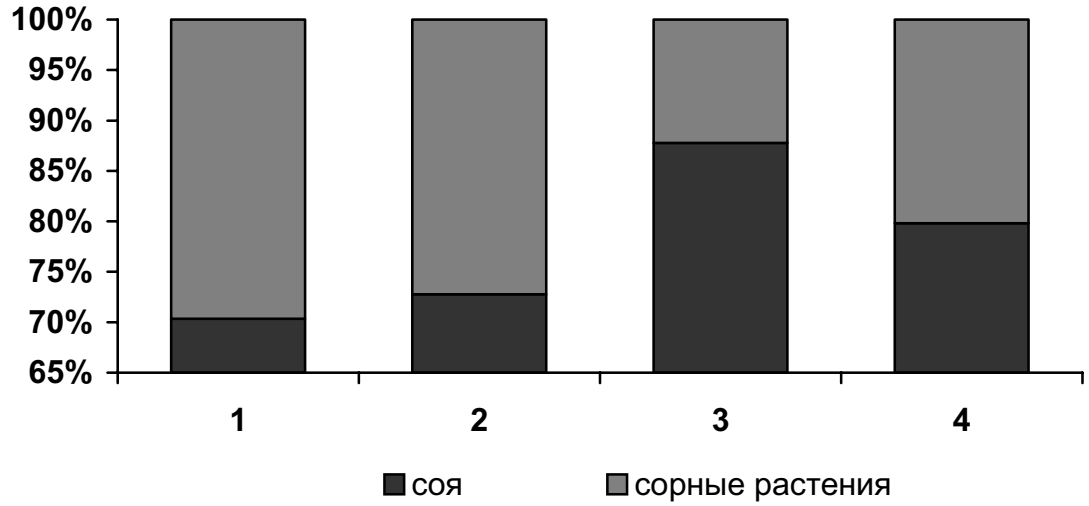


Рис. 6. Влияние применения гербицида диален супер в посевах сои сорта Дина на соотношение воздушно-сухой массы культурных и сорных растений перед уборкой, % (Курганская ГСХА, 2007-2011 г.) примечание: 1 – контроль, 2 – ураган, 3 – хантер, 4-прометрин

Положительное воздействие на защищаемую культуру обработки гербицидами обусловлено, прежде всего, устранением конкуренции со стороны сорных растений. Чем выше биологическая активность препарата, тем меньше остается сорных растений, конкурирующих с культурными за воду, свет, элементы питания, и тем выше должны быть прибавки урожая.

Показатели структуры урожая характеризуют их вклад в формирование урожайности культуры.

Количество растений сои сорта Дина в варианте без обработки гербицидом составляло 44,12 шт./м^2 (табл. 1). Максимальное увеличение числа растений сои до 53,76 шт./м^2 (на 20% к контролю) получено при опрыскивании сои прометрином.

Количество бобов на одном растении сои сорта Дина в варианте без обработки гербицидом составило 6,55 штук. Максимальное достоверное повы-

шение количества бобов наблюдалось в варианте с использованием хантера (на 1,75 шт).

Применение гербицидов не оказало достоверного влияния на озерненность бобов сои.

Масса 1000 семян сои сорта Дина в варианте без обработки гербицидом составила 151,49 г. Максимальное увеличение массы 1000 семян сои на 17,24 г получено при применении гербицида хантер.

Таблица 1. Влияние гербицидов на элементы структуры урожая и урожайность сои сорта Дина, (Курганская ГСХА, 2007-2011 г.)

Вариант	Количество растений, шт/м^2	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
Контроль	44,12	6,55	1,90	151,49	0,79
РП	54,25	8,95	2,18	153,23	1,47
Ураган	50,09	7,65	1,66	167,45	0,98
Хантер	51,00	8,30	1,80	168,73	1,18
Прометрин	53,76	6,78	2,11	134,37	0,94
$НСР_{05}$	4,73	1,27	0,37	13,73	0,12

примечание: РП – ручная прополка

Цель любого защитного мероприятия заключается в повышении качества и увеличении количества производимой продукции. Урожайность сои в варианте без обработки гербицидом составила 0,79 т/га. Максимальное повышение урожайности до 1,18 т/га (на 49,37% к контролю) получено при применении препарата хантер.

Урожайность культуры как интегральный показатель в наибольшей степени реагирует на изменение экологических условий, в частности на уровень засоренности посевов. В наших исследованиях урожайность сои на чистом варианте (ручная прополка) была выше. Разница в урожайности между чистым участком, на котором сорняки отсутствовали весь вегетационный период, и участком, где сорняки были уничтожены гербицидами составила 0,19

– 0,43 т/га. Таким образом, применение гербицидов не полностью восстанавливало урожайность, так как соя в первые этапы органогенеза росла и развивалась в условиях высокой засоренности.

Выводы

1. Засоренность посевов сои многолетними двудольными сорняками до обработки в период проведения исследований характеризовалась как засорение очень сильной степени (13,8-22,0 шт./м2), малолетними двудольными как засорение очень слабой степени (7,5-27,5 шт./м2), малолетними однодольными как засорение очень слабой степени (3,4-39,5 шт./м2).

2. Среди многолетних двудольных преобладали корнеотпрысковые сорняки: осот полевой или желтый *(Sonchus arvensis)* – 60% и вьюнок полевой *(Convolvulus arvensis)* – 22%; среди малолетних: марь белая *(Chenopodium album)* – 32% и щирица запрокинутая *(Amaranthus retroflexus)* – 19%, малолетних однодольных – просо куриное (*Echinochloa crus-galli)* – 50%.

3. Максимальное снижение количества малолетних двудольных сорняков и их воздушно-сухой массы отмечено при применении гербицида прометрин, малолетних однодольных – гербицида хантер.

4. Максимальная урожайность сорта Дина – 1,18 т/га была получена при применении гербицида хантер.

УДК 635.21:631.816.12:631.445.24

ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ АЗОТНЫМИ И КОМПЛЕКСНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА КАРТОФЕЛЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ

Терешонкова А.В, Персикова Т.Ф.

Аннотация

Установлено влияние различных доз удобрений и некорневых подкормок жидким комплексным и азотными удобрениями на продукционные процессы, урожайность и качество клубней картофеля

Наряду с внедрением ресурсосберегающих технологий возделывания картофеля, введением научно-обоснованных севооборотов, возделыванием перспективных сортов, особенно важным является оптимизация минерального питания растений.

Основой формирования высоких урожаев является сбалансированное питание растений на протяжении всего периода вегетации. Картофель относится к числу культур наиболее требовательных к условиям питания. Важнейшим фактором интенсификации производства картофеля является широкое применение минеральных удобрений. При систематическом их применении в почве происходят определённые изменения в запасе питательных веществ, которые влияют на мобилизацию подвижных форм азота, фосфора и калия, что оказывает непосредственное влияние на питание растений, и как следствие, на урожайность культуры [2].

Применение органо-минеральной системы удобрений в основное внесение, а также удобрения для некорневой подкормки в технологии выращивания картофеля позволяет более полно обеспечить растения в соответствующие фазы развития необходимыми элементами питания, повысить устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды и создать, по возможности, условия для их оптимального развития [1].

В зарубежной практике (Японии, Франции, США, ФРГ) для некорневых обработок растений по вегетации широко используют жидкие комплексные удобрения с хелатными формами микроэлементов [3]. Преимущество этих удобрений, по сравнению со смесями химических солей микроэлементов, заключается в том, что они практически не токсичны, достаточно растворимы в воде, обладают высокой устойчивостью в широком диапазоне pH, хорошо сочетаются со средствами защиты. Доступность этих соединений является перспективным для использования в растениеводстве.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии» совместно с ОАО «Гомельский химический завод» в период с 2006 по 2009 гг. разработали целую серию новых жидких комплексных удобрений с хелатными формами микро-

элементов для подкормок конкретных сельскохозяйственных культур, в том числе и для картофеля. В составе жидких комплексных удобрений для картофеля марки NPK 8-4-9-0,15(B)-0,15(Cu)-0,10(Mn) содержится 98,6 г/л азота, 49,3 фосфора, 124 калия, а также хелатные формы бора (B – 1,8 г/л), меди (Cu – 1,2 г/л) и марганца (Mn – 1,2 г/л), pH 6-8 [4].

Объекты и методика проведения исследований

Полевые исследования на картофеле проводились в 2010-2011 гг. на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства УО БГСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемая с глубины около 1 м моренным суглинком. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) –1,53-1,66%; pH (KCl) – 6,0-6,1; содержание подвижных форм фосфора (по Кирсанову) – 203-213мг; калия (по Кирсанову) – 220-240мг/кг почвы. Общая площадь делянки – 30 м^2, учётной – 25м^2, повторность – четырёхкратная.

Объект исследований – поздний сорт белорусской селекции Атлант. Предшественник – ячмень.

Весной под основную обработку почвы вносили органические удобрения в дозе 50 т/га, а также фосфорно-калийные удобрения из расчёта $P_{80}K_{180}$ д.в. на 1 гектар, на котором изучали два уровня азотного питания N_{100} и N_{120} совместно с некорневыми подкормками жидким комплексным и азотными удобрениями.

Некорневая азотная подкормка растений картофеля проводилась в период вегетации при высоте растений 10-15см, до смыкания ботвы в рядках. Некорневая подкормка жидким комплексным удобрением применялась дважды за период вегетации. Первая некорневая подкормка проводится при высоте растений 15-20см в дозе 4л/га, вторая – в фазу начала бутонизации картофеля в той же дозе.

Во время вегетации проводились наблюдения за ростом и развитием растений, учеты болезней и вредителей. Перед уборкой картофель с делянок

взвешивали, определяли структуру урожая, отбирали средние образцы для определения качественных показателей. Уборка картофеля проводилась поделяночно вручную.

Результаты исследований

В результате проведенных исследований по изучению влияния органоминеральной системы удобрения установлено увеличение урожайности клубней картофеля по вариантам опыта.

Урожайность клубней картофеля сорта Атлант и его структура в наших исследованиях в значительной степени определялась дозами вносимых минеральных удобрений (табл. 1).

Таблица 1. Влияние минеральной системы удобрения на урожайность клубней картофеля сорта Атлант, т/га

Вариант	2010 г.				2011 г.			
	Урожайность, т/га	Структура урожая, %			Урожайность, т/га	Структура урожая, %		
		<40	40-60	>60		<40	40-60	>60
1.Контроль	20,2	22,2	33,6	44,2	25,1	19,6	39,9	40,5
2.$N_{100}P_{80}K_{180}$	27,3	12,1	22,0	65,9	35,8	7,7	24,2	68,1
3.$N_{120}P_{80}K_{180}$	33,5	8,3	13,0	78,7	36,4	8,9	17,0	74,1
4.$N_{100}P_{80}K_{180} + N_{30}$	26,2	8,3	17,0	74,7	37,9	4,3	17,7	78,0
5.$N_{120}P_{80}K_{180} + N_{30}$	31,5	9,9	23,0	67,1	37,7	6,8	28,7	64,5
4.$N_{100}P_{80}K_{180}$ + ЖКУ	31,3	8,1	22,1	69,8	40,4	5,4	27,4	67,2
5.$N_{120}P_{80}K_{180}$ + ЖКУ	38,8	5,7	24,6	69,7	44,5	5,3	32,6	62,1
$НСР_{05}$	2,26				3,10			

Применение в опыте минеральных удобрений в сочетании с полуперепревшим навозом в дозе 50 т/га способствовала увеличению урожайности клубней картофеля с 1 га: в 2010 г на 6-18,6 т/га и в 2011 г на 10,7-19,4 т/га. В 2010 и 2011 гг. повышение уровня азотного питания до 120 кг/га по-разному оказывало влияние на урожайность по отношению к вариантам, где доза азота составляла 100 кг/га. Так, в 2010 г повышенная доза азота увеличила урожайность клубней картофеля на 5,3-7,5 т/га, а в 2011 г данная прибавка по отношению к вариантам, где доза азота – 100 кг/га не была столь значительна и составила 0,6-4,1 т/га.

Наибольшая прибавка при повышенной дозе минеральных удобрений, как в 2010г., так и в 2011г. наблюдалась в варианте, где проводилась некорневая подкормка растений картофеля жидким комплексным удобрением, и

как следствие, позволило получить максимальную урожайность – 38,8-44,5 т/га.

Некорневая азотная подкормка растений картофеля в годы проведения исследований также оказала влияние на урожайность клубней картофеля. Так, в 2010г. проведенная азотная подкормка не способствовала увеличению урожайность, а даже наоборот, наблюдалось ее снижение на 1,1-2т/га. В 2011г. варианты с азотной подкормкой и без нее сильно не отличались друг от друга по урожайности и составили соответственно 35,8-36,4 и 37,7-37,9т/га.

Необходимо отметить, что выход клубней по фракциям в сильной степени зависит от метеоусловий вегетационного периода и доз применяемых удобрений. Анализ клубней картофеля по фракциям показал, что минеральные и органические удобрения способствовали формированию более крупной фракции клубней, за счет которых и формировался урожай. Так, у сорта Атлант на фоне органических и минеральных удобрений в сухом и жарком 2010 г. выход клубней крупной фракции (более 60 мм) составил от 65,9 до 78,7%, а в дождливом 2011г. – 62,1-78,0%. Проведение в опыте некорневой подкормки жидким комплексным удобрением на органо-минеральном фоне способствовало увеличению выхода клубней картофеля крупной и средней фракции. Таким образом, товарность клубней в данном варианте по двум годам исследований составила 91,9-94,3 и 94,6-94,7%.

Некорневая азотная подкормка на фоне $N_{100}P_{80}K_{180}$ увеличила процент крупной фракции до 74,7% в 2010 и до 78% в 2011гг., снизив при этом выход нестандартных клубней (менее 40 мм). При повышении уровня азотного питания до 120 кг/га наблюдался больший выход клубней крупной и средней фракций, при чем увеличивался процент нестандартных клубней.

Вносимые удобрения оказали влияние не только на урожайность, но и на качество получаемого урожая (табл. 2).

Таблица 2. Влияние минеральной системы удобрения на качество клубней картофеля сорта Атлант, 2010-2011гг.

Вариант	Сухое вещество, %			Крахмал, %			Сбор крахмала, т/га
	2010	2011	Среднее	2010	2011	Среднее	
1.Контроль	23,99	14,60	19,30	19,55	15,30	17,43	3,92
2.$N_{100}P_{80}K_{180}$	25,30	17,00	21,15	21,35	18,50	19,93	6,21
3.$N_{120}P_{80}K_{180}$	27,47	16,70	22,09	21,50	17,85	19,68	6,85
4.$N_{100}P_{80}K_{180} + N_{30}$	25,48	16,40	20,94	21,70	17,90	19,80	6,24
5.$N_{120}P_{80}K_{180} + N_{30}$	27,16	15,80	21,48	21,50	17,10	19,30	6,63
6.$N_{100}P_{80}K_{180}$ + ЖКУ	26,16	19,40	22,78	21,85	19,15	20,50	7,27
7.$N_{120}P_{80}K_{180}$ + ЖКУ	26,12	19,00	22,56	22,00	18,50	20,30	8,37
$НСР_{05}$	0,63	0,95		0,17	0,65		

Под влиянием удобрений в клубнях картофеля повышалось содержание сухого вещества по сравнению с контрольным вариантом. Однако его содержание в разные годы исследований изменялось по-разному. В сухом и жарком 2010 г. данный показатель находился в пределах 23,99-27,47%, а в дождливом 2011 г. – 14,60-19,40%. В среднем за два года исследований наиболее высокое содержание сухого вещества (22,78%) наблюдалось в варианте с уровнем минерального питания $N_{100}P_{80}K_{180}$ и некорневой подкормкой жидким комплексным удобрением. При этом прослеживается закономерность: чем выше содержание сухого вещества в клубнях картофеля, тем выше содержание крахмала, что согласуется с исследованиями Н.Е. Власенко (1987). В свою очередь, проведенная азотная подкормка стимулировала снижение содержания сухого вещества в клубнях картофеля.

Содержание крахмала в клубнях позднеспелого сорта Атлант в 2011 г. на фоне $N_{100}P_{80}K_{180}$ выше, чем на фоне $N_{120}P_{80}K_{180}$. В 2010 г. увеличение фона азотного питания вызывало увеличение содержания крахмала.

Максимальное содержание крахмала в клубнях картофеля в годы исследований было в варианте $N_{100}P_{80}K_{180}$ совместно с подкормкой жидким комплексным удобрением, и составило – 20,50%. Азотная подкормка на фоне органоминеральной системы удобрений не способствовала увеличению содержания крахмала и находилась в пределах 19,30-19,93%. Содержание крахмала у сорта Атлант в изучаемых вариантах на 1,87-3,07% выше по отношению к контролю. Однако его сбор с одного гектара зависит не только от содержания в клубнях, но и от урожайности клубней. Таким образом, как

видно из таблицы 2, максимальный сбор крахмала с единицы площади - 8,37 т/га наблюдается в варианте $N_{120}P_{80}K_{180}$ с некорневой подкормкой жидким комплексным удобрением.

Заключение

Проведенные исследования показали, что условия минерального питания и сортовые особенности оказывают наиболее существенное влияние на продуктивность и качество урожая.

Установлена целесообразность обработки растений картофеля в период вегетации жидким комплексным удобрением на фоне применения органических и минеральных удобрений, что способствует увеличению урожайности картофеля и повышению его качества.

Литература

1. Лабухин, А. Специальные удобрения для оптимизации питания картофеля / А. Лабухин // Главный агроном. – №2. – С 39-44.

2. Бурлакова, Л.М., Калин, А.Ю., Аверьянова, И.П. Влияние минеральных удобрений на динамику подвижных питательных веществ в почве и урожайность картофеля в условиях лесостепи Алтайского края / Л.М. Бурлакова, А.Ю Калин, И.П. Аверьянова // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – 2010. – С 41-43.

3. Жидкие удобрения для внекорневой подкормки сельскохозяйственных культур: рекламный проспект, отпечатан в типографии Поликрафт.

4. Применение удобрений жидких комплексных с хелатными формами микроэлементов под сельскохозяйственные культуры / Пироговская Г.В. [и др.]. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2010. – 40 с.

5. Власенко, Н.Е. Удобрения картофеля. – М.: Агропромиздат, 1987. – 219 с.

УДК 631.472.75

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО СТАРОВОЗРАСТНОГО КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО

Тарасов С.И., Тамонова Н.А.

Аннотация

В представленном материале приведены сведения о влиянии систематического применения бесподстилочного навоза на урожай и качество костреца безостого.

Из всех существующих способов утилизации бесподстилочного навоза наиболее целесообразным является его использование на удобрение кормовых культур, прежде всего многолетних трав. Это укрепляет кормовую базу хозяйств, экономит использование дорогостоящих минеральных удобрений, предотвращает загрязнение окружающей среды, особенно водоемов. В хозяйствах с крупными животноводческими комплексами в качестве кормовой культуры значительное распространение получил кострец безостый (Bromopsis inermis), характеризующийся широкой адаптацией к различным экологическим условиям, высокой продуктивностью, хорошей отзывчивостью на систематическое внесение бесподстилочного навоза. В хозяйствах, как правило, травостой интенсивно используется 5-6 лет. Однако, учитывая, что все работы, связанные с обновление травостоя мероприятия крайне энергозатратные, в последние годы практикуется долголетнее использование злаковых трав. Сведения об эффективности применения высоких доз бесподстилочного навоза под старовозрастные травы крайне малочисленны.

Условия и методика

В исследованиях, проводимых в ГНУ ВНИИОУ с 1983г, определяется влияние регулярного использования различных доз жидкого навоза, навозных стоков на урожай и качество старосеянного травостоя костреца, состояние экологии агробиоценоза.

Почва участка дерново-подзолистая, на мощной суглинистой морене. Схема полевого опыта включает следующие варианты: 1. Контроль (удобрения не вносили); 2. Удобрение – бесподстилочный навоз (БН) в норме N_{300}; 3. БН – N_{400}; 4. БН – N_{500}; 5. БН – N_{700}; 6. Минеральные удобрения (эквивалент NPK вар. № 2). Площадь опытной делянки – 70 м^2, учетной – 54 м^2. Повтор-

ность – четырехкратная. Опытная культура – кострец безостый сорта Моршанский 760. Агротехника общепринятая для зоны Владимирской области. В период с 1983 по 1994 гг. в опыте в качестве удобрения использовались бесподстилочный навоз с содержанием сухого вещества 2,8-6,0%, N – 0,08-0,24%; P_2O_5 – 0,05-0,16%; K_2O – 0,03-0,08%. Органические удобрения равномерно вносили по всей поверхности делянки перед отрастанием трав. При внесении удобрений единовременная доза бесподстилочного навоза не превышала N_{300}. При большей норме бесподстилочный навоз применяли дробно под три укоса: N_{400} (300+100+0); N_{500} (300+100+100); N_{700} (300+200+200). Урожай зеленой массы костреца безостого определяли сплошным способом со всей учетной площади каждой делянки. Математическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа. При анализе качества растительной продукции использовали методы, утвержденные в системе Ростехрегулирования (Госстандарта).

Результаты исследований

Многолетнее использование травостоя костреца безостого в варианте без удобрений приводило к его сильному изреживанию, снижению продуктивности. В первые 5 лет содержание костреца в травостое снижалось до 84%, через 10 лет – до 15%, через 18 лет – до 4%. К 2001г. видовой состав травостоя полностью сменился. В травостое отсутствовала доминирующая культура. В его составе было более 20 биологически сильно отличающихся видов растений: мятлик луговой, земляника, одуванчик лекарственный, пижма, лисохвост луговой, клевер ползучий, кошачья лапка, овсяница красная, кульбаба осенняя, яснотка, колокольчик, поповник и пр., доля содержания которых в травостое в течение одного вегетационного периода могла меняться. При интенсивном выпадении атмосферных осадков резко повышалась численность клевера ползучего, в засушливые периоды – кошачьей лапки, пижмы, земляники.

Совершенно иные результаты исследований получены в вариантах с регулярным применением удобрений. Здесь доминирующее положение в

травостое занимал кострец безостый. Его урожайность при использовании удобрений различалась по годам. Максимум ее отмечался во всех вариантах опыта с применением удобрений в годы с обильным выпадением осадков, что было связано с наиболее интенсивным побегообразованием костреца.

Рост урожая зеленой массы костреца безостого при использовании удобрений сопровождался значительным развитием корневой системы. В условиях высокой влагообеспеченности наибольшее накопление корневой массы отмечено в вариантах с внесением бесподстилочного навоза в дозах N400-N700. Высокие дозы жидкого навоза, навозных стоков, стимулируя появление новых побегов, способствовали быстрому формированию корневой системы, накоплению ее биомассы. С увеличением возраста травостоя данная закономерность сохранялась. При использовании удобрений основная масса корней располагалась в поверхностном слое почвы (0-10 см). В нижележащих ее слоях, со снижением уровня минерального питания, масса корней резко уменьшалась. Использование более высоких доз бесподстилочного навоза способствовало еще большему сосредоточению корневой массы в верхних слоях почвы.

Применение удобрений повышало размеры ассимиляционной поверхности костреца безостого. С увеличением доз жидкого навоза, навозных стоков листовая поверхность костреца возрастала. Наибольшая площадь листьев у растений всех вариантов опыта отмечалась в фазе полного выметывания, начала цветения. С увеличением возраста растений ассимиляционная поверхность в рамках одного и того же варианта опыта изменялась незначительно и зависела от погодных условий вегетационного периода.

Таким образом, применение удобрений способствовало интенсивному побегообразованию, накоплению биомассы корней, увеличению ассимиляционного аппарата, тем самым создавало благоприятные условия для получения более высокого урожая костреца безостого. Согласно результатам исследований применение бесподстилочного навоза и минеральных удобрений в дозах, эквивалентных по содержанию основных биогенных элементов пи-

тания, обусловило одинаковое увеличение урожая зеленой массы костреца. На протяжении всего периода исследований (1983-2011гг.) с увеличением дозы удобрений повышались прибавки урожая. В сравнении с контрольным вариантом опыта применение бесподстилочного навоза в дозах N300 – N700 многократно повышало урожайность многолетних трав (таблица). Величина прибавок урожая, как показали результаты исследований, не зависела от возраста травостоя, но определялась дозой удобрений и погодными условиями. С увеличением дозы бесподстилочного навоза с N300 до N700 почти вдвое снижалась рентабельность его использования, окупаемость дополнительной продукцией 1 рубля затрат.

При изучении действия удобрений при выращивании костреца безостого большой интерес представляло определение качества получаемой зеленой массы в зависимости не только от доз жидкого навоза, навозных стоков, но и от возраста травостоя.

Применение минеральных удобрений и бесподстилочного навоза значительно повышало содержание общего азота, сырого протеина в зеленой массе костреца безостого, особенно в листьях. С увеличением дозы удобрения их уровень в растениях повышался (табл.1). Установлено также влияние последействия навоза на содержание азота и протеина в костреце. Количество протеина в растениях изменялось по фазам развития: наибольшее его содержание отмечено в фазе кущения. В более поздние фазы уровень азота и протеина в растениях снижался.

Резкое уменьшение количества азота в зеленой массе происходило в период между фазами полного выхода в трубку и полного цветения, что, вероятно, обусловлено отмиранием листьев.

На содержание азота в растениях оказывали влияние дозы удобрений, а также погодные условия. С увеличением дозы бесподстилочного навоза в зеленой массе костреца безостого во все фазы его развития значительно повышалось содержание небелкового азота, а также нитратов и нитритов в концентрациях выше допустимых значений. При этом во все годы исследований

увеличение дозы удобрений с N300 до N700 повышало содержание нитратов в зеленой массе костреца в 3-10 раз и составляло 600-1200 мг/кг.

Использование минеральных и органических удобрений снижало содержание в растениях водорастворимых углеводов. Согласно литературным данным, факторы, повышающие содержание протеина в растениях, отрицательно влияют на количество в них углеводов (Андреев, Савицкая, 1988). Во всех вариантах опыта применение удобрений снизило сахаро-протеиновое отношение до минимальных значений (0,4:1). Внесение жидкого навоза, навозных стоков в дозе N700 уменьшало данное отношение до значений ниже минимальных (0,3:1).

Содержание сахаров в зеленой массе костреца повышалось от ранних к более поздним фазам развития. Однако в целом данное увеличение сахаров было незначительным. В рамках одного и того же варианта опыта в зеленой массе костреца содержание сахаров не зависело от возраста травостоя и изменялось лишь в зависимости от погодных условий в период вегетации.

По результатам исследований следует заключить, что для рационального использования костреца с высоким содержанием протеина, в рацион животным необходимо вводить добавки с большим уровнем водорастворимых углеводов.

Таблица 1. Влияние регулярного применения минеральных удобрений и различных доз бесподстилочного навоза на качество и урожайность зеленой массы многолетних трав (костреца безостого)

Вариант опыта	Показатели качества											
	Каротин	Нитраты	$N_{общ.}$	Сырой протеин	P_2O_5	K_2O	Cao	MgO	SO^{2-}/Cl^-	Na	Водорастворимые углеводы	Сахаропротеиновое отношение
	мг/кг сырой массы		% на абсолютно сухое вещество									
1. Контроль	25,8	66	1,62	10,13	0,62	1,73	0,53	0,56	1,6/0,5	0,6	8,5	0,8:1
2. Бесподстилочный навоз N300	34,2	328	1,88	11,75	0,98	2,04	0,49	0,62	2,2/0,8	0,8	6,36	0,5:1
3. Бесподстилочный навоз N400	34,8	460	1,96	12,25	1,11	2,19	0,47	0,6	2,1/0,8	0,6	6,08	0,5:1
4. Бесподстилочный навоз N500	35,4	516	2,24	14,0	1,18	2,52	0,44	0,6	2,3/1,1	0,7	5,44	0,39:1
5. Бесподстилочный навоз N700	36,1	584	2,62	16,5	1,21	2,79	0,4	0,58	2,5/1,3	0,7	4,12	0,25:1
6. Минеральные удобрения N300PK	34,4	468	1,84	11,5	1,11	1,91	0,37	0,62	2,1/0,9	0,6	5,12	0,44:1
ПДК, ГН. ОДК, МДУ		$\leq$500										min 0,4:1

Продолжение таблицы 1

Вариант опыта	Показатели качества						Количество кормовых единиц, ц/га	Средняя урожайность, ц/га, ср.1983-2011г.
	Ca:P	K:Na	$\frac{K}{Ca+Mg}$	∑ кислотных грамм эквивалентов	∑ щелочных грамм-эквивалентов	∑кэ: ∑щэ		
1. Контроль	0,85:1	28,8:1	1,6	0,15288	0,11928	1,3:1	2035	89
2. Бесподстилочный навоз N300	0,5:1	3,4:1	1,84	0,2215	0,13012	1,7:1	6671	325
3. Бесподстилочный навоз N400	0,42:1	3,7:1	2,05					359
4. Бесподстилочный навоз N500	0,37:1	3,6:1	2,42				7775	395
5. Бесподстилочный навоз N700	0,33:1	4,0:1	2,85	0,2684	0,14156	1,9:1	7534	417
6. Минеральные удобрения N300PK	0,33:1	3,2:1	1,93	0,2264	0,07172	3,16	6292	307
ПДК, ГН. ОДК, МДУ	(1-3) :1	(2,5-4,5) :1	$\leq$2,2			(0,6-1,1) :1		

Внесение минеральных удобрений и бесподстилочного навоза не оказало заметного влияния на содержание в растениях костреца клетчатки. Количество клетчатки, как и водорастворимых сахаров зависело от фазы развития растений. По мере старения травостоя, отмирания листьев содержание клетчатки в растениях повышалось.

Применение удобрений незначительно увеличило количество жира в зеленой массе костреца. С повышением дозы бесподстилочного навоза содержание жира в растениях возрастало. Наибольшее количество жира отмечалось в начальные фазы развития костреца. По мере старения, увеличения в структуре урожая доли стеблей содержание жира в растениях снижалось.

В соответствии с результатами исследований регулярное применение удобрений снижало содержание в зеленой массе многолетних трав безазотистых экстрактивных веществ: при внесении минеральных удобрений, бесподстилочного навоза в дозе N300 – на 8-10 %, N700 – на 20 %. При использовании удобрений повышалась энергетическая питательность корма и продуктивность с 2000 на контроле, до 7700 к.е./га при внесении бесподстилочного навоза в дозах N500-N700.

Применение удобрений резко повышало содержание каротина в зеленой массе костреца. В сравнении с контрольным вариантом внесение бесподстилочного навоза в дозах N300 и N700 увеличило количество каротина соответственно на 80 и 120%. Во все годы исследований высокое содержание каротина сохранялось до фазы начала вымётывания. В фазе начало цветения количество каротина в зеленой массе костреца в сравнении с фазой кущения во всех вариантах опыта снижалось вдвое. Удобрения способствовали повышению содержания сырой золы в листьях растений, но не оказали влияния на ее содержание в стеблях. По мере развития костреца, с уменьшением облиственности содержание золы в зеленой массе снижалось.

Во все годы исследований применение бесподстилочного навоза повышало в растениях костреца количество калия, фосфора и уменьшало содержание кальция, магния. С увеличением дозы удобрений данные измене-

ния были более очевидными, особенно в листьях. Изменение содержания макроэлементов в растениях костреца при использовании высоких доз удобрений (более N300) приводило к нарушению их соотношений: К/Са + Mg (>2,2); К/Na (> 4,5); Са Р (в сторону трехкратного превышения содержания фосфора над количеством кальция), что снижало кормовые качества зеленой массы. Применение различных доз бесподстилочного навоза не оказало заметного влияния на содержание в зеленой массе костреца токсичных элементов (тяжелых металлов), что было связано с чрезвычайно низким их содержанием в самих удобрениях.

Выводы

1. Систематическое применение на дерново-подзолистых супесчаных почвах бесподстилочного навоза и минеральных удобрений (1983-2010 гг.) способствовало интенсивному кущению костреца безостого, накоплению биомассы корней, увеличению ассимиляционного аппарата и, как следствие, продуктивному долголетию травостоя. С увеличением дозы жидкого навоза, навозных стоков с N300 до N700 во все годы исследований (1983-2011 гг.) урожайность зеленой массы костреца безостого в сравнении с контрольным вариантом опыта повышалась соответственно в 3 и 5 раз, сбор сырого протеина в 4 и 6 раз. Сбор кормовых единиц с 1 га возрастал с 2000 на контроле до 7700 и более при дозах бесподстилочного навоза N500-N700.

2. Вместе с тем регулярное применение бесподстилочного навоза в сверхвысоких дозах (более N300) оказалось нецелесообразным и обусловило:

- снижение коэффициентов использования биогенных элементов растениями из удобрений;

- уменьшение рентабельности применения удобрений;

- снижение качества продукции растениеводства вследствие накопления в ней нитратов, калия, фосфора в токсичных концентрациях, дисбаланс макроэлементов, сахаропротеинового отношения, кислотных и щелочных грамм-эквивалентов.

3. В соответствии с результатами исследований экологически и экономически наиболее целесообразным является регулярное применение в агроценозах с длительным бессменным возделыванием многолетних трав (костреца безостого) бесподстилочного навоза в дозах, не превышающих N300.

УДК 631.164.25

СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЦЕНКИ, ЗЕМЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сапожников П.М.

Аннотация

Земли сельскохозяйственного назначения имеют особую природно-экологическую и геополитическую ценность, составляя важную часть стратегического ресурса и национального богатства страны. По состоянию на 1 января 2010 года их общая площадь составляет 402,3 млн га. Приблизительно половину земель (196 млн га) занимают сельскохозяйственные угодья – пашня, сенокосы, пастбища, залежь и многолетние насаждения, продуктивно используемые в сельскохозяйственном производстве. Остальная часть (207 млн га) – участки, занятые лесом, оленьими пастбищами, дорогами, постройками, водными объектами – т.е. непродуктивными землями.

В настоящее время использование сельскохозяйственных угодий происходит крайне неэффективно. Должным образом не осуществляется учет и инвентаризация земель, землеустройство и охрана угодий. Кроме того, практически во всех субъектах Российской Федерации продолжается тенденция по ухудшению состояния земель сельскохозяйственного назначения. Среди опасных негативных процессов на территории Российской Федерации интенсивно развиваются эрозия, дефляция, заболачивание, засоление, опустынивание, подтопление, зарастание сельскохозяйственных угодий кустарником и мелколесьем и другие процессы, ведущие к потере плодородия сельскохозяйственных угодий и выводу их из хозяйственного оборота. В настоящее время в Российской Федерации водной эрозии подвержено 17,8% пло-

щади сельскохозяйственных угодий, ветровой – 8,4%, переувлажненные земли занимают 12,3%, засоленные – 20,1% сельскохозяйственных угодий (Госуд. докл. о состоянии и использовании земель в РФ, 2009). Наряду с перечисленными, продолжают развиваться следующие негативные процессы:

-дальнейшее сокращение общей площади сельскохозяйственных угодий;

-уменьшение площади орошаемых и осушенных земель, ухудшение их мелиоративного состояния и хозяйственного использования;

-увеличение отрицательного баланса гумуса на пашне;

-загрязнение почв тяжелыми металлами, радионуклидами.

В результате развития указанных процессов экологическая устойчивость природных систем понижается. Для эффективного управления земельными ресурсами Российской Федерации с ее разнообразными природно-хозяйственными условиями, а также в целях разработки комплекса почвозащитных мероприятий, мероприятий по экономическому стимулированию собственников и пользователей в рациональном использовании и охране почв и земель, крайне необходимы пространственно обобщенные, регионально систематизированные данные о количественном и качественном состоянии земель сельскохозяйственного назначения.

Данную информацию возможно аккумулировать при создании единого информационного ресурса. Создание единого информационного ресурса предназначено для целей оценки, мониторинга и контроля земель сельскохозяйственного назначения.

Создание единого информационного ресурса (ЕИР) по землям сельскохозяйственного назначения является важнейшей задачей, позволяющей решать различные вопросы управления земельными ресурсами, актуальность которых неоднократно указывалась в выступлениях Президента и Премьер-министра РФ, постановлениях Правительства.

Основные задачи создания единого информационного ресурса для целей оценки, земельного контроля и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения сводятся к следующему:

1. формирование цифровой картографической основы для целей оценки земель сельскохозяйственного назначения и выделения в натуре долевой земельной собственности;

2. создание единого реестра почв в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях с оценочными характеристиками (урожайности и затрат) для цели «прозрачности» определения стоимостных показателей земель.

3. создание актуализированного паспорта плодородия земельного участка, необходимого для контроля качественного состояния земель.

I. Формирование цифровой картографической основы для целей оценки земель сельскохозяйственного назначения и выделения в натуре долевой земельной собственности.

В настоящее время для целей государственной кадастровой и рыночной оценки земель используются материалы почвенных обследований, проведенных в конце 80-х годов прошлого века. При этом при определении кадастровой стоимости земельного участка ему присваивается УПКСЗ (удельный показатель кадастровой стоимости земель) бывшего землепользования, на которое есть материалы почвенных обследований. В некоторых субъектах РФ (Московская область) земельным участкам присваивался УПКСЗ административного района. В этих случаях происходит сильное усреднение показателей, вполне вероятны судебные дела по справедливости расчета кадастровой стоимости. Например, фермер, обладающий земельным участком на склоне или в условиях переувлажнения, и фермер, обладающий земельным участком с оптимальными свойствами земель, будут иметь одинаковые значения УПКСЗ.

Наиболее правильным решением данной проблемы являлось бы проведение почвенных обследований земельных участков, поставленных на государственный кадастровый учет. Но, поскольку финансовых ресурсов на проведение такого вида работ нет, необходимо наиболее рационально использовать фактический материал, полученный при предыдущих исследованиях.

Этапы работ при формировании цифровой картографической основы необходимо выстроить следующим образом:

1. Исходной информацией для векторизации материалов, служат карты почвенных обследований М 1:10000 или 1:25000. Материалы почвенных обследований, выполненные в субъектах РФ (80-е годы прошлого века) находятся в фонде данных землеустроительной документации.

2. Для точного позиционирования используется слой «кадастровое деление» из БД ГКН.

3. После создания БД в ГИС выполняется векторизация границ почвенных контуров.

4. Результатом работ является совмещение слоя «Границы земельных участков», из БД ГКН, со слоями «Кадастровое деление» и «Границы почвенных контуров».

5. Атрибутивная информация включает параметры почвенных контуров в составе:

- код почвенного контура;
- наименование почвы, почвенного контура;
- балл бонитета почвенного контура;
- физико-химические свойства почвенного контура;
- морфометрические свойства почвенного контура.

Создание цифровой картографической основы земельных участков, поставленных на государственный кадастровый учет, позволяет определить качественное состояние земель конкретного участка. Данную информацию необходимо использовать для целей оценки, мониторинга и контроля земель сельскохозяйственного назначения.

Важнейшим этапом формирования основы для целей оценки земель сельскохозяйственного назначения является их классификация.

Классификация представляет собой агропроизводственную группировку земель по пригодности для использования в сельском хозяйстве, уровню потенциального плодородия и лимитирующим его негативным факто-

рам. Она базируется на информации о естественных признаках земель (свойства почв, климат, рельеф, естественная растительность, технологические свойства и прочее), которая содержится в материалах почвенных, геоботанических и других обследований и изысканий. Значительно расширен перечень свойств, уточняющих оценку. Оценка корректируется по доходности всех основных культур, которые могут возделываться на оцениваемом объекте, а также дополнительным затратам, связанным с поддержанием плодородия почв и применением специальных почвозащитных и /или иных технологий.

На основе этой информации изучается возможность использования земель под различные виды сельскохозяйственных угодий (пашню, многолетние насаждения, сенокосы, пастбища) и оценивается уровень плодородия земель. По пригодности выделяются четыре категории земель:

I. Пригодные для использования под любые сельскохозяйственные угодья.

II. Малопригодные под пашню и многолетние насаждения, но пригодные под естественные кормовые угодья.

III. Непригодные или малопригодные для использования в сельском хозяйстве в естественном состоянии.

1V. Уникальные, малопригодные под пашню, но по своим уникальным свойствам пригодные для выращивания некоторых видов технических культур, многолетних насаждений, ягодников (табак, чай, виноград, рис и др.).

Информация о наличии, характере и степени проявления негативных свойств дополняет качественную оценку почв. Почвы, вошедшие в состав различных классов, группируют по подклассам, каждый из которых означает специфическое негативное воздействие (эрозия, заболачивание, засоление и др.). Следует отметить, что в первом классе, к которому принадлежат самые плодородные почвы, подклассы или отсутствуют или представлены слабовыраженными негативными воздействиями. По мере снижения плодородия

почв (от первого класса к седьмому) число и степень негативных воздействий увеличивается.

Информация распределения земель по классам дает объективное представление о качестве земель России. Ее можно использовать для выявления и охраны лучших и особо ценных земель, для принятия других управленческих решений на уровне ведомств и Правительства Российской Федерации, например для конкретных объектов эффективного приложения капитала. Периодическое обновление материалов (каждые 5-10 лет) позволит следить за состоянием земельного фонда, выявлять и устранять негативные тенденции, свидетельствующие об ухудшении качества земель. Полученная информация дает возможность показать «движение» земель по классам, придавать ей мониторинговый характер.

Таким образом, классификация земель является методическим инструментом, обеспечивающим возможность эффективно решать вопросы, связанные оценкой качества сельскохозяйственных угодий, их зонированием для установления видов разрешенного использования, планированием сельскохозяйственного производства на различных уровнях управления, расчетом убытков при изъятии земель сельскохозяйственного назначения.

Оценка возможной продуктивности земель различных классов пригодности с фактическими данными по использованию земель позволяют:

- считать земли 1-3 классов основным пахотным фондом, наиболее пригодным для производства товарной продукции.

- отнести земли 4 класса к переходным (малорентабельным). Они могут выборочно использоваться для производства товарной продукции.

- отнести пахотные земли 5 класса к малопродуктивным. Целесообразно использовать их в качестве улучшенных кормовых угодий.

- при необходимости земли 4 и 5 классов могут быть отнесены к малопродуктивным. При этом необходимо решать вопрос о переводе таких земель в менее интенсивные виды угодий (например, перевод из пашни – в сенокосы или пастбища) или в другие категории земель (в соответствии с законом РФ

№ 172-ФЗ « О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую»). Предложенная концепция была реализована в рамках национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам Российской Федерации». Вокруг крупных городов были проведены работы по классификации земель, выделены малопродуктивные земли 5 класса и в соответствии с Законом о переводе земель осуществлен перевод их в земли населенных пунктов.

II. Создание реестра почв в субъектах и муниципальных образованиях РФ.

Для «прозрачности» механизма расчета стоимостных характеристик (государственной кадастровой и рыночной стоимости) земель сельскохозяйственного назначения необходимо сформировать реестр почв в субъектах и муниципальных образованиях РФ. В данный реестр будут включены почвы, расположенные в субъекте или муниципальном образовании РФ, характеристики почв, влияющие на оценку земель – содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, содержание физической глины, негативные факторы, влияющие на плодородие почв (засоленность, эродированность, уплотненность и т.д.). Также в данный реестр будут включены параметры, определяющие размер земельной ренты – нормативная урожайность и нормативные затраты.

III. Создание актуализированного паспорта плодородия земельного участка, необходимого для контроля качественного состояния земель.

Единый информационный ресурс включает в себя показатели паспорта плодородия земельного участка.

Паспорт плодородия земельного участка является документом, характеризующим уровень почвенного плодородия и его изменения в процессе хозяйственного использования земельного участка.

Паспорт плодородия земельного участка оформляется на основе результатов проведения специализированной организацией почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических обследований и

передается собственникам, землевладельцам, землепользователям и (или) арендаторам земельных участков.

В случае перехода права на земельный участок прежний собственник, землевладелец, землепользователь и (или) арендатор земельного участка передает Паспорт плодородия земельного участка новому собственнику, землевладельцу, землепользователю и (или) арендатору.

Необходимо отметить, что Паспорт плодородия законодательно утвержден в Московской области, принят в Ставропольском крае в развитии краевого закона « Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения в Ставропольском крае» в 2007 году. Характеристики качества земель в обязательном порядке учитываются в законодательстве Ростовской области и республики Дагестан.

Совершенно очевидно, что Паспорт плодородия земельного участка должен быть законодательно утвержден на федеральном уровне и финансироваться из федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ и муниципальных образований. Необходима разработка структуры (показателей) Паспорта плодородия земельного участка и в зависимости от состояния плодородия земельного участка у собственника (арендатора) должны применяться либо штрафные санкции, либо поощрительные, в виде снижения земельного налога. Должен быть разработан механизм покупки-продажи (аренды) земельного участка, по которому собственник не может продать или передать земельный участок в аренду, не представив актуализированный Паспорт плодородия земельного участка.

По сути, введение Паспорта плодородия земельного участка развивает положение Земельного Кодекса (статья 13 пункт 8) о том, что в целях повышения заинтересованности собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов в сохранении и восстановлении плодородия почв, защите земель от негативных (вредных) воздействий может осуществляться экономическое стимулирование охраны и использования земель в соответствии с бюджетным законодательством и законодательством о

налогах и сборах. В связи с этим необходима практическая реализация экономического стимулирования использования земель и применение штрафных санкций при земельном контроле в случае нерационального использования.

УДК 636.085:631.16

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ КОРМОВОГО ЛЮПИНА И СОИ ПО ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Тарахуно В.Г.

Аннотация

Показано, что наиболее целесообразным и экономически выгодным путем решения проблемы дефицита растительного белка в концентрированных кормах является увеличение использования высокобелкового зерна бобовых культур.

В современных условиях, при интенсивном развитии животноводства Республики Беларусь, ощущается острая необходимость в укреплении собственной кормовой базы данной отрасли сельскохозяйственной деятельности. Повышение уровня производства животноводческой продукции достигается множеством факторов, главным из которых является полноценное и сбалансированное кормление сельскохозяйственных животных, основу кормов для которых составляют зерновые культуры, однако в эффективном использовании кормов особое значение имеет баланс углеводов, белков и незаменимых аминокислот. Наиболее часто используемыми и эффективными белковыми и аминокислотными компонентами в настоящее время являются шроты и жмыхи сои и подсолнечника, ввозимые в нашу страну из-за рубежа.

В почвенно-климатических условиях Беларуси узколистный и желтый люпин являются культурами обладающими наиболее высоким содержанием белка в зерне, которое в зависимости от вида, сорта и условий выращивания может достигать 35-47%, что позволяет производить при их участии наиболее энергонасыщенные корма. В последнее время достижения современной, в

т.ч. и белорусской селекции позволили создавать сорта и такой инновационной для нашей страны культуры, как соя, которые обладают достаточно высокой адаптивностью к условиям Беларуси и пригодны для возделывания не только в южных областях, но практически во всех районах центральной и более северной части республики. Ее зерно содержит до 40% белка с полным набором незаменимых аминокислот и около 20-23% жира. Такая характеристика относит люпин и сою к разряду стратегических культур, тем более, что кроме кормового значения люпин и соя играют важную роль в повышении культуры земледелия и почвенного плодородия. Среди однолетних бобовых растений они обладают наиболее высокой азотфиксирующей способностью за счет чего имеют возможность аккумулировать в биомассе от 100 до 350 кг/га экологически чистого, симбиотического азота. Эффективность запашки 300-450 ц/га, при потенциальной урожайности 700-800 ц/га, зеленой массы равноценна внесению 35-45 т/га органических удобрений и по содержанию азота заменяет 5-7 ц/га аммиачной селитры.

Условия и методика

Основной целью наших исследований было определение наиболее продуктивных сортов и образцов кормового люпина и сои путем проведения их сравнительной оценки по формированию агроценоза, индивидуальной продуктивности растений и общей урожайности посевов.

Исследования проводились по 9 сортам и образцам кормового узколистного люпина польской, белорусской и российской селекции, 7 сортам и сортообразцам безалкалоидного желтого люпина и 5 сортам сои. Посевы размещались на опытном поле кафедры селекции и генетики БГСХА, размер делянок – 10 $м^2$, расположение систематическое или рендомизированное в четырехкратной повторности. Почвы опытных участков по гранулометрическому составу относятся к дерново-подзолистым, легкосуглинистым, развивающимся на лессовидных суглинках. Мощность пахотного слоя составляет 22-24 см, реакция почвенной среды имеет pH=5,8, содержание гумуса находится на уровне 1,6-1,8%, подвижных форм фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) в

пределах 180-220 мг/кг, что является вполне достаточным для выращивания люпина и сои.

Сорта и образцы кормового люпина высевались с нормой высева 1,2 миллиона всхожих семян на 1 га, а сорта сои – 0,9 млн./га. Результаты определения полевой всхожести семян указывают на достаточно высокий уровень этого показателя в среднем за три года (табл. 1).

Таблица 1. Параметры агрофитоценозов кормового люпина и сои,2009-2011гг.

№ п/п	Сорта и образцы	Высеяно семян, шт.	Полевая всхожесть, %	Выживаемость, %	Высота растений, см	На 1 растении			Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
						бобов, шт.	семян			
							шт.	г		
Желтый кормовой люпин										
1.	Академический, st	120	80,9	49,0	64,3	13,8	48,9	6,63	3,6	135,1
2.	Круглик	120	86,5	54,4	63,7	14,2	46,3	6,27	3,3	135,7
3.	Демидовский	120	86,9	49,2	60,5	14,5	46,3	6,23	3,2	133,1
4.	Припять	120	70,0	33,5	58,1	13,7	43,7	6,60	3,2	155,0
5.	Ореол 542	120	67,0	35,1	62,7	16,9	63,0	9,36	3,8	148,2
6.	Орбит (Польша)	120	67,1	34,5	70,9	16,4	61,5	8,60	3,8	142,8
7.	Пересвет	120	90,7	48,3	81,0	14,3	55,1	7,63	3,8	139,6
Узколистный кормовой люпин										
1.	Миртан, st	120	74,7	40,7	57,5	11,1	43,8	5,70	4,0	131,2
2.	Кристалл	120	76,1	55,0	55,0	7,7	26,9	4,03	3,4	148,4
3.	Снежеть	120	86,1	45,2	54,7	7,3	28,3	3,87	3,8	143,3
4.	Белозерный	120	81,7	55,8	49,0	9,2	32,5	3,93	3,5	120,3
5.	Смена	120	69,2	43,3	51,6	7,5	34,9	4,83	4,5	137,1
6.	Липень	120	58,6	42,4	45,0	11,9	48,0	6,47	4,1	136,1
7.	Жнивень	120	73,3	44,6	58,3	9,1	35,7	4,80	4,0	149,6
8.	Пралеска	120	73,3	50,7	57,2	12,1	41,5	5,10	3,9	123,5
9.	БСХА 280-50	120	83,3	57,6	60,8	10,8	37,5	5,90	3,5	156,3
Соя										
1.	Ясельда, st	90	76,3	69,4	66,7	21,1	43,5	5,66	2,1	131,6
2.	Верас	90	75,8	70,9	73,3	19,0	45,6	5,69	2,4	125,4
3.	Припять	90	76,2	68,8	63,3	17,6	38,6	4,96	2,2	128,4
4.	Рось	90	72,2	55,1	63,1	19,1	38,4	7,12	2,1	184,9
5.	Оресса	90	72,1	66,0	65,5	23,3	49,9	5,74	2,1	113,7

Полевая всхожесть сортов и образцов желтого люпина в среднем за годы исследований колебалась от 67,0% у сортообразца белорусской селекции Ореол 542 до 90,7% у российского сорта Пересвет. Минимальный уровень этого показателя по узколистному люпину был отмечен у сорта Липень – 58,6%, а наиболее высокая полевая всхожесть семян в среднем за три года была у сорта российской селекции Снежеть и составила 86,1%. Показатели количества взошедших растений по сортам сои были достаточно близкими и находились в пределах 72,1-76,3%. Наиболее низкая общая выживаемость растений была характерна для сортов и образцов желтого люпина, у которого этот показатель в среднем за годы исследований составлял 33,5-54,4%. Несколько выше количество растений сохранившихся к уборке было у узколистного люпина, по сортам которого оно колебалось от 40,7% у стандарта – сорта Миртан, до 57,6% у образца БСХА 280-50. Наиболее высокий уровень выживаемости растений был отмечен у сортов сои, где минимальный показатель по сорту Рось составил 55,1%, а максимальное количество растений к уборке наблюдалось у сорта Верас – 70,9%.

При определении высоты растений было установлено, что наиболее короткостебельным среди сортов желтого люпина оказался сорт Припять, у которого этот показатель в среднем за три года составил 58,1 см, а наиболее высокорослыми растениями отличался сорт Пересвет – 81,0 см. Минимальная высота растений у узколистного люпина была отмечена у сорта Липень и ровнялась 45,0 см, в то время как по сортообразцу БСХА 280-50 этот показатель составил 60,8 см. Растения сортов сои в меньшей степени отличались друг от друга по высоте стеблей, которая в среднем за годы исследований колебалась от 63,1 см у сорта Рось до 73,3 см у сорта Верас.

Анализ элементов структуры урожайности показал, что наименее продуктивным среди сортов желтого люпина был сорт белорусской селекции Припять, у которого в среднем за три года исследований на растении формировалось 13,7 бобов и 43,7 семян, что соответственно на 3,2 и 15,3 штук меньше, чем у сортообразца Ореол 542, который характеризовался макси-

мальным количеством бобов – 16,9 и семян – 63,0 штук с одного растения. У остальных сортов эти показатели находились в пределах 13,8-16,4 и 46,3-61,5 штук бобов и семян соответственно. Наиболее высокий уровень количества семян в бобе – 3,8 штук был отмечен у сортов Орбит польской селекции, российского сорта Пересвет и белорусского сортообразца Ореол 542, а минимальное значение этого показателя – 3,2 штук получено у сортов Демидовский и Припять, которые в свою очередь имели самые мелкие и самые крупные семена с массой 1000 штук 133,1 и 155,0 г соответственно.

Сорта узколистного люпина отличались менее продуктивными растениями, количество бобов и семян у которых колебалось в пределах 7,3-12,1 и 26,9-48,0 штук соответственно, при этом количество семян в бобе было несколько выше, чем у сортов желтого люпина и составляло 3,4-4,5 штук. По крупности семян минимальный показатель массы 1000 штук был отмечен у сорта Белозерный 120,3 г, а самыми крупносемянными были сорта Кристалл, Жнивень и БСХА 280-50 при массе 1000 семян 148,4-156,3 г. В целом наиболее высокими показателями индивидуальной продуктивности растений отличались белорусские сорта Миртан, БСХА 280-50 и Липень, у которых масса семян с одного растения составила 5,70-6,47 г, при уровне этого показателя у остальных сортов узколистного люпина 3,87-5,10 г.

При определении структуры урожайности сортов сои было установлено, что менее продуктивными растениями отличался сорт Припять, количество бобов и семян у которого составило17,6 и 38,6 штук соответственно, что на 5,7 и 11,3 штук меньше, чем у сорта Оресса. Количество семян в бобе, в зависимости от сорта, колебалось от 2,1 до 2,4 штук, при этом наиболее озерненными бобы были у сорта Верас. Комплексная оценка по всем элементам структуры урожайности показала, что более высокой индивидуальной продуктивностью обладают растения сорта Рось, на которых масса семян составляла 7,12 г, при уровне этого показателя по остальным сортам 4,96-5,74 г. Такое превосходство объясняется значительно более крупными семенами у

сорта Рось, масса 1000 которых ровнялась 184,9 г, в то время как у остальных сортов она составляла 113,7-131,6 г.

Основным критерием при проведении сравнительной оценки сортов является их урожайность по годам исследований (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность зерна сортов кормового люпина и сои, ц/га

№ п/п	Сорта и образцы	Годы				
		2009	2010	2011	Среднее	± к st, ц/га
Желтый кормовой люпин						
1.	Академический, st	33,5	21,3	47,7	34,2	–
2.	Круглик	24,8	32,0	51,8	36,2	+ 2,0
3.	Демидовский	28,1	22,5	47,8	32,8	– 1,4
4.	Припять	14,7	16,5	35,3	22,2	– 12,0
5.	Ореол 542	26,9	18,6	42,5	29,3	– 4,9
6.	Орбит (Польша)	17,8	10,8	54,7	27,8	– 6,4
7.	Пересвет	35,8	28,6	46,8	37,1	+2,9
$НСР_{05}$, ц/га		3,14	2,51	2,26		
Узколистный кормовой люпин						
1.	Миртан, st	15,4	18,2	32,5	22,0	–
2.	Кристалл	12,8	16,8	27,3	19,0	– 3,0
3.	Снежеть	12,7	19,2	23,8	18,6	– 3,4
4.	Белозерный	15,9	19,2	26,6	20,6	– 1,4
5.	Смена	11,4	20,0	37,0	22,8	+ 0,8
6.	Липень	24,2	21,5	24,6	23,4	+ 1,4
7.	Жнивень	16,3	13,6	50,2	26,7	+ 4,7
8.	Пралеска	16,4	21,7	47,5	28,5	+ 6,5
9.	БСХА 280-50	19,8	25,7	55,8	33,8	+ 11,8
$НСР_{05}$, ц/га		2,43	1,84	2,72		
Соя						
1.	Ясельда, st	28,2	21,6	43,5	31,1	–
2.	Верас	31,4	20,7	43,3	31,8	– 0,7
3.	Припять	20,9	17,2	40,9	26,3	– 4,8
4.	Рось	-	19,5	44,8	32,2	+ 1,1
5.	Оресса	-	19,7	42,8	31,3	+ 0,2
$НСР_{05}$, ц/га		3,06	2,52	2,14		

По урожайности зерна в 2009 году сорта желтого кормового люпина существенно отличались между собой. Наименьший уровень этого показателя был отмечен у сорта Припять белорусской селекции и польского сорта Орбит, у которых урожайность зерна составила 14,7 и 17,8 ц/га соответственно, что на 18,8 и 15,7 ц/га достоверно ниже стандартного сорта Академический. Семенная продуктивность остальных сортов была в пределах 24,8-28,1 ц/га и только российский сорт Пересвет обеспечил получение урожайности 35,8 ц/га, что на 2,3 ц/га превысило стандарт, однако данная прибавка не являлась математически достоверной. В 2010 году наименее продуктивным был сорт Орбит с урожайностью 10,8 ц/га, а максимальная урожайность зерна была получена по сорту Круглик – 32,0 ц/га, при этом прибавка по отношению к стандарту составила 10,7 ц/га. Также достоверное превышение урожайности зерна было отмечено у сорта Пересвет, который на 7,3 ц/га был продуктивнее сорта Академический с урожайностью зерна 21,3 ц/га. В 2011 году урожайность сортов желтого люпина была значительно выше, чем в предыдущие годы и колебалась от 35,3 ц/га у сорта Припять до 54,7 ц/га у сорта Орбит. В среднем за три года наиболее низкой урожайностью зерна характеризовался сорт Припять с величиной этого показателя 22,2 ц/га, что меньше стандарта на 12,0 ц/га, а превышение над сортом Академический показали только два сорта российской селекции Круглик и Пересвет, прибавка урожайности у которых составила 2,0 и 2,9 ц/га соответственно, при урожайности стандарта 34,2 ц/га.

По зерновой продуктивности узколистный люпин уступал желтому как по годам исследований, так и в среднем за три года. В 2009 году сбор зерна, в зависимости от сорта, колебался от 11,4 до 24,2 ц/га, при этом только по сортообразцу БСХА 280-50 и сорту Липень была получена достоверная прибавка урожайности по отношению к стандартному сорту Миртан, которая составила 4,4 и 8,8 ц/га соответственно. В 2010 году урожайность сортов Липень, Пралеска и БСХА 280-50 была на уровне 21,5-25,7 ц/га, что достоверно превысило продуктивность сорта Миртан на 3,3-7,5 ц/га. Самая высокая уро-

жайность в 2011 году была отмечена у сортов Жнивень и БСХА 280-50, которая составила 50,2 и 55,8 ц/га соответственно, что на 17,7 и 23,3 ц/га больше, чем у стандарта. Также достоверная прибавка урожайности зерна в 4,5 и 15,0 ц/га соответственно была получена по сортам Смена и Пралеска. В среднем за три года существенным превышением урожайности над стандартом на 4,7-11,8 ц/га зерна характеризовались сорта Жнивень, Пралеска и БСХА 280-50, а сорта Белозерный, Кристалл и Снежеть по этому показателю уступали сорту Миртан на 1,4-3,4 ц/га.

По результатам исследований наименее продуктивным из сортов сои оказался сорт Припять, урожайность которого во все годы была на 2,6-7,3 ц/га достоверно ниже стандартного сорта Ясельда. В 2009 году наиболее высокий сбор зерна наблюдался у сорта Верас и составлял 31,4 ц/га, что на 3,2 ц/га достоверно больше, чем у стандарта. В 2010 и 2011 годах данные по снижению или превышению урожайности изучаемых сортов по отношению к стандартному сорту Ясельда находились в пределах ошибки опыта. В среднем за три года зерновая продуктивность сортов сои была достаточно высокой и колебалась от 26,3 у сорта Припять до 32,2 ц/га у сорта Рось, при этом незначительная прибавка урожайности в 0,2-1,1 ц/га по отношению к стандарту была отмечена по сортам Оресса, Верас и Рось.

Заключение

Установлено, что наиболее продуктивными в условиях северо-восточной части Беларуси из изучаемых сортов желтого кормового люпина оказались сорта российской селекции Круглик и Пересвет, прибавка урожайности зерна у которых составила 2,0 – 2,9 ц/га по отношению к стандарту, а польский сорт Орбит уступал по этому показателю на 6,4 ц/га. Среди сортов узколистного люпина существенным превышением урожайности над стандартом на 4,7-11,8 ц/га зерна характеризовались сорта белорусской селекции Жнивень, Пралеска и сортообразец БСХА 280-50, а российские сорта Белозерный, Кристалл и Снежеть по этому показателю уступали сорту Миртан на 1,4-3,4 ц/га. По урожайности зерна сорта сои незначительно отличались меж-

ду собой и в среднем за годы исследований она находилась на уровне 26,3-32,2 ц/га.

УДК 633.34:575.224

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ПАЖИТНИКА ГРЕЧЕСКОГО (TRIGONELLA FOENUM GRAECUM L.) В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Шелюто Б.В., Нестерова И.М.

Аннотация

В условиях Республики Беларусь была изучена продуктивность сортов различной скороспелости пажатника греческого при его выращивании на кормовые цели и семена.

Пажитник греческий – одно из древнейших культурных растений рода Trigonella. Пажитник начал активно культивироваться с середины прошлого столетия. В настоящее время ареал его возделывания охватывает все континенты, в том числе и Европу.

Большая работа по изучению пажитника греческого (сенного) была проведена учеными Российской Академии Наук и сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института лекарственных растений (ВНИИЛР) [1,2,3]. В их задачу входило изучение особенностей роста и развития пажитника сенного в условиях России. Было изучено 12 образцов пажитника сенного различного географического происхождения. В большей мере изучалось лекарственное использование растения, в меньшей мере – кормовое. Результаты исследований показали, что в силу своей приспособляемости к условиям произрастания и неприхотливости, пажитник сенной с успехом может возделываться в условиях многих регионов России, как ценное кормовое растение, обеспечивающее получение до 30 т/га зеленой массы, до 2300 кг/га – семян и до 30 % – содержание в растениях сырого белка [4,5,6].

Пажитник изучался также как возможный источник растительного сырья для получения стероидных гормонов, так как семена этого растения со-

держат, в зависимости от географического происхождения, от 0,8 до 2,2 % сапогенинов, основную часть которых составляют диосгенин и ямогенин. Результаты проведенных опытов показали, что в условиях многих регионов России пажитник сенной может с успехом выращиваться в качестве источника стероидных сапогенинов для решения актуальной проблемы лекарственного растениеводства страны [7,8].

Интерес к данной культуре в мире постоянно растет, её изучают во многих странах, открывая все более новые полезные свойства этого уникального древнейшего растения.

Условия и методика

Объектом исследований были пять сортов: 1. Ovari-4; 2. Gharkamon; 3. H-26; 4. Chiadonha; 5. Ovari Gold.

Ovari – 4 и Ovari Gold. Среднеспелые сорта венгерской селекции, выведены в Западно-венгерском Университете г. Мошонмадьяровар (Венгрия). Рекомендуются для выращивания в качестве кормовых, пряноароматических и лекарственных культур. Оба сорта устойчивы к фузариозу.

Ovari – 4 – Среднеспелый сорт. Растение прямостоячее, высотой 50 – 65 см. Стебель неопушенный, сильноразветвленный. Лист сложный, с тремя листочками. Листочки зеленые, зубчатые. Масса 1000 семян 14,5 г. Вегетационный период 90-100 дней.

Ovari Gold **–** Среднеспелый сорт. Высота растения 55 – 65 см. Масса 1000 семян 15,7 г. Более устойчив, чем сорт Ovari–4 к полеганию и фузариозу. Вегетационный период 90-100 дней.

H-26 – Среднеспелый сорт сирийской селекции. Растении высотой 50 – 65 см. Семена удлиненные, желтые и коричневые. Масса 1000 семян 17,9 г. Вегетационный период 95 – 105 дней.

Chiadonha – Раннеспелый сорт испанской селекции. Рекомендуется для возделывания в пищевой промышленности как компонент пряноароматических смесей (семена), на кормовые цели (зеленая масса), и зеленое удобрение. Растение высотой 50 – 75 см. Семена овально-удлиненные, жел-

тые и коричневые. Масса 1000 семян 21,2 г. Вегетационный период 70 – 90 дней. Не полегает. Устойчив к болезням и вредителям.

Gharkamon – Позднеспелый сорт ливийской селекции. Высота растений 40 – 50 см. Вегетационный период 100 – 120 дней. Масса 1000 семян 12,6г .

Опыты проводились на опытном поле БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемым моренным суглинком с глубины 0,9 м. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы 0-20 см: pH в солевой вытяжке KCL 6,0-6,2; гидролитическая кислотность 1,04-1,06 с-моль на 1 кг почвы; степень насыщенности основаниями 93-94%; содержание гумуса (по Тюрину) 2,12%; подвижных форм P_2O_5 190-194 мг и обменного K_2O 145-168 мг на 1 кг почвы.

Расположение вариантов систематическое (последовательное) со смещением по повторностям. Учётная площадь делянок – 5 м^2. Повторность – четырехкратная. Норма высева семян 2 млн. шт. (на 100%-ную посевную всхожесть). Посев рядовой с шириной междурядий 30 см. Срок посева – III декада апреля – I декада мая.

Результаты исследований

Изучение элементов продуктивности зеленой массы растений показало, что наибольшее количество растений на 1 м^2 с учетом выживаемости всходов и сохраняемости растений при возделывании пажитника греческого на зеленую массу было получено у сорта Chiadonha – 186, наименьшее – 164 – у сорта Gharkamon, при среднем значении по изучаемым сортам – 177 шт./м^2 (табл. 1).

В период начала массового цветения растений определялась их облиственность. Сорт Chiadonha характеризовался наиболее высоким процентом облиственности растений – 44,8%, а самым низким этот показатель был у сорта Gharkamon – 35,4%.

Масса растений с 1 м^2 учетной площади составила в среднем за годы наблюдений по сортам от 1450 г/м^2 у сорта Gharkamon, до 2080 г/м^2 – у сорта

Chiadonha.

Таблица 1. Элементы продуктивности зелёной массы растений пажитника греческого в фазу начала цветения, среднее за 2006-2009 гг.

Сорт	Кол-во растений на 1 м^2, шт.	Облиственность растений, %	Масса 1 растения, г	Масса растений с 1 м^2, г
Ovari 4	177	36,8	8,8	1540
Gharkamon	164	35,4	8,9	1450
Н–26	180	41,9	10,5	1890
Chiadonha	186	44,8	11,2	2080
Ovari Gold	177	39,1	9,8	1730
Среднее по сортам (контроль)	177	39,6	9,8	1738
НСР $_{05}$	3,4–8,9	0,87–1,99	0,70–0,94	66,5–89,9

По всем элементам продуктивности пажитника греческого на зелёную массу лучшие показатели по всем годам наблюдений были отмечены у сорта Chiadonha, худшие – у сорта Gharkamon. Остальные сорта по указанным изучаемым показателям занимали промежуточное положение.

Итоговым показателем, характеризующим общую продуктивность растений, является его продукционный потенциал.

Таблица 2. Урожайность зеленой массы сортов пажитника греческого, т/га, 2006-2009 гг.

Сорта	Годы					Прибавка к контролю +, –	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее	т/га	%
Ovari 4	14,4	15,8	15,0	16,4	15,4	-2,0	-11,5
Gharkamon	13,5	14,9	14,5	15,0	14,5	-2,9	-16,7
Н–26	17,7	19,5	19,0	19,4	18,9	1,5	8,6
Chiadonha	19,4	21,4	20,4	21,8	20,8	3,4	19,5
Ovari Gold	16,5	18,2	17,0	17,5	17,3	-0,1	-0,6
Среднее по сортам (контроль)	16,3	18,0	17,2	18,0	17,4	–	–
НСР $_{05}$	1,01	1,19	1,30	0,90			

В связи с этим нами проводилась оценка сортов пажитника греческого по урожайности зеленой (табл. 2) и сухой массы (табл. 3).

Результаты исследований показали, что во все годы наблюдений урожайность зеленой массы изучаемых сортов варьировала от 13,5 т/га до 21,8

т/га, а сухой – от 2,9 до 4,2 т/га.

Более урожайным оказался сорт Chiadonha, который превысил среднее значение по изучаемым сортам по зеленой массе на 3,4 т/га (19,5%). Соответственно эта прибавка по урожайности абсолютно сухой массы составила 0,7 т/га (20,0%).

Таблица 3. Урожайность сухой массы сортов пажитника греческого, т/га, 2006-2009 гг.

Сорта	Годы					Прибавка к контролю +, –	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее	т/га	%
Ovari 4	2,9	3,2	3,0	3,3	3,1	-0,4	-11,4
Gharkamon	2,7	3,0	2,9	3,0	2,9	-0,6	-11,1
Н–26	3,6	3,9	3,8	3,9	3,8	0,3	8,6
Chiadonha	3,9	4,3	4,1	4,4	4,2	0,7	20,0
Ovari Gold	3,3	3,6	3,4	3,5	3,5	–	–
Среднее по сортам (контроль)	3,3	3,6	3,4	3,6	3,5	–	–
$НСР_{05}$	0,53	0,56	0,84	0,86			

Сорт Chiadonha отличался более стабильной урожайностью по годам исследований по сравнению с другими сортами. Наивысшая урожайность сухой массы у данного сорта была получена в 2009 г. – 4,4 т/га.

Вторым по продуктивности растений был среднеспелый сорт Н–26, урожайность сухой массы, которого также была выше среднего значения (на 0,3 т/га, или на 8,6%). Самая низкая урожайность сухой массы отмечена у сорта Gharkamon – 2,9 т/га. Низкой она была и у сорта Ovari-4 – 3,1 т/га. Урожайность сухой массы по сорту Ovari Gold находилась на одном уровне со средней по изучаемым сортам урожайностью – 3,5 т/га.

Полученные данные показывают, что изучаемые сорта пажитника греческого в почвенно-климатических условиях северо-восточной зоны Беларуси могут обеспечить при соответствующих условиях возделывания устойчивую продуктивность кормовой массы.

При учете продуктивности семян в опыте в период полного созревания семян определяли количество растений на 1 $м^2$, количество бобов на одном

растении, массу семян с одного боба, количество семян в одном бобе, массу семян с одного растения, массу семян с 1 м^2 (табл. 4).

Таблица 4. Элементы семенной продуктивности сортов пажитника греческого, среднее за 2006-2009 гг.

Сорт	Кол-во растений на 1 м^2, шт.	Кол-во бобов на 1 растении, шт.	Масса семян с 1 боба, г	Кол-во семян в бобе, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса семян с 1 м^2, г
Ovari 4	170	16	0,30	14	4,6	785
Gharkamon	157	14	0,28	12	3,8	590
H–26	177	15	0,31	14	4,7	830
Chiadonha	183	17	0,35	15	5,9	1074
Ovari Gold	172	15	0,31	13	4,7	813
Среднее по сортам	172	15	0,31	14	4,7	818
НСР $_{05}$	3,0 – 5,1	0,4 – 1,0	0,050–0,063	0,6 – 0,8	0,22–0,28	

Исследования показали, что сортовые особенности оказывают значительное влияние на семенную продуктивность пажитника греческого.

Разное количество растений, сохранившихся на единице площади, уже потенциально способствует формированию разного уровня урожая на этой площади.

Наибольшим количеством растений на 1 м^2 характеризовался раннеспелый сорт испанской селекции Chiadonha, у которого в среднем за 2006-2009 гг. оно составило 183 шт., что на 11 шт. (6,4%) было больше по сравнению со средним значением этого показателя по 5 изучаемым сортам. Наименьшим значением анализируемого показателя отмечен сорт Gharkamon – 157 растений, отличавшийся на 15 шт. (8,7%) от соответствующего среднего значения. Остальные сорта по данному показателю занимали промежуточное положение.

Наибольшим количеством бобов на 1 растении также отмечен сорт Chiadonha, у которого было 17 бобов на 1 растении. Это превышало на 2 боба (13,3%) соответствующее среднее значение по сортам.

Сорт Chiadonha характеризовался и большей массой семян с 1 боба – 0,35 г и превосходил среднее значение по 5 сортам на 0,04 г (12,9%).

Максимальное количество семян в бобе имел также сорт Chiadonha – 15, минимальное – 12 шт. – позднеспелый сорт Gharkamon. Два сорта – Ovari-4 и Н-26 имели количество семян в бобе на уровне среднего значения по изучаемым сортам за 2006-2009 гг. – 14 штук.

В среднем за четыре года исследований максимальную массу семян с 1 растения (5,9 г) и массу семян с 1 $м^2$ (1074 г) имел сорт испанской селекции Chiadonha.

Во все годы наблюдений изучаемые сорта обеспечили уровень урожайности семян от 500 кг/га – у сорта Gharkamon (2008 г.) до 1238 кг/га – у сорта Chiadonha (2009 г.)

Из всех сортов выделялся скороспелый сорт Chiadonha. Наивысшая урожайность семян у данного сорта была получена в 2009 г. – 1238 кг/га, минимальная в 2008 г. – 864 кг/га (табл. 5).

Таблица 5. Урожайность семян различных сортов пажитника греческого, 2006-2009 гг.

Сорта	Урожайность, кг/га					Прибавка к контролю +, –	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее	кг/га	%
Ovari 4	734	815	709	881	785	-33	-4,1
Gharkamon	653	555	500	651	590	-228	-27,9
Н-26	886	833	698	901	830	12	1,5
Chiadonha	1166	1028	864	1238	1074	256	31,3
Ovari Gold	829	796	788	837	813	-5	-0,7
Среднее по сортам (контроль)	854	805	712	902	818	–	–
$НСР_{05}$	15,6	19,5	19,1	25,2			

В среднем за 4 года этот сорт обеспечил урожайность 1074 кг/га семян. Это выше по сравнению со средней урожайностью по пяти изученным сортам на 256,0 кг/га (31,3%).

Для установления зависимости между элементами семенной продуктивности (количеством растений на 1 $м^2$, массой семян с 1 растения, количеством бобов на 1 растении, массой семян с 1 боба и количеством семян в 1 бобе) и урожайностью нами рассчитаны коэффициенты корреляции (табл. 6), по которой можно судить о тесноте связи между изучаемыми факторами.

Таблица 6. Коэффициенты корреляции между показателями структуры урожайности и урожайностью пажитника греческого
(среднее за 2006-2009 гг.)

Сорт	Кол-во растений на 1 м^2	Масса семян с 1 растения	Количество бобов на 1 растении	Масса семян с 1 боба	Количество семян в Бобе
Ovari 4 контроль	0,488	0,701	0,386	0,441	0,175
Gharkamon	0,521	0,837	0,340	0,522	0,265
Н-26	0,386	0,908	0,396	0,368	0,187
Chiadonha	0,495	0,950	0,370	0,594	0,284
Ovari Gold	0,552	0,768	0,425	0,449	0,182

По результатам расчета сильная корреляционная зависимость по всем сортам выявлена между массой семян с 1 растения и урожайностью семян с 1 га (коэффициенты корреляции составили 0,700-0,950).

Средняя корреляционная зависимость имела место между количеством растений на 1 м^2 (коэффициент корреляции 0,386-0,552), количеством бобов на 1 растении (коэффициент корреляции 0,340-0,425) и массой семян с 1 боба (коэффициент корреляции 0,368-0,594) и урожайностью семян с 1 га.

Между количеством семян в бобе и урожайностью семян с 1 га выявлена слабая корреляционная зависимость (коэффициент корреляции 0,175-0,284).

Таким образом, при выращивании в одинаковых условиях сортовые особенности пажитника греческого оказывают значительное влияние на его семенную продуктивность.

Выводы

1. В северо-восточном регионе Беларуси изучаемые сорта пажитника греческого различного географического происхождения проходили все этапы онтогенеза и обеспечивали в годы исследований урожайность зеленой массы 14,5-20,8 т/га, сухого вещества – 3,0-4,4 т/га и семян 590-1074 кг/га.

2. Наиболее скороспелым и высокопродуктивным из 5 изученных сортов проявил себя сорт испанской селекции Chiadonha. Продолжительность периода его вегетации от всходов до фазы укосной спелости (начало цветения) составила 23 дня, а от фазы всходов до полной спелости семян – 85 дней. Это

меньше по сравнению с самым позднеспелым сортом Gharkamon соответственно на 9 и 15 дней.

Сорт Chiadonha в среднем за 4 года исследований обеспечил урожайность зеленой массы 20,8 т/га. Это выше по сравнению со средней урожайностью по 5 сортам на 3,4 т/га, что составило 19,5%.

Указанный сорт имел наибольшую урожайность семян, составившую в среднем за 4 года 1074 кг/га, что выше по сравнению со средней по пяти сортам на 256 кг/га (31,3%).

3. Сорт пажитника греческого Chiadonha характеризовался самым высоким количеством бобов на 1 растении (17 шт.), массой семян с 1 боба (0,35 г), количеством семян в бобе (15 шт.) и массой семян с 1 растения (5,9 г). По этим показателям он превосходил средние значения по пяти сортам: по количеству бобов на 1 растении – на 2 шт. (13,3%); по массе семян с 1 боба – на 0,04 г (12,9%) и по массе семян с 1 растения – на 1,2 г (25,5%). Эти показатели обеспечили наивысшую семенную продуктивность сорта Chiadonha.

Литература

1. Камбалауи, Я.О. Влияние некоторых агротехнических приемов на урожайность и качество сырья пажитника сенного / Я.О. Камбалауи. – М.: ТСХА, 1985. – 8 с.

2. Камбалауи, Я.О. Изучение морфогенеза пажитника сенного (Trigonella foenum-graecum L.) и влияние некоторых агротехнических приемов на урожайность и качество сырья: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Я.О. Камбалауи ; ТСХА. – М., 1985. – 16 с.

3. Левандовский, Г.С. Биологические основы селекции пажитника сенного (Trigonella foenum graecum L.): автореф. дис. … канд. биол. наук / Г.С. Левандовский ; АН СССР, гл. ботанический сад. – М., 1980. – 22с.

4. Киселев, В.П. Биологические особенности и содержание сапогенинов у пажитника сенного, выращиваемого в Подмосковье / В.П. Киселев, Д.А. Волошина // Раст. ресурсы. – 1975. – Т.11, вып. №3. С. 384-386.

5. Проворов, Н.А. Изменчивость растений пажитника греческого по способности к симбиозу с клубеньковыми бактериями люцерны / Н.А. Проворов, Б.В. Симаров // Сельскохозяйственная биология. – 1986. - №6. – С. 105-107.

6. Харченко В.А. Культура пожитника и змееголовника молдавского в Подмосковье: Пряно-вкусовые растения / В.А. Харченко, Г.С. Шевченко, М.И.Грубиянова // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы : материалы Междунар. науч.-

практ. конф. Москва, 2-4 августа 2008 г. / ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. – М., 2008. – Т.1. – С. 394-398.

7. Землинский, С.Е. Лекарственные растения СССР / С.Е. Землинский. – М.: Медгиз, 1958. – 610 с.

8. Магомедова, З.С. Исследование полисахаридов семян пажитника сенного, культивируемого на Кавказских Минеральных Водах / З.С. Магомедова, Л.В. Лигай, В.А. Челомбитько // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: материалы VIII Междунар. съезда «Фитофарм 2004», Миккели, Финляндия, 21-23 июня 2004 г. – СПб.: ВВМ, 2004. – С. 286-288.

УДК 633.34:575.224

ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СОРТОВ ЧЕЧЕВИЦЫ

Минина М., Гладков Д.В.

Чечевица – важная продовольственная, разностороннего использования культура (пищевого, кормового и технического). В семенах: белка – до 36%, жира – 2%, безазотистых экстрактивных веществ (углеводы) – 60%, золы – 2,5-4,5%, клетчатки – 2,5-4,9%. Семена чечевицы применяют для приготовления белковых препаратов, колбас, консервов, некоторых сортов конфет, печенья. По содержанию белка и развариваемости семян чечевица превосходит горох, нут, чину и фасоль. Солома и полова являются хорошим кормом для скота, содержание белка в них – 10-20%, по питательности они приближаются к хорошему луговому сену (в чечевичной полове 18% белка, что больше, чем в зерне овса и ржаных отрубях).

Цель исследований заключалась в изучении влияния норм высева на элементы структуры урожая и урожайность чечевицы.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние норм высева на продолжительность фаз онтогенеза чечевицы;
- изучить влияние норм высева на элементы структуры урожая и урожайность чечевицы.

Работа проводилась путём постановки полевого опыта и наблюдений на ботаническом участке Курганской ГСХА.

Для исследований были взяты четыре сорта чечевицы: Рауза, Надежда, Донская, Аида, выведенные в Российском НИИ сорго и кукурузы и Саратовском ГАУ им. Н.И. Вавилова.

Начало и продолжительность отдельных фаз развития чечевицы зависели от сортовых особенностей и условий произрастания (погодные условия, норма высева, засоренность и т.д.).

Период вегетации чечевицы сорта Рауза (таблица 1) длился 94-98 дней, сорта Надежда – 93-99 дней, сорта Донская – 90-98 дней и сорта Аида – 90-97 дней.

Таблица 1. Результаты фенологических наблюдений

Норма высева, всх. зерен/га	Посев	Всходы		Цветение		Созревание	Уборка
		начало	полное	начало	полное		
сорт Рауза							
2 000 000	29.05	08.06	10.06	01.07	09.07	14.08	30.08
2 500 000	29.05	08.06	12.06	02.07	12.07	17.08	01.09
3 000 000	29.05	08.06	12.06	04.07	18.07	20.08	04.09
сорт Надежда							
2 000 000	29.05	09.06	12.06	02.07	08.07	12.08	29.08
2 500 000	29.05	09.06	14.06	03.07	08.07	13.08	31.08
3 000 000	29.05	09.06	14.06	05.07	11.07	16.08	05.09
сорт Донская							
2 000 000	29.05	08.06	11.06	04.07	10.07	11.08	26.08
2 500 000	29.05	08.06	11.06	04.07	11.07	14.08	31.08
3 000 000	29.05	08.06	14.06	05.07	14.07	17.08	04.09
сорт Аида							
2 000 000	29.05	08.06	13.06	04.07	11.07	11.08	26.08
2 500 000	29.05	08.06	15.06	06.07	14.07	17.08	01.09
3 000 000	29.05	08.06	15.06	06.07	18.07	21.08	03.09

В связи с низкой влагообеспеченностью и высокими температурами период посев – всходы в наших исследованиях был продолжительным и составил от 13-15 дней на сорте Рауза до 16-18 дней на сорте Аида.

Плодообразование чечевицы сочетается со временем появления первых бобов, через 12-16 дней от начала цветения. Первые бобы были отмечены 18-20 июля.

Созревание семян самая короткая фаза, протекавшая за 4-10 дней в зависимости от сорта и нормы высева.

Уборку проводили по мере созревания с 26 августа по 5 сентября.

Показатели структуры урожая характеризуют их вклад в формирование урожайности культуры (табл. 2).

Таблица 2. Влияние сортовых особенностей и норм высева на элементы структуры урожая и урожайность чечевицы

Норма высева, всх. зерен/га	Высота растений	Высота прикрепления нижнего боба	Число бобов на одном растении	Число семян в бобе	Масса 1000 семян	Урожайность
сорт Рауза						
2 000 000	30,1	18,7	14,3	1,6	65,1	11,3
2 500 000	31,5	17,9	15,0	1,3	64,3	12,6
3 000 000	34,4	20,1	12,9	1,3	61,8	10,7
сорт Надежда						
2 000 000	42,8	16,4	11,8	1,6	62,6	9,9
2 500 000	42,3	16,8	12,2	1,4	62,4	10,1
3 000 000	49,6	17,2	15,1	1,1	60,3	10,0
сорт Донская						
2 000 000	32,1	18,9	13,4	1,6	63,0	9,1
2 500 000	32,4	19,0	14,7	1,5	62,1	10,4
3 000 000	36,3	20,4	12,9	1,5	61,5	9,9
сорт Аида						
2 000 000	44,6	14,7	13,9	1,7	62,9	13,4
2 500 000	45,4	14,1	14,4	1,6	63,1	14,5
3 000 000	50,3	16,5	16,5	1,3	57,4	14,0

Максимальное количество бобов на одном растении чечевицы отмечено: у сортов Рауза и Донская в вариантах с нормой высева 2,5 миллиона всхожих зерен на гектар и составило 15 и 14,7 штук, у сортов Надежда и Аида с нормой высева 3 миллиона всхожих зерен на гектар и составило 15,1 и 16,5 штук.

Наибольшая масса 1000 семян чечевицы отмечена у сорта Рауза с нормой высева 2 миллиона всхожих зерен на гектар и равна 65,1 г.

Максимальная урожайность чечевицы отмечена в вариантах с рекомендованной нормой высева и составила по сортам 1,26; 10,1; 10,4; 14,5 т/га соответственно.

УДК 635.655:581.132

ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СОРТОВ ЧИНЫ

Гладков Д.В., Соловьева Л. П.

Чина возделывается как кормовая, продовольственная и техническая культура. Она богаче гороха белком, но несколько уступает ему по разваривамости и вкусовым качествам. На кормовые цели используют семена, зеленую массу и сено. Семена могут служить сырьем для получения растительного казеина, используемого при производстве фанеры, тканей, пластмасс. Хозяйственное значение чины обусловлено ее высокими засухоустойчивостью и солевыносливостью, урожайностью и слабым поражением гороховой зерновкой и болезнями.

Для исследований были взяты два сорта – Рачейка и Мраморная (Российский НИПТИ сорго и кукурузы, Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова). Оба сорта имеют содержание белка в зерне до 31%, у сорта Рачейка белые семена с хорошими кулинарными качествами.

Цель исследований: выявить влияние сортовых особенностей и норм высева (0,5; 1 и 1,5 млн всхожих семян) на фазы роста и развития чины посевной.

Начало и продолжительность отдельных фаз развития чины зависели от условий произрастания (погодные условия, норма высева, засоренность и т.д.).

Период вегетации чины сорта Мраморная длился 85-95 дней, сорта Рачейка – 88-95 дней (табл. 1).

Нами отмечено, что для набухания и прорастания семян чины требовалось большое количество влаги, и температура воздуха – +15+18°С. Через 2-3 дня после набухания начал развиваться корешок, затем появлялись корневые волоски. Одновременно с этим нами отмечался рост семядольного колена, которое пробивало почву и выносило на поверхность две семядоли. Через 2-3 дня после появления семядолей наблюдалось раскрывание настоящих листочков. Фаза всходов наступала через 11 дней после посева.

Таблица 1. Фенологические наблюдения за фазами роста и развития чины

Норма высева, всх. зерен/га	Посев	Всходы		Цветение		Созревание	Уборка
		начало	полное	начало	полное		
сорт Мраморная							
500 000	28.05	08.06	12.06	04.07	08.07	17.08	21.08
1 000 000	28.05	08.06	13.06	06.07	11.07	20.08	27.08
1 500 000	28.05	08.06	13.06	09.07	13.07	23.08	01.09
сорт Рачейка							
500 000	28.05	08.06	13.06	05.07	08.07	19.08	24.08
1 000 000	28.05	08.06	14.06	05.07	10.07	20.08	01.09
1 500 000	28.05	08.06	16.06	10.07	15.07	21.08	01.09

При проведении фенологических наблюдений нами не выявлено действие сортовых особенностей и норм высева чины на сроки наступления фазы всходов – 8 июня. Снижение нормы высева на 50% от рекомендованной сокращало продолжительность данного периода на 1день. При увеличении нормы высева нами отмечен рост анализируемого показателя на 1день.

В связи с низкой влагообеспеченностью и высокими температурами в период посев – всходы в наших исследованиях были продолжительным и составили для сорта Мраморная – 15-16 дней, сорта Рачейка – 16-19 дней.

В начальный период чина росла и развивалась медленно. За первые 20-25 дней после всходов растение достигало высоты 13-17 см. первый настоящий лист формировался на 4-5 день после появления всходов. Последующие листья появлялись через 3-5 дней в зависимости от сорта и нормы высева. С наступления фазы ветвления нами отмечался интенсивный рост стебля (до начала цветения), затем рост и листообразование практически прекращались. В загущенных посевах нами отмечена более продолжительная фаза ветвления (на 3-6 дней).

Продолжительность фазы бутонизации составила 11-17 дней, фазы цветения – 9-14 дней. Снижение нормы высева на 50% от рекомендованной сокращало продолжительность данного периода на 6 дней, а при увеличении – удлинялся на 5дней.

Плодообразование чины наступило через 12-16 дней от начала цветения. Первые бобы были отмечены 16-26 июля. В этот период прекращался рост вегетативной массы и начиналось отмирание нижних листьев.

Созревание семян самая короткая фаза, протекавшая за 4-10 дней в зависимости от сорта и нормы высева. Начальная спелость характеризовалась пожелтением бобов и началом опадения нижних листьев; полное созревание характеризовалось эластичностью оболочки и отделением семян от стенок бобов.

Показатели структуры урожая характеризуют их вклад в формирование урожайности культуры и даны в таблице 2.

Таблица 2. Влияние сортовых особенностей и норм высева на элементы структуры урожая и урожайность чины посевной

Норма высева, всх. зерен/га	Высота растений	Высота прикрепления нижнего боба	Число бобов на одном растении	Число семян в бобе	Масса 1000 семян	Урожайность
сорт Мраморная						
500 000	38,7	12,2	12,3	1,7	160,1	9,3
1 000 000	40,1	13,7	11,7	1,6	171,2	10,3
1 500 000	46,4	15,3	9,9	1,2	164,5	9,8

сорт Рачейка						
500 000	30,5	11,6	13,2	1,4	154,2	8,6
1 000 000	32,6	12,1	13,1	1,4	158,9	11,1
1 500 000	43,1	17,0	10,5	1,0	157,3	9,8

Максимальное количество бобов на одном растении чины посевной отмечено в варианте со сниженной до 500 тысяч нормой высева и составило по сортам 12,3 и 13,2 штук.

Наибольшая масса 1000 семян чины отмечена в варианте с рекомендованной нормой высева (1 миллион всхожих зерен на гектар) и равна 1771,2 и 158,9 г. Максимальная урожайность чины отмечена в вариантах с рекомендованной нормой высева и составила по сортам 1,03 и 1,11 т/га.

УДК 551.583 (571.1)

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Пономаренко Н.В., Вышегуров С.Х.

Изменение погодных условий, климата повсеместно стали носить глобальный характер, что не может не влиять на урожайность сельскохозяйственных культур [1,2]. По данным Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной метеорологии Росгидромета, на европейской территории России ожидается падение урожайности на 7% для кормовых культур и на 17% для зерновых [3]. В этой связи актуально рассмотреть фактические изменения погодных ресурсов, наблюдаемые в Западной Сибири на примере Новосибирской области. Отметим, что климат Новосибирской области континентальный, с резкими контрастами температур, значительно суровее климата районов Европейского и Американского континентов, находящихся в той же географической широте и долготе. Особенности климата обусловливаются расположением Новосибирской области в средних широтах в глубине континента, на стыке разнородных природных областей: Западной и Восточной Сибири, Казахстана и Средней Азии. Территория расположена в зоне взаимодействия различных воздушных масс: влажных и сухих, холодных и теплых и связанных с ними циклонических и антициклонических систем. С севера территория области доступна воздействию арктических масс воздуха с его сухостью и низкими температурами. Открытость с юга способствует выносу прогретого континентального умеренного и даже тропического воздуха.

Новосибирская область подвержена большой изменчивости атмосферного давления, температуры, влажности воздуха и других метеорологических элементов, как в суточном, так и в годовом ходе. Поэтому для Сибири, как для территории с резко континентальным

климатом, проблема изменения погодных условий является весьма актуальной.

При исследовании тенденций изменения погодных условий на основе анализа данных среднемесячной температуры воздуха по сезонам года и высоте снега, осадкам выбраны периоды 1991-1996 гг., 2002-2007 гг. и временной отрезок 2008-2011 гг. Метеоданные анализировались по трем ГМС Новосибирской области (НСО) «Северное», «Карасук», «Огурцово». Обработка метеорологических данных проводилась на основе статистического метода сравнительного анализа с учетом специфических особенностей климатических характеристик и природно-географических характеристик данной местности [4]. Норма температуры и осадков рассчитывалась как динамически изменяющаяся модель за последние 10 лет [5]. Подробно анализировался 2010г. и 2011г. определялось их место в многолетнем ряду наблюдений. Кроме того, для определения трендов изменения температуры, осадков по сезонам за весь период наблюдений в Западной Сибири использовались архивные данные ГУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ» [6].

Анализируя, вегетационный период 2011 г. и определяя его место в многолетнем ряду наблюдений, необходимо остановиться на предшествующих сезонах, выявить их особенности и степень влияния на вегетационный период данного года.

Рассмотрим зимний период 2010-2011 гг. Особо выделим осенний месяц октябрь, когда среднемесячная температура в Новосибирской области составила от 0 до плюс 3°С, что около и выше нормы на 1-5°С. За последние 20 лет такая аномально теплая погода в данном периоде наблюдалась только дважды: в 2006 и 2008 гг. В этот ряд встаёт и октябрь 2011 г., превышения температуры в среднем по трем пунктам НСО составили +4,7°С. Далее ноябрь 2010 г., начало зимы (отметим, что в НСО зима – пять месяцев: ноябрь-март). Ноябрь в целом также аномально тёплый, температура в среднем превышала норму на 5,1°С. В 2011 г. ноябрь также отличается

тёплой первой декадой (+2,5 выше нормы), затем температура в среднем около нормы.

В декабре 2010 г отклонения среднемесячной температуры от нормы составили около –5,1°С, т.е. декабрь отличался очень холодной температурой (в 2009 г. декабрь тоже холоднее нормы на 4,1°С).

За последние 20 лет аномально холодная погода в данном периоде отмечалась в 1997, 2001, 2002, 2009 гг. Вместе с тем, местами по востоку области (Новосибирск, Колывань, Ордынское, Искитим и др.) такая низкая температура отмечалась впервые за последние 20 лет. Особенно заметным похолодание является на фоне очень тёплого ноября + 5,1°С, т.е. нарастает «нервозность» климата. По результатам исследований, самой теплой в Новосибирской области была зима 2008 г. -11,9°С, самой холодной зима 2009-2010 гг. до – -17,1°С. Важно подчеркнуть, что во все рассматриваемые периоды наблюдается увеличение осадков в зимний период (на 30-40% больше нормы). Особо отличается пятилетие 2002-2007 гг. – на 60% больше нормы, - четыре последние зимы сумма осадков превысила норму на 20-30%, т.е. прослеживается тенденция к уменьшению осадков зимой. Найдём место температуры самых холодных месяцев зимы 2010-2011 гг. (декабрь-январь) в многолетнем ряду наблюдений за погодой по ГМС «Огурцово» (ранее «Бугры») (рис.1).

Из рисунка 1 и таблицы 1, 2010 и 2011 гг. входят в число холодных зим и приближаются к рекордно низким температурам. Отметим, что январь 2010 г. один из самых холодных январей за всю историю инструментальных наблюдений по ГМС «Огурцово» (ранее «Бугры»). Общая характеристика зимы 2010-2011 гг. представлена в таблице 1. В начале зимы зафиксирован максимум осадков. Снегопады конца ноября-начала декабря поставили в Новосибирской области рекорд последних 50 лет для этого временного отрезка. Аномальность 2010 г. проявлялась во все сезоны.

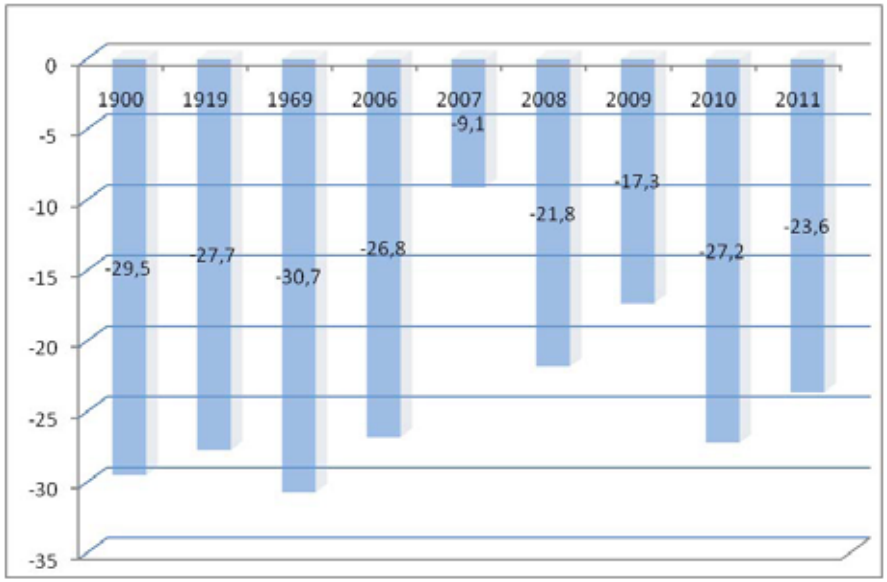


Рис.1. Температуры самых холодных зим (декабрь-январь) 1900, 1919 и 1969 гг. в сравнении с 2006-2011гг. (ГМС «Огурцово»)

Таблица 1. Метеоданные по пятилетиям (1991-1997, 2002-2007 и 2008-2011гг.)

ЗИМА	СЕВЕРНОЕ		КАРАСУК		ОГУРЦОВО	
	СУММА ОСАДКОВ, ММ	% ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОРМЫ	СРЕД. СУММА ОСАДКОВ, ММ	% ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОРМЫ	СРЕД. СУММА ОСАДКОВ, ММ	% ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОРМЫ
1991-1997	125	129	67	120	118	127
2002-2007	128	123	98	145	158	151
2008	98	94	77	113	131	124
2009	100	99	74	109	127	121
2010	107	103	70	103	124	118
2011	123	118	81	119	155	148
	ТЕМПЕРАТУРА °,	ОТКЛ. ОТ НОРМЫ	ТЕМПЕРАТУРА	ОТКЛ. ОТ НОРМЫ	ТЕМПЕРАТУРА	ОТКЛ. ОТ НОРМЫ
1991-1996	-13,3	+2	-12,5	+2,1	-11,6	+2,8
2002-2007	-13,1 (+2,2) НОРМА15,3	+2,2	-11,9 (НОРМА -14,6)	+2,7	-11,9 (+2,5) НОРМА -14,4	+2,5
2008	-13,2	+2,1	-11,4	+3,2	-11,1	+3,1
2009	-12,5	+2,8	-12,3	+2,3	-12,3	+2,1
2010	-17,7	-2,4	-16,3	-1,7	-17,2	-2,8

Отметим, что зима 2010-2011 гг. была самой теплой в районе ГМС «Огурцово». Здесь возможно сказывается влияние г. Новосибирска, в черте

которого находится данная метеостанция. Тем не менее, несмотря на то, что из пяти зимних месяцев только в декабре и январе температура была много ниже нормы, в среднем по области данная зима является достаточно холодной, занимая второе место (после зимы 2009-2010 гг.) с 1991 г.

Анализ весны (апрель-май) позволяет сделать вывод об увеличении температуры в данный сезон, и только 2010 г. холоднее всех предыдущих весенних периодов на 0,4–2,0˚С (табл. 2). Но, похолодание в этом году, пока не изменяет общий тренд температуры весной в Новосибирской области [4] (рис.2).

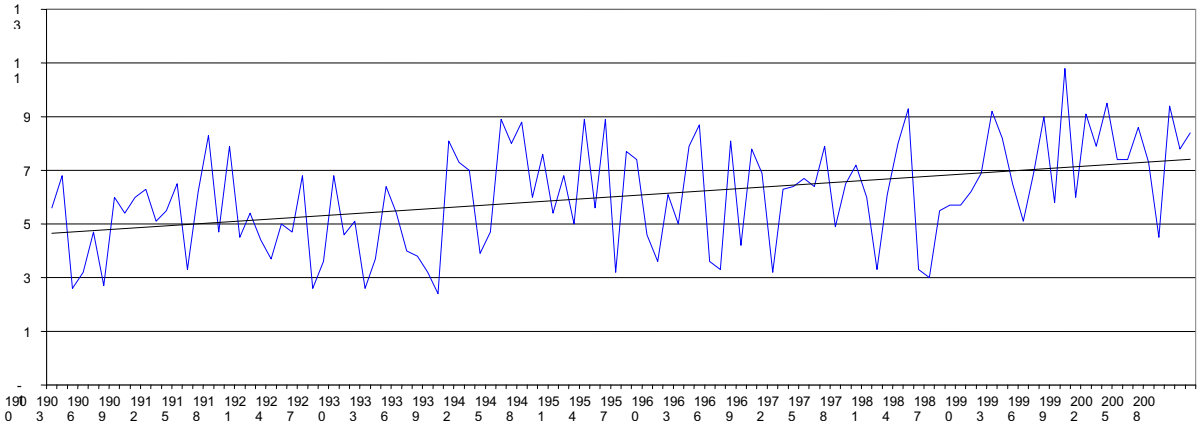


Рис.2. Линейный тренд температуры воздуха весной

Особенно выделяется апрель 2011 г., в среднем – +5,5°С , самый теплый апрель из последних четырёх лет. Май соответственно: 10,6 , +1,2 °С ; 11,5, +1,0 °С ; 13,0, +0,7 °С (в среднем +1°С). Сумма эффективных (выше плюс 5 °С) температур к концу декады составила 150 – 225 °С, в Кулунде до 270 °С, что в среднем по области превышает норму на 85 °С.

Таблица 2. Температура весны (апрель, май)

1991-1996гг.	2002-2007гг.	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.
+0,6	+2,4	+2,0	+1,6	-1,1	+3,1

Далее рассмотрим летний период 2011 г. В июне температура воздуха была выше нормы в среднем +1,3°С. Осадки меньше нормы и составили 45мм и 82% от нормы. Огурцово – 30 и 65; Карасук – 37 и 97%. Июль (ГМС Северное – 15,4, -2,9°С; Огурцово – 17,1°С, -2,2; Карасук –19°С; -1,6), оказался холодным, температура ниже нормы на 2,23°С. За последние 20 лет

такая же или даже более холодная погода отмечалась лишь в соответствующем периоде 2004 г. Осадки июля: ГМС Северное – 140 мм 209% от нормы, Огурцово – 44 и 72%, Карасук – 39 и 68%. В августе в среднем температура была ниже нормы на 0,4°С. Осадки августа: Северное 89 мм и 146% от нормы; Огурцово 50 мм 74%; Карасук 25 и 61%. Из представленного рисунка 3 видно, что уверенное потепление летнего периода закончилось в 2009 г. (до –1,5°С для Карасука), в настоящее время наступает период стабилизации, т.е. приближение температуры к норме. Как следствие, если до 2009 г. в Новосибирской области рост сумм активных температур за сезон составлял 100-250˚С, то, в 2009-2011гг. сумма колебалась около нормы – 2000˚С.

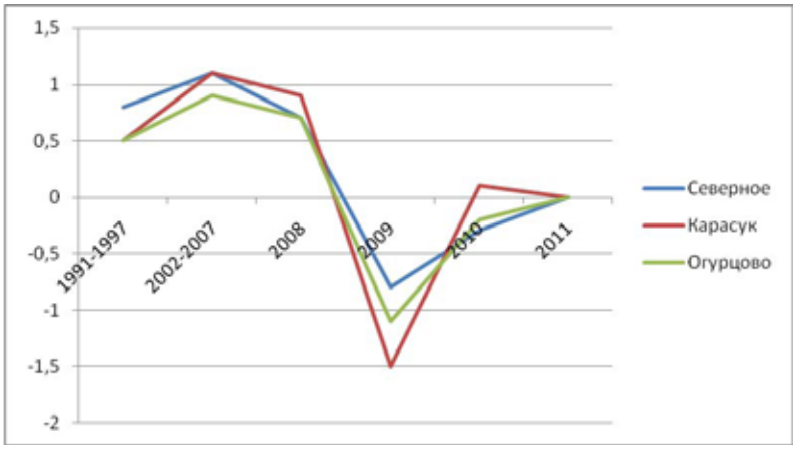


Рис. 3. Отклонения температуры воздуха летом (июнь, июль, август) от нормы

Посмотрим, как выглядит по осадкам лето 2011 г. в сравнении с другими анализируемыми периодами наблюдений (рис.4). Преобладает выпадение осадков по северу области, которое превышает норму, за три последние года, в среднем на 40%, как в Огурцово, так и в Карасуке присутствует тенденция к снижению осадков за летний период в среднем на 30%.

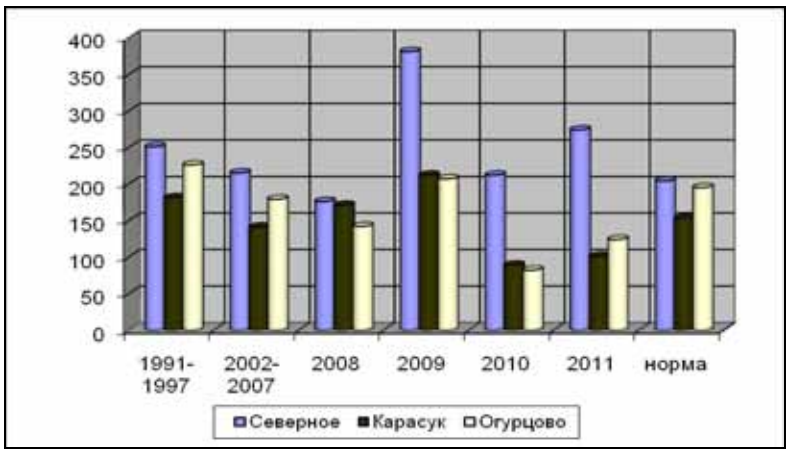
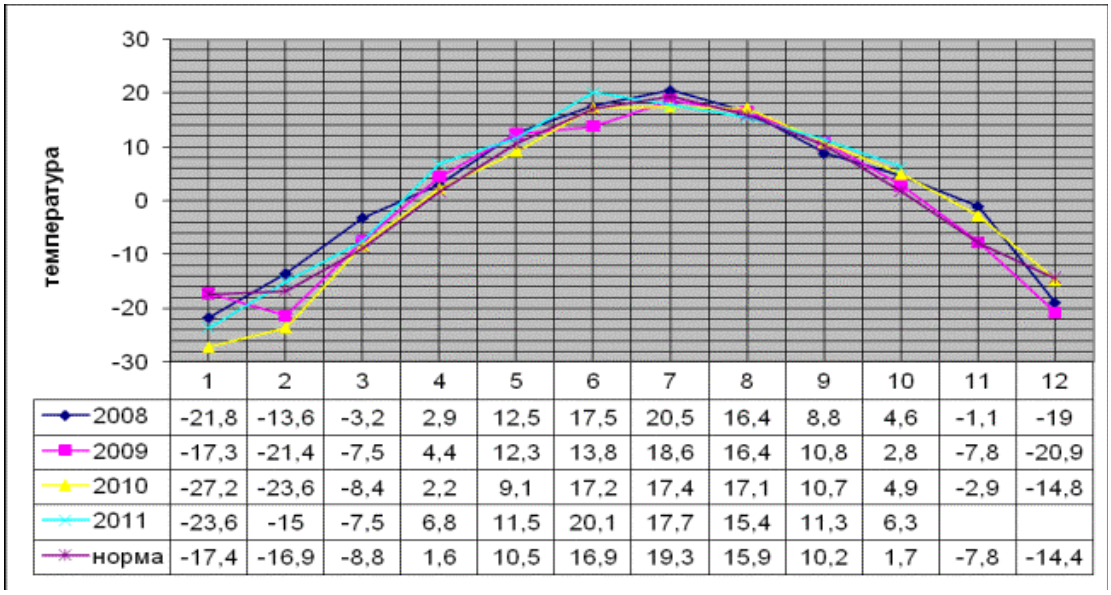


Рис. 4. Осадки за летний период (июнь, июль, август).

При анализе осени (табл.3) (сентябрь, октябрь) (в среднем по трём пунктам), опять выделяется 2011г. – максимальной температурой 9,0˚С и минимальным количеством осадков 16 мм (которые составляют 35% от нормы), т.е. можно выделить тренд температуры осенью в сторону увеличения.

Таблица 3. Температура осени (сентябрь, октябрь)

1991-1996гг.	2002-2007гг.	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.
+6,0	+7,4	+6,6	+6,9	+7,5	+9,0



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2008	-21,8	-13,6	-3,2	2,9	12,5	17,5	20,5	16,4	8,8	4,6	-1,1	-19
2009	-17,3	-21,4	-7,5	4,4	12,3	13,8	18,6	16,4	10,8	2,8	-7,8	-20,9
2010	-27,2	-23,6	-8,4	2,2	9,1	17,2	17,4	17,1	10,7	4,9	-2,9	-14,8
2011	-23,6	-15	-7,5	6,8	11,5	20,1	17,7	15,4	11,3	6,3		
норма	-17,4	-16,9	-8,8	1,6	10,5	16,9	19,3	15,9	10,2	1,7	-7,8	-14,4

Рис.5. Температура воздуха по ГМС «Огурцово» в сравнении с нормой в 2008-2011 гг.

Общее распределение температуры в 2011г. (без ноября и декабря) в сравнении с 2008-2010 гг. представлены на рисунке 5. Особенно резко выделяется здесь низкая температура января 2010г. Температура 2011г. держится около нормы, выделяются апрель (+5,2°С) и июнь +3,2°С.

Выводы

Нарушены многолетние тенденции к увеличению температуры воздуха в Западной Сибири. Если темпы роста температуры в пятилетие 1991-1996гг. составляли +0,9ºС в год, в 2002-2007гг. уже + 1,7ºС (летом +1˚С), при этом, по всем сезонам, кроме зимы, сумма осадков уменьшалась, весной на 9%, летом – на 4, осенью – на 11%, в 2009г. летом стало холоднее на 0,8 – 1,5˚С, количество осадков увеличилось: летом выпало в среднем на 50% больше нормы. 2010г. холоднее на 0,3ºС, 2011 г. – около нормы. Особенностью летних периодов 2010-2011 гг. является уменьшение осадков на 30-40% (кроме севера Новосибирской области, здесь прирост 40-50%). Возрастает температура осенних и весенних сезонов (отклонения температуры до + 5 ºС).

Таким, образом, в последние три года в Новосибирской области явное изменение температуры в сторону понижения или стабилизации, что происходит на фоне глобального увеличения температуры в среднем на Земном шаре [1,7]. При данных тенденциях аномальность погоды, катаклизмы погоды, её нервозность будут только возрастать, наша цель во время приспособиться к этим изменениям и предложить адаптивные мероприятия для сельскохозяйственного производства. Например, расширить набор возделываемых культур, больше использовать проверенные районированные сорта, отличающиеся стабильностью, использовать все агротехнические мероприятия, направленные на сохранение влаги в почве, особенно в зимний период. А главное, уменьшить свой, «экологический след», т.е. сократить влияние человека на окружающую среду, сохранив тем самым её ресурсы.

Литература

1. Изменение климата в России [Электронный ресурс]. – Режим оступа: www.2bz.ru/clima, свободный.
2. Пути выхода из климатического кризиса. Окружающая среда. Климат. Энергия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.magazin-deutschland.de, свободный.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2009 г. [Электронный ресурс] / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – Режим доступа: www.meteorf.ru, свободный.
4. Костюков В.В., Старостина Т.В.,Черникова М.И. Агроклиматические ресурсы и динамика урожайности ранних яровых зерновых культур Западной Сибири: моногр. ИПФ ООО «Агрос»/ Т.В. Старостина, М.И. Черникова. – Новосибирск, 2009. – 185 с.
5. Завалишин Н.Н. О норме метеоэлементов, климате и методах их оценки /Н.Н.Завалишин// Тр.СибНИГМИ. – 2000. – Вып.103. – С. 11-17.
6. Сайт ГУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ» [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.meteo-nso.ru, свободный.
7. Ранькова Э. Климат России: Потепление продолжается /Э. Ранькова // Наука и жизнь. – 2008. – №11. – С.56-61.

УДК 631.41:635.65

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ

Зыкова О. Б., Сажина С.В.

Повышение урожайности сои основано на использовании факторов интенсификации технологии ее возделывания, учитывающих экологическое разнообразие районов соесеяния и направленных на наиболее полное использование биоклиматического материала и удовлетворение биологических потребностей сортов этой культуры [2].

Важный резерв обеспечения высоких, устойчивых урожаев сои и повышения качества семян – эффективная борьба с сорняками. Соя очень чувствительна к присутствию в посевах сорняков, при своевременном их уничтожении урожайность культуры снижается на 20-50%. Сорняки конкурируют с растениями сои в использовании питательных веществ, влаги и света, затрудняют уборку, ухудшают качество продукции [1].

Сою размещают в полевых севооборотах на незасоренных полях с хорошим основным запасом влаги в почве – после озимых и яровых хлебов, после кукурузы на силос и зеленый корм (если под нее не вносить гербициды симазин, атразин или пропазин), а также после однолетних и многолетних трав. Предшественники, сильно иссушающие почву (подсолнечник, свекла, зерновая кукуруза, сорго, суданская трава и др.), не подходят (без орошения) для влаголюбивой сои. Не следует размещать ее после или вблизи зернобобовых культур и бобовых трав, у которых с соей много общих вредителей и болезней. На прежнее поле соя может возвращаться не ранее, чем через 2-3 года [3].

Характерной особенностью сои является способность растений к автотрофному азотному питанию посредством симбиоза с клубеньковыми азотофиксирующими бактериями – ризобиями. Она может на 50-75% потребности в азоте восполнять биологическим путем, сохраняя запасы минеральных форм его в почве, но для нормального функционирования симбиотрофного процесса необходимо инокулирование семян ризобиями посредством применения бактериального удобрения – нитрогина, соевых штаммов, ризобий.

Если от нитрогинизации семян прибавки урожая сои составляют 0,2-0,5т/га, то от инкрустирования 0,3-0,8 т/га. При этом возрастает и содержание белка в семенах на 1,5-3,5 %. При производственном испытании этого приема в пяти хозяйствах разных зон Краснодарского края средняя прибавка урожая семян сои составила 34%, а сбор белка 47%.

После колосовых предшественников применяют систему полупаровой – ранняя вспашка с 1-2-я осенними культивациями почвы, улучшенной – два предпахотных лущения и поздняя вспашка или обычной зяблевой обработки – лущение стерни и вспашку на глубину до 25см.

Весной, при наступлении физической спелости почвы, ее боронуют в 1-2 следа поперек или под углом к направлению вспашки.

На полупаровых полях, ухоженных с осени и чистых от сорняков, после ранневесеннего боронования проводят лишь предпосевную культива-

цию почвы. На полях же невыравненных, засоренных особенно при холодной дождливой весне до посева сои проводят две культивации, первую на глубину 6-8 см и предпосевную на 3-5см.

Под предпосевную культивацию вносят почвенные гербициды: трефлан, 24% к.э. – 3л/га; нитран, 30% к.э. – 3,5-5,0л/га; харнес, 90% к.э. – 2-3л/га; фронтьер, 90% к.э. 1,1-1,7 л/га; дуал, 96% к.э. – 1,6-2,6 л/га; команд, 48% к.э. - 2,0-2,5 л/га или скептер, 15% в.к. – 1,0-1,5 л/га препарата на 300-400 л/га воды [1].

Оптимальный срок посева сортов сои северного экотипа совпадает с устойчивым прогреванием посевного слоя почвы до 8-10°С. Косвенный показатель наступления оптимального срока сева - массовые всходы овсюга, редьки дикой, горчицы полевой, мари белой, горца вьюнкового и др.

Обычно сою высевают широкорядно с междурядьями 45 см свекловичной сеялкой ССТ-12В с приспособлением СТЯ-31000. Возможен посев сои с междурядьями 60 или 70 см овощной (СО-4,2, СКОН-4,2) или кукурузной (СУПН-8А, СКПП-12, СПЧ-6М и др. сеялками).

Глубина посева семян сои 3-4см. Норма высева семян сои зависит от скороспелости сорта, способа посева и условий вегетации. Оптимальные нормы высева семян для скороспелых, ранне-и среднеспелых сортов сои при обычном рядовом посеве (млн шт/га) – 0,8-0,9; 0,7-0,75 и 0,6-0,65, а при широкорядном (45см) – 0,7-0,75; 0,6-0,65 и 0,5-0,55. Расход семян сои на посев колеблется от 70 до 120кг/га.

Уход за посевами сои предусматривает систему мер, обеспечивающих: дружное появление всходов, лучшее развитие растений, защиту их от вредных воздействий. В зависимости от условий года, засоренности поля и возможностей хозяйства система ухода может включить разный набор агроприемов:

- на широкорядных посевах без гербицидов – 1-2 довсходовых боронования, 1-2 боронования, 1-2 боронования по всходам и 2-3 культивации междурядий;

- при большой засоренности необходимо сочетать механические обработки, такие как боронование, междурядные обработки и химические;

- на поле чистом от сорняков, при обычном рядовом посеве, возможно, обойтись лишь боронованием до и после всходов, однако обычно приходится сочетать их с применением до всходов почвенных и по всходам вспомогательных гербицидов.

Одновременно с посевом или сразу после него сухую, особенно легкую почву, нужно прикатать кольчато-шпоровыми катками, что улучшит контакт семян с почвой, подтянет капиллярную влагу к ним, ускорит появление всходов сои и сорняков выровняет поверхность почвы.

Довсходовое боронование проводят поперек рядков легким или средними боронами со скоростью 5-6 км/ч через 3-4 дня после сева, при массовом появлении нитевидных сорных проростков. Глубина боронования должна быть 2-3 см, мельче глубины посева семян, особенно если семядоли на 6-7-й день после посева приблизились к поверхности почвы. В затяжную холодную весну возможно два довсходовых боронования [3].

Всходы боронуют в фазу первого тройчатого листа при высоте растения 10-12 см поперек рядков посева со скоростью 4-5км/ч в солнечную погоду после полудня, когда растения сои менее ломки, а проростки сорняков хорошо уничтожаются. Количество поврежденных растений сои при боронировании до и после всходов должно быть не более 5-9%, а число погибших сорняков около 65-70%.

На посевах с междурядьем 45см, выполненных свекловичной сеялкой, проводят 2-3 междурядные обработки фрезерным культиватором КФ-5,4 или УСМК-5,4 – с плоскорежущими лапами на глубину 5-6 см, оставляя защитную зону 8-10см. Последний раз междурядья обрабатывают перед смыканием рядков. Количество поврежденных растений при каждой обработке не должно превышать 3%. Междурядья 60 и 70 см обрабатывают культиваторами КРН-4,2, КРН-5,6 [2,3].

Признаки созревания сои – пожелтение и опадение листьев, побурение стеблей и бобов. Семена должны приобрести свойственную сорту окраску, затвердеть. Сою почти повсеместно убирают однофазным способом зерноуборочными комбайнами в фазе полной спелости, когда с растений опадают листья, бобы побуреют, а влажность семян составит 13-16%. При встряхивании такие растения «гремят». Созревшие бобы еще не растрескиваются, поэтому подсыхание семян происходит лучше на корню, чем в валках.

В условиях дороговизны минеральных азотных удобрений повышается роль зернобобовых, и в частности сои как фиксаторах атмосферного азота, в научно обоснованной системе севооборотов. Благодаря способностям культуры фиксировать азот с воздуха, намного сокращается потребность в приобретении и внесении азотных минеральных удобрений, обеспечивает получение экологически чистой продукции.

Литература

1. Барахин Ф., Кадар А. Химические средства борьбы с сорняками. Пер. с венгерского Н.Ф. Куренного. – М.: Агропромиздат, 1986. -237с.

2. Кузин В.Ф. Основные направления научного обеспечения соеводства на Дальнем Востоке. /Приемы регулирования продуктивности сои: Сб. научных статей – Новосибирск: ВАСХНИИЛ. Сиб. Отд-ние. 1987. – 180с.

3. Лытов М.Н. Технология возделывания сои на орошаемых землях юга России. / М.Н. Лытов //Вопросы мелиорации. 2003. – №12. – С.75-79.

4. BiblioFond.ru›view.aspx?id=13292

УДК 631.67:635.25.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУКА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Перекрестов Н.В.

Возделывание овощных культур в Волгоградской области предполагает широкое использование орошения, внесения минеральных удобрений, использование высокопродуктивных гибридов, средств защиты растений, новой сельскохозяйственной техники и систем комплексной механизации технологических процессов в целом. Применение энергосберегающих способов

полива на посевах лука позволяет экономить оросительную воду до 25-30 % ,получать урожай лука до 100 т/га, при рентабельности 356,2 %.

Капельное орошение – способ полива, при котором вода по системе полиэтиленовых трубопроводов подается в корневую зону растений. Главной особенностью капельного орошения является подача воды непосредственно к каждому растению, в соответствии с его потребностью в воде. Благодаря этому расход воды и энергии при капельном орошении в 2…5 раз меньше, чем при традиционных способах полива, так же в 3…4 раза снижаются нормы внесения минеральных удобрений, которые подаются вместе с водой непосредственно в корневую зону каждого растения. Капельное орошение – экономически обоснованный и экологически безопасный способ полива [1].

Принципиально по-новому происходит внесение удобрений. Рацион удобрений рассчитывается соответственно сезонным потребностям растений. Удобрения, подаются в растворенном виде вместе с водой. Таким образом, подкармливаются не сорняки в междурядьях, а выращиваемые культуры. Во время полива посредством капельного орошения вода не попадает на листья овощей, следовательно, растения меньше подвергаются болезнями. Поскольку воды подается меньше, допускается использование воды с большей минерализацией, чем при дождевании. С помощью капельного орошения можно регулировать pH почвы, бороться с вредителями. Пользователи систем капельного орошения выигрывают в сроках созревания продукции, т.е. имеют «фору» в конкуренции при выходе на рынок ранних овощей.

Капельное орошение, способ полива, при котором вода небольшими порциями подается равномерно к корням растения на протяжении всего вегетационного периода и ирригационная влага поступает только к растениям, а не расходует на междурядья. Благодаря этому система капельного орошения является более эффективной, чем другие системы орошения.

Система капельного орошения состоит из: головного водозаборного узла (насосной станции), фильтростанции, регулирующего узла для поддер-

жания постоянного давления в оросительной сети, магистрального трубопровода, распределительного рукава, поливной трубки с капельницами – трубки капельного орошения. Основные преимущества капельного орошения: вода поступает в корнеобитаемый слой почвы. При этом обеспечивается равномерность полива, поддерживается влажность корнеобитаемого слоя почвы, предотвращается появление на ней корки, снижается расход поливной воды и уменьшается ее потери на испарение с поверхности почвы. [2].

Полив лука в крестьянском хозяйстве «Булатова» производится двумя видами поливных систем — это полив дождеванием (ДДА-100 МА) и капельным орошением.

На капельном орошении выращивали гибриды лука Дайтона и Манас, а при дождевании традиционный сорт Халцедон.

В опыте решались следующие задачи:

- обосновать рациональные системы удобрения для сорта Халцедон и гибридов Дайтона F_1, Манас F_1, выращиваемых при оптимальном водном режиме светло-каштановой почвы (80% НВ), для получения планируемых урожаев высококачественной товарной продукции 40, 80, 100 т/га;

- определить экономическую эффективность применения изучаемых доз NPK под планируемые товарной продукции лука при орошении.

Методика и условия

Норма высева 800-1000 тыс./сем. Глубина посева 2-3 см. Минеральные удобрения вносили в следующих дозах:

– осенью под основную обработку вносили «Азофоску» марки Б в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д.в.;

– весной и летом вносили подкормки «Аммиачной селитрой» в дозе N_{30} (3 подкормки, всего N_{90} кг/га д.в.) Полевые опыты проводились по зональным методикам выращивания овощных культур.

Почвенный покров представлен светло-каштановой среднемощной тяжелосуглинистой почвой. Среднее содержание гумуса в слое 0-025 см – 2,2%.

Результаты исследований

Режим увлажнения почвы при выращивании репчатого лука необходимо дифференцировать по периодам вегетации (70-80% НВ). Высокоэффективен дифференцированный по 3 межфазным периодам вегетации (вегетативный рост, рост продуктивных органов, созревание – 80, 80, 70% НВ) режим орошения. Число поливов за вегетацию составляет 9-14 с межполивным интервалом в 6-8 дней, оросительная норма 3,8-5,5 тыс. $м^3$/га. Норма полива в первый период вегетации 200-300, во второй и третий – 300-450 $м^3$/га.

В наших исследованиях наибольшая урожайность лука 102,8 т/га, была получена при поддержании порога предполивной влажности почвы не ниже 80% НВ в слое 0-03 см в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой $N_{120}P_{30}K_{30}$ кг д.в./га (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность лука т/га, 2009-2011 гг.

N п/п	Сорт, гибрид	Урожайность, т/га		
		2009 г.	2010г.	2011 г.
1	Халцедон	45,6	40,2	48,3
2	Дайтона F_1	94,5	71,7	82,4
3	Манас F_1	100,4	75,1	102,8

$НСР_{05}$ =0,14 т/га.

По полученным данным видно, что самая высокая урожайность у гибрида лука была в 2009г. 100,4 т/га и в 2011г. 102,8 т/га Манас. Самые низкие урожаи были в острозасушливом 2010 году. Урожайность сорта Халцедон вдвое меньше, это дает нам основание судить о том, на сколько экономически продуктивнее гибриды, чем сорт.

Максимальный уровень рентабельности составил 356,2 при внесении удобрений, на контроле уровень рентабельности снижается до 266,9%.

Заключение

При использовании зональных технологий для возделывания репчатого лука с целью получения на орошаемых светло-каштановых почвах Светлояр-

ского района Волгоградской области урожайности репчатого лука 102,8 т/га и уровня рентабельности 356,2%, рекомендуется внесение удобрений дозой $N_{120}P_{30}K_{30}$ кг/га д.в.; высевать высоко продуктивный гибрид Манас F_1.

Литература

1. Перекрестов Н.В. Выращивание лука при орошении в КХ «Казаченко С.В.» / Н.В. Перекрестов, Р.Ю.Страхов // Мат. III Межд. научн.-практ. конф. «Новые идеи и решения» / Нива. Волгоград, 2009. – С. 233-236.

2. Перекрестов, Н.В. Выращивание лука при орошении в КХ «Казаченко С.В.» / Н.В. Перекрестов, Р. Ю. Страхов // Мат. Всерос. научн.-практ. конф. / Рязань, 2009. – С. 82-84

УДК 635.25:631.45

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ БАКЛАЖАНА В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Ахмедов А.Д.

Одной из важнейших проблем сельского хозяйства является повышение урожайности и качества получаемой продукции. Следовательно, возделывание овощных культур, и в частности баклажана, на орошаемых землях Волго-Донского междуречья имеет особое значение.

Орошаемый участок, на котором непосредственно проводились исследования, расположен в Городищенском районе Волгоградской области. На данном участке в течение 2006-2008 гг. возделывался баклажан сорта «Универсал 6», который выведен Волгоградской опытной станцией ВИР. Агротехника возделывания была общепринятой для данной зоны.

Содержание гумуса невысокое. В слое 0-40см в среднем оно составляет 1,90-2,07%. Почвы опытного участка не засолены, pH = 7,0-8,3.

Исследования проводились в двухфакторном полевом опыте.

Первый фактор включает в себя водный режим почвы (А). Было запланировано 3 варианта с предполивной влажностью: 80-80; 80-70 и 70-60% НВ. Предполивную влажность дифференцировали по двум периодам роста: пер-

вый – от посадки до плодообразования, второй – от плодообразования до полной спелости.

Вторым изучаемым фактором (В) был уровень минерального питания баклажана. Дозы минеральных удобрений рассчитывали на планируемый урожай 30, 40, 50 т/га с учетом нормативных выносов элементов питания с урожаем. В соответствии с этим схема опытов по дозам внесения минеральных удобрений выглядела следующим образом: $N_{50}P_{35}K_{35}$ (30 т/га); $N_{90}P_{40}K_{45}$ (40 т/га); $N_{130}P_{45}K_{55}$ (50 т/га). Вегетационные поливы осуществлялись дождевальной машиной «Кубань - ЛК».

Динамика влажности почвы и поливной режим баклажана в годы исследований имели свои особенности, которые определялись изменением водопотребления растений при формировании планируемых уровней урожайности.

Суммарное водопотребление баклажана при дождевании возрастает с улучшением влагообеспеченности растений за счет интенсификации поливного режима и в разные по погодным условиям годы в наших исследованиях изменялось в пределах 5266-5995 $м^3$/га.

Снижение уровня влагообеспеченности за счет уменьшения предполивной влажности почвы до 80-70 и 70-60% НВ сопровождалось снижением величины суммарного водопотребления. В результате при поддержании режима орошения на уровне не ниже 70- 60% НВ отмечен самый низкий из рассматриваемых вариантов общий расход влаги растениями 5427 $м^3$/га.

Во всех вариантах основной приходной статьей водного баланса орошаемого участка баклажана являлась оросительная норма. Потребление поливной воды по вариантам опыта за годы исследований изменялось в пределах 54,4-5,4% от общего расхода воды.

Наиболее эффективно влага использовалась при режиме орошения 80-80% НВ, коэффициент водопотребления в зависимости от дозы удобрений составлял 111,4-158,2 $м^3$/т. Наибольший расход влаги на формирование единицы товарной продукции наблюдался при поддержании предполивной влажности почвы на

уровне 70-60% НВ. В среднем за три года исследований коэффициент водопотребления изменялся в пределах 149,5-194,5 $м^3$/т (табл. 1).

Таблица 1. Величина коэффициента водопотребления и затрат оросительной воды для получения планируемых урожаев баклажанов в среднем за 2006-2008 гг.

Урожайность, т/га		Предполивная влажность почвы, % НВ	Дозы минеральных удобрений под планируемую урожайность		Коэффициент водопотребления, $м^3$/т	Затраты оросительной воды, $м^3$/т
планируемая	фактическая		т/га	кг д.в./га		
30	27,9	70 – 60	30	$N_{50}P_{35}K_{35}$	194,5	128,7
	32,8	70 – 60	40	$N_{90}P_{40}K_{45}$	165,5	109,5
	31,5	80 – 70	30	$N_{50}P_{35}K_{35}$	178,7	120,9
40	36,3	70 – 60	50	$N_{130}P_{45}K_{55}$	149,5	98,9
	42,0	80 – 70	40	$N_{90}P_{40}K_{45}$	133,1	90,6
	43,6	80 – 70	50	$N_{130}P_{45}K_{55}$	128,3	87,3
	38,2	80 – 80	30	$N_{50}P_{35}K_{35}$	153,8	110,9
50	48,7	80 – 80	40	$N_{90}P_{40}K_{45}$	120,6	87,0
	51,6	80 – 80	50	$N_{130}P_{45}K_{55}$	113,9	82,1

Повышение предполивного порога до 80-70% НВ улучшало условия увлажнения, повышало урожайность и, как следствие, снижало коэффициент водопотребления до 128,3-178,7 $м^3$/т или на 20,6-24,5%.

Так, наиболее эффективно влага и оросительная вода использовались при режиме орошения почвы 80-80% НВ и внесении минеральных удобрений в дозе $N_{130}P_{45}K_{55}$. На этом варианте коэффициент водопотребления в среднем за годы исследований составил 113,9, а затраты оросительной воды – 82,1 $м^3$/т.

Проведенные нами исследования показали, что водный режим почвы оказывает позитивное воздействие на баклажаны при поливе дождеванием (табл. 2). Так, поддержание режима орошения 70-60% НВ способствовало получению в среднем 27,9-36,3 т/га товарной продукции. Повышение влажности до 80-70% НВ стимулировало получение прибавки урожая 7,3-9,2 т/га, или на 20,1-28,0%.

Наиболее высокая в нашем опыте продуктивность баклажанов 51,6 т/га достигается при повышении интенсивности поливного режима почвы до уровня 80-80% НВ и с применением доз удобрений $N_{130}P_{45}K_{55}$ на весь период исследования.

Таблица 2. Динамика продуктивности баклажанов в зависимости от водного и пищевого режима почвы

Дозы удобрений, кг д.в./га	Предполивная влажность почвы, % НВ	Годы исследований				Прибавка урожая от повышения влагообеспеченности	
		2006	2007	2008	среднее	т/га	%
$N_{50}P_{35}K_{35}$	70 – 60	28,6	27,2	27,8	27,9	–	–
	80 – 70	32,3	30,8	31,1	31,5	8,6	34,5
	80 – 80	39,1	37,6	37,9	38,2	10,3	36,9
$N_{90}P_{40}K_{45}$	70 – 60	34,6	31,7	32,1	32,8	–	–
	80 – 70	42,9	41,2	41,9	42,0	9,2	28,0
	80 – 80	49,4	47,9	48,8	48,7	15,9	48,5
$N_{130}P_{45}K_{55}$	70 – 60	37,9	34,8	36,2	36,3	–	–
	80 – 70	44,9	43,3	42,6	43,6	7,3	20,1
	80 – 80	54,7	51,4	48,7	51,6	15,3	42,1

Установлено, что применение дифференцированных режимов орошения и различных доз удобрений с использованием ДМ «Кубань-ЛК» обеспечивает получение урожая плодов баклажана на уровне 30-50 т/га. Экономический эффект от дождевания, обеспечивающего поддержание влажности почвы 80-80% НВ, составил 293,5 тыс. руб. При этом рентабельность составила 246%; прибыль с 1 т проданной продукции – 5,69 тыс. руб./га; срок окупаемости вложенных средств – 0,58-1,24 года.

УДК 631.45:635.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВЫХ СОРТОВ ТЫКВЫ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Гончаров А.В.

Основными кормовыми культурами в нашей стране являются многолетние и однолетние травы (для получения пастбищных и зелёных летних кормов, зелёной массы на сено, сенаж, силос, травяную муку), силосные

культуры (кукуруза, подсолнечник и др.), кормовые корнеплоды (свёкла, турнепс, брюква, морковь), бахчевые культуры (тыква, кабачок, арбуз).

Несмотря на то, что бахчевые культуры (в том числе тыква) по данным Министерства сельского хозяйства РФ ежегодно занимают лишь 140-150тыс га (площадь под зернофуражными и кормовыми культурами в 2005г. – 6,2 млн га), валовой сбор плодов составляет 600-650 тыс т, урожайность – 42-44 т/га, являются перспективными кормовыми культурами. Около 40% посевных площадей под бахчей сосредоточено в сельскохозяйственных предприятиях, 30% в крестьянских и фермерских хозяйствах, 30% в ЛПХ.

Самым главным критерием для использования плодов тыквы на корм животным является масса плода. К кормовым сортам тыквы относятся сорта, имеющие массу плодов – 5-7 кг и более.

Тыква выращивается практически во всех странах мира и насчитывает более тысячи сортов. Сортимент тыквы для Центрального региона невелик. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ (2011 г.) внесено 58 сортов тыквы, в том числе для Московской области 7 – тыквы твердокорой, 14 – тыквы крупноплодной и 2 сорта тыквы мускатной.

Однако слабо изучены особенности ее выращивания, селекция и семеноводство, переработка и использование в условиях Московской области, что является актуальным и своевременным направлением для данного региона РФ [1,2].

Целью наших исследований было изучение особенности формирования урожая и качество новых сортообразцов тыквы кормового назначения в условиях открытого грунта Московской области.

В задачи исследований входило: изучить прохождение основных фенологических фаз роста и развития растений; провести биометрические наблюдения растений; оценить урожайность и ее качество; изучить семенную продуктивность и особенности строения семян; выделить сортообразцы с продолжительным периодом хранения плодов.

Исследования проводились в 2008-2010 гг. в условиях открытого грунта на полевом участке ФГБОУ ВПО РГАЗУ Московской области. Объектами исследований служили 5 сортообразцов тыквы твердокорой, 3 – тыквы мускатной, 6 – тыквы крупноплодной, полученные из различных селекционно-семеноводческих компаний, организаций, НИИ (ВНИИР им. Н.И. Вавилова, ССФ «Гавриш», ССФ «Аэлита», УНЦ «Овощная опытная станция им. В.И. Эдельштейна РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева), а также селекционные образцы академика РАСХН Г.И. Тараканова. В качестве контрольного сорта, с которым сравнивали другие сорта, использовали сорт Мозолеевская 49.

Исследования включали проведение фенологических и биометрических наблюдений; учет урожая; биохимические анализы (содержание сахаров, каротина, растворимых сухих веществ), продолжительность периода хранения плодов. Наблюдения, учеты и анализы проводились по методике ВНИИР им. Н.И. Вавилова (1976), Б.А. Доспехова (1985), В.Ф. Белика (1992), Широкова (1985). Полученные данные обрабатывались программой STRAZ.

Агротехника возделывания сортообразцов тыквы была общепринятой и включала в себя: выращивание рассады, полив, подкормка, окучивание растений, уборку плодов. Растения высаживались в открытый грунт 9-11 июня по схеме 1,4×1,4 м, уборка плодов проводилась 7-11 сентября (по мере их созревания).

Результаты фенологических наблюдений показали, что сроки цветения мужских и женских цветков, созревание плодов у большинства изучаемых сортообразцов тыквы наступают раньше в жаркие годы (2010 г.).Различия в габитусе растений, темпах и типах роста, проявлении пола реализуется в урожайности и семенной продуктивности. В годы с большим выпадением осадков и теплым июлем-августом (2008 г.) урожайность сортообразцов увеличивается по сравнению с засушливыми годами (2010 г.).

В среднем за годы проведения исследований наибольшая урожайность отмечается у сортообразцов: Стофунтовая (45,9 т/га), Атлант (40,8), Крупно-

плодная 1 (35,7), Рекорд (34,2), Волжская серая 92 (33,2), Марсельеза (30,6), Прикорневая 1 (30,1 т/га).

В условиях жаркого 2010г. в плодах содержалось значительно больше β-каротина (мг%) и сахаров (%), чем в дождливый 2008г., особенно высокие показатели получены у сортообразцов: Витаминная (16,2 мг% и 9,5%), Волжская серая 92 (15,7 и 11,0), Прикорневая (11,4 и 8,5), Атлант (7,9 и 7,4), Рекорд (11,7 мг% и 8,9%).

Селекция по созданию кормовых сортов тыквы должна быть направлена не только на высокую урожайность плодов, но на толщину мякоти в них. Исходя из этого, при проведении исследований были выделены сортообразцы с толщиной мякоти 3,5-5,0 см: Бирючекутская 27, Витаминная, Мозолеевская 49, Стофунтовая, Прикорневая, Волжская серая 92.

Заключение

Большинство сортов тыквы, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию и районированные в Московской области, имеют плоды небольшого размера (3-5 кг), а сортимент кормовых сортов тыквы ограничен, поэтому его необходимо пополнять выведением в Московской области сорта тыквы Стофунтовая, Атлант, Крупноплодная 1, Рекорд, Волжская серая 92, Марсельеза, Прикорневая 1, Витаминная, образец № 2006.

Литература

1. Быковский Ю.А. Проблемы развития бахчеводства в России // Картофель и овощи, 2004. - № 3. – С. 25-26.

2. Гончаров А.В. Культура тыквы в России // Вестник овощевода, 2010. - № 4. – С. 10-14.

3. Андрианов П., Иоффе О., Павлова И. Книга рекордов Гиннесса- М.: АСТ, 2009. – 288 с.

4. Иванов М. Ф. Гибридизация и акклиматизация животных // Труды научно-исследовательского института гибридизации и акклиматизации животных, 1940. – Т. 3. – С. 121-129.

5. Волкопялов Б. П. Свиноводство. – Л.: Сельхозиздат, 1968. – 484 с.

УДК:631.582.55

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ НА ОТДЕЛЬНЫХ ПОЛЯХ ХЛОПКОВЫХ СЕВООБОРОТОВ В СТАРООРОШАЕМОЙ ЗОНЕ КАЗАХСКОЙ ЧАСТИ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Аширбеков М. Ж.

Орошаемая территория Голодной степи характеризуется значительным разнообразием по почвенно-мелиоративным и другим условиям,что требует дифференцированного применения севооборотов и технологии возделывания культур хлопкового комплекса. На преобладающей части орошаемой территории данной зоны развиты почвы гидроморфного ряда, преимущественно сероземно-луговые, слабо- и среднезасоленные.

В связи с этим содержание в них гумуса незначительно (не более 1,3-2,2%), азота – от 0,06 до 0,008%. Подвижные формы фосфора колеблются от 10,2 до 33,1 мг/кг и калия – от 180 до 325 мг/кг почвы. Характерной особенностью светлых сероземов являются высокое содержание карбонатов (в верхних горизонтах до 6-7%, а к низу – до 10-11%), насыщенность основания, слабощелочная реакция почвенного раствора, относительно низкая величина емкости поглощения (9-11 мг-экв.). В механическом составе доминируют крупнопылеватые средние суглинки, обладающие исключительно высокой степенью микроструктурности [1].

Изучение агрофизических свойств почвы по схемам хлопковых севооборотов 3:7 (3 года люцерна : 7 лет хлопчатник) проводилось в 1995-2004 гг. в многолетнем комплексном стационарном опыте на сероземно-луговых почвах староорошаемой зоны Казахской части Голодной степи (Казахский НИИ хлопководства МСХ РК).

Под хлопчатник были внесены различные дозы минеральных удобрений в звисимости от года распашки трёхлетней люцерны.

Органические удобрения (навоз) в норме 40т/га вносили под 4-й год возделывания хлопчатника после распашки люцерны.

Глубина залегания среднеминерализованных (4-5г/л) грунтовых вод – 2,5-3,5м. Почвы опытного участка по гранулометрическому составу – среднесуглинистые.

Целью исследований является оценка влияния предшественников в разных севооборотах и внесения органических удобрений на агрофизические свойства почвы на отдельных полях хлопковых севооборотов и разработка путей улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель хлопкосеяния юга Казахстана.

Влияние агрофона на плотность сложения и общую скважность распространяется в основном на пахотный и подпахотный слои почвы. В нижележащих слоях указанные свойства почвы почти не изменяются.

Плотность твердой фазы почвы была наименьшей в пахотном слое, что обусловлено более высоким содержанием гумуса. В нижележащих горизонтах она увеличивается.

Результаты определений общей скважности почв показали, что серозем-но-луговые почвы Голодной степи характеризуются высокой скважностью. Ее изменения зависят от содержания гумуса гранулометрического, макро-и микроагрегатного состава почвы (табл. 1).

На плотность твердой фазы и скважность почвы на отдельных полях севооборота воздействие полива и обработки проявляется в уплотнении не только пахотного, но и подпахотного горизонта. Из этих данных вытекает, что самая верхняя часть подпахотного слоя, известная под названием «плужной подошвы», уплотняется в большей степени, чем пахотный и нижняя часть подпахотного горизонта.

К концу вегетационного периода происходит уплотнение почвы в пахотном и подпахотном горизонтах на всех полях севооборота, а степень уп-

лотнения растет по мере удаления поля от года распашки люцерны.

При культуре люцерны под влиянием поливов также происходит уплотнение верхних горизонтов почвы, но отсутствует или слабо выражен уплотненный подпахотный слой.

Участки, выходящие из-под люцерны, характеризуются отсутствием или слабой выраженностью уплотненного подпахотного горизонта, что указывает на то, что в результате воздействия на почву корневой системы люцерны, подпахотный слой может разрыхляться.

Внесение навоза (40 т/га) под четвертый год возделывания хлопчатника после распашки пласта люцерны снижает плотность почвы и увеличивает скважность почвы по сравнению с третьим годом хлопчатника. Положительное действие навоза проявляется особенно отчетливо в первый и второй годы возделывания хлопчатника после ее внесения в почву.

Таблица 1. Плотность почвы и её твердая фаза, общая пористость на отдельных полях севооборота в конце вегетационного периода

Глубина почвы, см	Варианты опыта схема 3:7																				
	Люцерна 3-го года произрастания			Хлопчатник после распашки люцерны									Хлопчатник 4-й год + навоз			Хлопчатник 2-й год + навоз			Хлопчатник 3-й год + навоз		
				1-й год			2-й год			3-й год											
	Плотность, г/см^3	Плотность твердой фазы, г/см^3	Общая пористость, %	Плотность, г/см^3	Плотность твердой фазы, г/см^3	Общая пористость, %	Плотность, г/см^3	Плотность твердой фазы, г/см^3	Общая пористость, %	Плотность, г/см^3	Плотность твердой фазы, г/см^3	Общая пористость, %	Плотность, г/см^3	Плотность твердой фазы, г/см^3	Общая пористость, %	Плотность, г/см^3	Плотность твердой фазы, г/см^3	Общая пористость, %	Плотность, г/см^3	Плотность твердой фазы, г/см^3	Общая пористость, %
0-5	1,40	2,61	46,36	1,38	2,63	47,53	1,41	2,64	46,60	1,43	2,64	45,84	1,40	2,64	49,96	1,42	2,65	46,42	1,45	2,66	45,48
5-10	1,56	2,60	40,00	1,46	2,63	46,28	1,48	2,65	44,16	1,54	2,66	42,19	1,48	2,65	44,15	1,50	2,66	43,60	1,52	2,96	43,50
15-20	1,62	2,63	38,40	1,54	2,65	41,89	1,57	2,65	40,76	1,58	2,65	40,38	1,56	2,66	41,35	1,59	2,63	39,54	1,56	2,68	41,80
25-30	1,60	2,64	32,40	1,56	2,66	41,36	1,68	2,67	37,08	1,73	2,67	35,21	1,56	2,61	40,22	1,62	2,65	38,86	1,68	2,68	37,32
35-40	1,40	2,65	47,16	1,48	2,67	44,52	1,49	2,67	44,20	1,58	2,67	40,83	1,42	2,63	46,00	1,48	2,68	44,78	1,58	2,70	41,48
45-50	1,35	2,68	49,62	1,42	2,67	46,82	1,36	2,67	49,03	1,33	2,67	50,19	1,44	2,67	46,06	1,37	2,68	48,88	1,35	2,72	50,36
0-30	1,54	2,62	41,04	1,48	2,64	44,26	1,54	2,65	42,15	1,57	2,66	40,90	1,50	2,64	43,17	1,53	2,64	42,10	1,55	2,68	42,02
30-50	1,38	2,66	48,40	1,45	2,67	45,67	1,42	2,67	46,62	1,46	2,67	45,51	1,43	2,65	46,03	1,42	2,68	46,83	1,63	2,71	45,92
0-50	1,46	2,64	44,72	1,46	2,66	44,96	1,48	2,66	44,38	1,52	2,66	43,20	1,46	2,64	44,60	1,48	2,66	44,46	1,59	2,70	43,96

Научное издание

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Материалы Международной научно-практической конференции

Ответственные за выпуск **Н.С. Матюк, И.Н. Алпатова**

Издается в авторской редакции

Корректура авторов