4.1.9
Л-88

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А. О. ЛЫМАРЬ

·аграрна наука·

41.3
Л-88

А. О. Лымарь

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ



Киев • Аграрна наука • 1997

УДК 633 63+31+31; 631; 587; 477:551.506

Работу прорецензировали к изданию академик УААН, доктор экономических наук, профессор П.П. Борщевский, доктор с.-х. наук, профессор В.С. Снеговой

Излагаются основные принципы экологизации системы орошаемого земледелия, конструирования севооборотов, указаны пути рационального использования агроклиматических ресурсов региона, создания экологического равновесия в агроландшафте.

Освещается влаго-энергосберегающие технологии выращивания с.-х. культур с использованием высокопродуктивных сортов и гибридов, показана роль отдельных агротехнических приемов в сохранении и повышении плодородия почвы, даны параметры технологических процессов при программировании урожаев отдельных культур и севооборотов в целом.

В работе приводятся результаты многолетних исследований, влияние гидрометеорологических факторов, почвенного плодородия и агротехники на фотосинтетическую продуктивность сельскохозяйственных культур орошаемых севооборотов.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, агрономов, мелиораторов, агрометеорологов, экологов, селекционеров, преподавателей, аспирантов, студентов сельскохозяйственных вузов.

3901040000-31
Л——————
97

© А.О. Лымарь, 1997

ISBN 996-540-150-5

ВВЕДЕНИЕ

Современное земледелие — это наука об агроэкосистемах и происходящих в них процессах энерго- и массообмена, а также — о приемах их направленного экологически безопасного регулирования с целью получения в конкретных условиях оптимального количества растительной продукции (А. П. Щербаков и В. М. Волошин, 1981; 1991; А. П. Щербаков и Е. Е. Кислых, 1989). Главной задачей земледелия было и является создание необходимых условнй для устойчивого ведения сельского хозяйства на основе интенсивного использования земли и повышения ее плодородия. В условиях юга Украины мощным средством интенсификации являются орошаемые земли, площадь которых составляет здесь более 1,5 млн га, или 70 % орошаемого фонда Украины. Однако уровень использования орошаемых земель не отвечает современным требованиям.

Недостаточно продуманные технические и технологические решения, при строительстве и эксплуатации оросительных систем явились причиной снижения плодородия земель (заболачивания, засоления и пр.) и недополучения проектной урожайности сельскохозяйственных культур. В этих условиях весьма актуальной является разработка систем ведения сельского хозяйства для различных природно-экономических зон и их внедрение в сельскохозяйственное производство. При этом надо исходить из того, что под системой земледелия подразумевается научно обоснованный комплекс антропогенных воздействий на почву, растение и окружающую атмосферу, обеспечивающих интенсификацию земледелия. Последняя обеспечивает высокую эффективность использования земельных угодий, структуры посевных площадей, сортосмены, внедрения комплексной механизации и передовой агротехники, ирригационного строительства, систем удобрений. К этому ряду относятся и борьба с водной, ветровой эрозией, природоохранные мероприятия.

В целом система земледелия определяет режим функционирования агроэкосистемы, ее устойчивость, стабильность и продуктивность. Орошение оптимизирует условия функционирования агроэкосистем, улучшает экологическую ситуацию в регионе, активизирует жизненные процессы в биоценозе, позволяя максимально использовать природные ресурсы (солнечную радиацию, тепло и др.) при минимальном расходе невосполнимой энергии.

При интенсивном способе ведения хозяйства увеличение производства сельскохозяйственной продукции, достигается за счет дополнительных вложений на единицу земельной площади. При этом важно, чтобы приращивание выхода продукции было достигнуто при меньших затратах труда и энергоресурсов. Значительное увеличение объема капитальных вложений связанное с материально-техническим обеспечением сельского хозяйства дает возможность существенно повысить интенсивность земледелия за счет его основных факторов — химизации, мелиорации и механизации.

Однако этот триединый принцип развития отрасли при недооценке экологического, природного фактора стал одной из причин неблагополучия в ней в 80-е годы и в начале 90-х годов. Как результат, постепенно начал сказываться техногенный, природоразрушающий тип развития АПК со всеми далеко идущими из этого последствиями.

Одно, чуть ли не главное из них — перманентное снижение естественного плодородия почв. За последние 25—30 лет содержание гумуса в почвах Украины уменьшилось на 10 %. Это равносильно недобору 10 ц зерна с гектара, (С. Бобылев, 1991). Поскольку потери органического вещества восполняются крайне недостаточно, сохранение такой опасной тенденции, по оценкам специалистов, может привести к экологическому кризису в сельском хозяйстве Украины уже через 10—20 лет.

Но уже сейчас тревожным следствием техногенного типа развития АПК становится ухудшение качества сельскохозяйственной продукции, загрязняемой нитратами, остатками пестицидов, тяжелыми металлами, а после Чернобыльской катастрофы — и долгоживущими радионуклидами стронция, цезия, плутония.

Техногенное, природоразрушающее развитие АПК может быть остановлено только вследствие экологизации системы земледелия.

В работе Р. Иванухи (1991) указывается, что ухудшение экологической обстановки в сельском хозяйстве Украины вызвано рядом причин, главные среди них — чрезвычайная распаханность сельхозугодий; нарушение соотношения между отдельными их видами; большие площади под интенсивными культурами (зерновые, свекла, картофель, подсолнечник) и сокращение площади посевов культур, восстанавливающих плодородие (травы, зернобобовые); игнорирование научно обоснованных систем земледелия, прежде всего такого его компонента как севооборот, чрезмерная, технологически несовершенная химизация и мелиорация.

Разработке систем земледелия предшествует детальный анализ природно-климатических ресурсов региона. Он должен не только выявить количественные показатели таких факторов, как ресурсы воды, тепла, фотосинтетически активной радиации, плодородия почвы, но и оценить их во взаимодействии на основе важнейших законов земледелия. В частности, таких как закон о равнозначности и незаменимости факторов жизни, закон о лимитирующих факторах и оптимуме. Эти сведения в совокупности с биоклиматическими характеристиками сельскохозяйственных культур являются исходными для подсчетов почвенно-климатической обеспеченности уровня урожайности. Они позволяют обосновать набор возделываемых культур с учетом специализации коллективных и фермерских хозяйств, выявить лимитирующие факторы, ограничивающие достижение потенциальной урожайности.

Главная ценность любой системы земледелия заключается в ее способности повышать КПД агроэкосистем, производящих органические вещества. Поэтому разработку системы земледелия надо начинать с определения состава и структуры агроэкосистемы для конкретных условий на фоне уровня агроэкологического потенциала, почвенных и геоморфологических показате-

лей, социально-экономических аспектов. Особого внимания требует оценка агроэкологического потенциала и его отдельных составляющих, в частности, биологического, агроклиматического, почвенного.

До последнего времени ведущим критерием ценности и соответствия культур конкретным почвенно-климатическим условиям была их урожайность, т. е. натуральная величина продукции (зерновых или кормовых единиц, сухого вещества, переваримого протеина и т. п.) за статистический год. Такая оценка в условиях интенсификации земледелия не полностью соответствует современным представлениям о продуктивности. Объективную картину продуктивности конкретной культуры дает лишь ее способность синтезировать хозяйственно полезную продукцию на площади в 1 га за единицу времени на протяжении вегетационного периода. При таком довольно объективном подходе многие культуры с коротким вегетационным периодом, считавшиеся "низкоурожайными", перейдут в разряд более продуктивных в сравнении с некоторыми долговегетирующими культурами. Практика интенсификации земледелия доказывает: когда увеличиваются площади орошаемых земель, создаются условия для получения на них 2—3 урожаев на протяжении одного вегетационного периода.

Без дальнейшего совершенствования структуры посевных площадей невозможно повышение интенсивности земледелия. Нужно при этом помнить, что этот путь не требует больших капитальных затрат. Исследования показывают: разницу в урожае из-за нарушения севооборотов невозможно возместить ни орошением, ни дополнительным применением агрохимикатов.

Важнейшей задачей современного земледелия остается восстановление и обеспечение роста плодородия почвы. В условиях орошения такой результат возможен при интесивном использовании всех видов удобрений и мелиорантов, а также — возможностей многолетних трав улучшать физическую структуру почвы и фиксировать атмосферный азот.

Во многих хозяйствах приоритетным способом повышения плодородия почвы остаются минеральные удобрения. Отдавая им должное, необходимо в то же время учитывать, что минеральные удобрения оправдывают надежды как на богарных, так и на поливных землях, если они сбалансированы по основным элементам — азоту, фосфору, калию. Но даже теоретически стабилизированные минудобрения не всегда гарантируют успех практикам. Их фактическая отдача определяется рядом факторов. Это — соблюдение технологий хранения удобрений и внесения их в почву; применение химической мелиорации земель; поддержание на нужном уровне содержания гумуса и достаточное внесение органики; противодействие ветровой и водной эрозии. Уже сегодня фосфорное "голодание" в Степной и Лесостепной зонах приводит к снижению эффективности других видов удобрений (Р.Иванух, 1991). Низкая культура тотальной химизации сельского хозяйства вызывает серьезные социально-экономические последствия (В.Голубев, О.Соколов, Е.Гунар, 1991).

Большое значение для сохранения почвенного плодородия имеет система обработки почвы. Систематическое применение отвальной вспашки дало положительные результаты только в первые годы использования орошаемых

земель, когда вносились сравнительно невысокие дозы удобрений. Но уже и в это время процессы разрушения органического вещества протекали очень быстро. В период дальнейшей интенсификации использования орошаемых земель проблема восстановления почвенного плодородия еще больше обострилась, что, в свою очередь, вызвало необходимость коренного пересмотра систем основной обработки почвы в сторону ее рациональной минимизации и дифференциации, обеспечения положительного баланса гумуса, усиления защиты почвы от ветровой и ирригационной эрозии. Все это свидетельствует о целесообразности перехода на биологические почвозащитные системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории, которые призваны спасти сельское хозяйство от экологической катастрофы.

Важной особенностью интенсивных экологизированных систем земледелия является комплексное использование положительных факторов. Хорошо, например, известно, что при совместном применении поливной воды и удобрений прибавка урожая сельскохозяйственных культур значительно превышает ту, что дает раздельное осуществление этих агроприемов. Подобные примеры не единичны. Поэтому в растениеводстве технология возделывания отдельных культур должна составлять целостную системную и обязательно "вписываться" в рабочую систему земледелия. В то же время ее надо рассчитывать и регламентировать по отдельным операциям подобно тому, как это делается в промышленности. Только так достигается четкость в организации труда и производства, создаются условия для более производительного использования техники. А это как раз то, что необходимо для интенсивной системы земледелия. Ведь она базируется на индустриальных методах труда, позволяющих эффективнее использовать фактор времени. Это очень важно, если вспомнить, что интенсивные системы земледелия неразрывно связаны с внедрением интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, предусматривающих комплекс наблюдений за ростом и развитием растений с учетом их требований к условиям внешней среды на конкретных стадиях развития и этапах органогенеза. Именно биологический контроль и диагностика позволяют проводить необходимый уход за растениями в нужное для этого время.

При разработке новых и усовершенствовании существующих систем земледелия необходимо иметь в виду и то, что в условиях орошения острота и масштабы экологических проблем неизмеримо возрастают, приобретая чрезвычайный экономический и социальный характер. Вот почему любая система земледелия должна быть экологически оптимальной (или, в крайнем случае, безопасной) и экономически целесообразной. Причем приоритет нужно отдавать экологическим проблемам. Р. Иванух (1991) выделяет несколько основных особенностей (законов) экологического земледелия:

1. Всякую с.-х. культуру следует возделывать в условиях экологически наиболее приемлемых для нее.

2. Антропогеинные воздействия на почву, растения и окружающую атмосферу не должны превышать пределы, за которыми снижается производительность агроэкосистемы, нарушвется устойчивость и стабильность ее функционирования. Иными словами — "интенсивность использования био-

логических ресурсов агроэкосистемы должна ограничиваться ее способностью к возобновлению" (В. Голубев, С. Соколов и Е. Гунар, 1991).

3. Повышение производительности агроэкосистемы экономически целесообразно и экологически безопасно только при одновременном совершенствовании всех ее элементов.

4. Уровень отчуждения энергии и восполнения ее в агроэкосистеме в значительной мере определяется севооборотом, формирующим структуру и состав фитоценоза агроэкосистемы с целью обеспечения ее максимальной продуктивности и устойчивости.

Качественно новым этапом развития систем земледелия и следствием его интенсификации явились разработка и внедрение программированного выращивания урожаев отдельных сельскохозяйственных культур. В более современной форме интенсивная система земледелия предполагает программирование не только по отдельным культурам, но и в целом по севообороту, хозяйству или даже на уровне отдельного природно-экономического района в различные периоды времени. Иными словами, при такой степени интенсификации земледелия достигается более высокий уровень организации процессов производства и соблюдения технологической дисциплины, повышается производительность труда, полнее используется потенциальное плодородие земель.

В условиях программированного выращивания урожая определяющими факторами продуктивности являются возможности сорта или гибрида (биота), дифференцированные нормы удобрений, рациональный режим орошения, оптимальная густота растений на фоне оптимальных параметров других факторов (абиота).

В конкретных условиях урожайность определяется уровнем обеспеченности лимитирующего (доминантного) фактора (биотой или абиотой) для всего или части периода вегетации. Ограничивающая доминанта — конкретные условия года — может меняться в зависимости от складывающихся условий погоды. Доминантное значение одного из факторов не исключает их взаимосвязи и взаимозависимости. Такое явление только подчеркивает тот факт, что урожай — это интегральный показатель количественного и качественного воздействия и взаимодействия многих факторов.

Многолетний научный многофакторный поиск ведущих звеньев, определяющих величину урожая, позволяет установить как раздельное, так и комплексное действие важнейших по значению факторов на продуктивность возделываемых культур. Имея научную информацию об этом, можно совершенствовать не только отдельные элементы системы земледелия, но и всю ее в целом. Не случайно эта задача в настоящее время уже решается путем математического моделирования продукционного процесса. Следующий этап — управление технологией возделывания полевых культур, определение оптимального сочетания параметров, обеспечивающих наиболее благоприятные условия для роста и развития растений и получение запланированных урожаев.

В этих условиях необходимо прогнозирование изменений в плодородии почвы, развитии болезней, в явлениях погоды, особенно близких к экстре-

мальным. Только своевременная и наиболее полная осведомленность об этом поможет эффективно корректировать ход формирования продуктивности в нужном направлении.

Автоматическая система управления технологическими процессами, предусматривает использование информационно-советующие системы (ИСС). Последние же выполняют расчеты по оценке влажности почвы и состоянию посевов на каждый день. В условиях юга Украины ИСС внедрена на Каховской оросительной системе, в перспективе она охватит другие массивы орошаемых земель.

Автор предлагаемой работы попытался обобщить имеющийся научно-производственный опыт и экспериментальные результаты, полученные научно-исследовательскими учреждениями юга Украины, свои многолетние исследования по эффективному использованию орошаемых земель. Имеющийся материал позволяет обосновать основы экологизированной системы, без которой орошаемое земледелие лишено будущего, аграрный сектор экономики Украины — надежд на процветание.

Вместе с автором в проведении настоящих исследований принимали участие кандидат географических наук Н. И. Гойса, кандидат с.-х. наук В. А. Ищенко, кандидат биологических наук П. П. Островчук, кандидат с.-х. наук В. П. Шкумат и другие специалисты.

Научным сотрудникам, специалистам, принимавшим участие в совместном проведении исследований, автор выражает глубокую признательность. Автор сердечно благодарит академика УААН, доктора экономических наук, профессора П. П. Борщевского, доктора с.-х. наук, профессора В. С. Снегового за рецензирование монографии.

1. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЮГА УКРАИНЫ

Сельскохозяйственное производство в отличие от других отраслей народного хозяйства, включает в свою составную на правах важнейшего фактора почвенно-климатические условия, которые в значительной мере определяют выход и качество растениеводческой продукции.

Вместе с тем природные ресурсы отличаются от обычных средств производства способностью естественным путем восстанавливать свои свойства полностью или частично утраченные при формировании урожая. При этом степень восстановления одних видов ресурсов (солнечная радиация, суммы температур и другие) не зависит от характера выращиваемой продукции, а степень восстановления других (запасы продуктивной влаги в почве, ее плодородие, содержание углекислого газа в приземном слое) определяется интенсивностью их использования в упомянутом выше процессе.

Характерная особенность интенсивного земледелия — усиление взаимозавнсимости факторов жизнедеятельности растений. В процессе интенсивного сельскохозяйственного производства агротехнические и мелиоративные мероприятия оптимизируются, усиливая свое влияние на агроклиматические условия. По отношению к этим воздействиям агроклиматические ресурсы могут быть разделены на три группы: поддающиеся непосредственным активным воздействиям человека (запасы продуктивной влаги в почве); поддающиеся воздействию косвенными путями (температура и влажность воздуха в растительном покрове, термический режим почвы); практически не поддающиеся антропогенным воздействиям (ресурсы солнечной радиации).

Важным свойством агроклиматических ресурсов является то, что степень их использования в сельскохозяйственном производстве существенным образом зависит от характера объекта (сельскохозяйственной культуры), вступающего во взаимодействие с ними в процессе формирования урожая.

При этом, главным фактором, определяющим предел его роста, остается количество солнечной энергии, приходящейся на единицу земной поверхности. Для максимальиого ее использования необходимы знание, учет погодных и климатических условий, особенностей почвы, как природного ресурса.

Поэтому задача получения устойчивых урожаев сводится преимущественно к максимально возможному приближению условий внешней среды и, прежде всего, почвенно-климатических ресурсов к потребностям растений. Здесь не обойтись без достоверных сведений об увлажнении и плодородии почвы, световом и термическом режиме, осадках, ветре, неблагоприятных явлениях и реакции на них растенний.

Исследованиям обеспеченности фотосинтетической деятельности сельскохозяйственных растений климатическими ресурсами уделялось и уделяется большое внимание (Шашко, 1958; Сапожникова, 1958; Гирков, 1963, 1970; Шульгин И.А., 1975). Сопоставление данных о реальных уровнях агроклиматических факторов с потребностями растений позволяет с довольно высокой точностью установить лимитирующие факторы получения высоких урожаев. В связи с этим возрастает значение правильного и эффективного использования почвенно-клнматических ресурсов региона, особенно с учетом экологизации основ системы орошаемого земледелия юга Украины.

1.1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕГИОНА

Важнейшим условием дальнейшего повышения эффективности орошаемого земледелия является правильная оценка природных ресурсов региона, основанная на глубоком анализе зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от почвенно-климатических особенностей. Постоянно возрастающая потребность учета почвенно-климатических факторов объясняется резким усилением их влияния на конечный результат при интенсивных системах земледелия, направленных на более полное использование потенциальных возможностей высокоурожайных сортов. С более высоким уровнем обмена веществ и энергии, нуждающихся в максимальной оптимизации водного, воздушного, теплового и пищевого режимов. Важно отметить, что при интенсивных системах земледелия, например в условиях орошения, такие факторы как тепло, свет, влага, питательные вещества используются с более высоким КПД. И наоборот: при низком уровне агротехники почвенно-климатические ресурсы расходуются в большей степени не на накопление биологической массы, а на физические процессы — нагревание, испарение, отражение, турбулентный обмен и т. д.

Рациональному использованию почвенно-климатических ресурсов должно предшествовать как можно более точное определение по

каждой культуре первостепенных биоклиматических констант. Биоклиматическая классификация растений позволяет правильно оценить потенциальные климатнческие возможности региона. А это, в свою очередь, открывает возможности для разработки рациональных севооборотов, подбора таких культур и сортов, которые обеспечат максимальное использование всего вегетационного периода и ианвысший выход продукции с единицы площади.

К основным н важнейшим биоклиматическим характеристикам растений относятся продолжительность вегетации, требования к термическим факторам, степень полезного использования воды, особенности фотопериодической реакции (В.И. Разумов, 1961; Д.И. Шашко, 1967; П.И. Колосков, 1971). Для основных полевых культур указанные характеристики приведены в виде градаций (табл. 1), поскольку на их величину влияет не только варьирование погодных условий, но и сортовой состав. Последнее имеет особо важное значение, так как межсортовые различия могут быть весьма значительными, а выбор сорта оказывает решающую роль на возможность возделывания той или ииой культуры или группы культур, их способность эффективно использовать весь вегетационный период или его определенную часть.

1.1.2. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Фотосинтетическая активная радиация (ФАР) является главным источником формирования урожая. В настоящее время в актинометрии выполнены большие работы по климатологической оценке ФАР, в том чнсле и на территории юга Украины (табл. 2). Как показали исследования (Н. И. Гойса и др., 1983), энергетическая потребность растений практически не зависит от условий влагообеспеченности и уровня минерального питания. Именно поэтому она служит основой для расчета возможного урожая при заданном коэффнциенте использования ФАР, являющемся исходным пунктом программированного урожая.

Зная прнход фотосинтетической активной радиации за потенциальный вегетациоиный период или за время, составляющее любую другую его часть, можно поставить задачу рациональной аккумуляции этой энергии культурными растениями. И уже на основе такого показателя определить потенциальный урожай основной или промежуточной культуры, сорта, а также поля в целом.

Таблица 1. Биоклиматическая характеристика важнейших полевых культур

Культура	Вегетационный период (включая периоды покоя озимых), дни	Биоклиматический минимум температур (в °С по периодам)		Биологический оптимум формирования хозяйственно-полезных органов, (°С)	Температуры ниже 0 °С, вызывающие гибель всходов или растений озимых в фазе кущения	Необходимая сумма активных температур (°С)	Транспирационный коэффициент	Фотопериодическая реакция*)
		появления всходов и формирования вегетативной массы	формирования органов плодоношения					
Оз. пшеница	280—300	4—6	12—14	18—24	17—25	1400—1800	400—600	+
Оз. рожь	260—280	4—6	12—14	16—20	25—30	1200—1600	350—550	+
Яр. пшеница	80—120	4—6	12—14	18—24	6—8	1100—1600	400—550	+
Яр. ячмень	60—90	4—6	10—12	15—22	6—8	1000—1600	350—500	+
Овес	80—100	4—6	10—12	16—22	6—8	1000—1800	450—600	+
Рис	90—130	14—15	16—18	20—25	0,5—1,0	2500—3200	500—700	−
Кукуруза	90—150	10—13	13—15	20—25	2—4	2000—3000	250—400	−
Сорго	100—150	12—14	15—17	25—30	2—4	2000—3000	125—250	−
Суданская трава	100—130	10—12	14—16	25—30	2—4	1300—1700	300—400	−
Просо	70—110	10—12	15—17	18—24	1—2	1200—1800	200—300	−
Горох	65—100	4—6	10—12	15—16	5—7	1200—1600	450—700	+
Соя	90—150	12—13	15—18	18—22	2—3	1600—3000	450—550	0, −
Подсолнечник	100—150	6—8	12—14	20—26	3—5	1800—2600	600—900	0, −
Сах. свекла	150—180	6—8	10—12	18—22	4—5	2000—2700	250—450	+
Гречиха	60—120	8—10	10—12	16—20	2—3	1100—1500	500—600	−
Рапс яр.	80—100	4—6	10—12	18—20	8—10	700—900	400—600	+
Рапс. оз.	300—320	4—6	10—12	18—20	18—20	1200—1400	500—700	+

*) Ускорение прохождения фаз развития: при длинном дне (+), при коротком дне (-), реакция неопределенная (0)

Таблица 2. Фотосинтетическая активная радиация (ФАР) я течение года (потенциальных вегетациоиных периодоа, ограиичеиных переходами температур через 5 °С и 10 °С и за пожинаный период — от уборки озимой пшеницы и до перехода температур через 5 °С осеиью)

Область	Приход суммарный ФАР, млрд ккал/га			
	за год	за период при темп. >5°С	за период при темп. >10 °С	за пожнивиый период
Запорожская	5,6—5,8	4,5—4,7	3,9—4,0	2,1—2,4
Республика Крым	6,1—6,2	5,1—5,3	4,4—4,5	2,6—2,8
Николаевская	5,5—5,8	4,5—4,8	3,8—4,2	2,0—2,3
Одесская	5,6—6,1	4,5—5,2	3,9—4,5	2,0—2,7
Херсонская	5,7—6,2	4,7—5,2	4,0—4,5	2,2—2,7

Теоретически максимально возможный урожай общей сухой фитомассы (У, ц/га) удобно рассчитать по общеизвестной формуле А.А. Ничипоровича на основании прихода ФАР за вегетационный период (Р·109, млрд ккал/га), коэффициента использования ФАР (К, %) и учета калорийности бномассы ($4 \cdot 10^3$ ккал/кг):

$$Y = \frac{P \cdot 10^9 K}{10^2 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 10^2}.$$

В некоторых практических расчетах (М.К. Каюмов, 1977) принято считать, что урожай сухой бномассы в 100 ц/га соответствует 40 ц/га зерна (при коэффициенте выхода зерна 0,4) и 600 ц/га силосной массы кукурузы. Исходя из этого, нами сделан расчет возможных урожаев общей биомассы, зерна и кукурузы на снлос в соответствии с уровнем прнхода ФАР в регноне и различнымн коэффициентамн его использования (табл. 3).

Приведенные расчеты показывают: прнход ФАР не усложняет получение высокого урожая как за весь потенциальный вегетационный пернод, обусловленный налнчнем активных температур, так и за пожнивный — от начала уборки озимой пшеннцы и до осениего перехода температур через 10 °С.

Следует отметнть, что в обычных условнях коэффнциент использования ФАР не превышает 1 %. Прн недостаточной обеспеченности факторами роста он снижается до 0,2—0,5 % (А.П. Федосеев, 1979). В оптнмальных же условиях посевы способны нспользовать 3 и более процентов энергни фотоснитетически активной радиации. В частности, такой уровень достигнут в многолетних опытах ВНИИ кукурузы, ныне зернового хозяйства (А.И. Ливенский и др., 1980), где при уровне прихода ФАР за период всходы — полная спелость зерна в 2,9 млрд ккал/га получают ежегодно более 100 ц/га

Таблица 3. Возможный урожай биологической продукции в условиях юга Украины при различном коэффициенте использования ФАР

Приход ФАР, по периодам, млрд ккал/га	Коэффициент использования ФАР, %	Возможный урожай, ц/га		
		сухой бномассы	зерна при 14 % влажности	кукурузы на силос
За потенциальный	1	100—112	46,5—52,1	600—675
вегетационный	2	200—225	93,0—104,6	1200—1350
период при тем-	3	300—337	139,5—156,7	1800—2025
пературе >10 °С	4	400—450	186,0—209,3	2400—2700
(4,0—4,5)	5	500—562	232,5—261,4	3000—3372
За пожнивный период	1	50—60	23,2—30	300—400
	2	100—120	46,5—60	600—800
(2,0—2,5)	3	150—180	69,8—90	900—1200
	4	200—240	93,0—120	1200—1600
		250—300	116,2—150	1500—2000

зерна кукурузы. Такие результаты достигнуты благодаря максимальной оптимизации условий выращивания, в первую очередь — за счет орошения и создания высокого фотосинтетического потенциала посева (ФП).

В целях получення высокнх значений ФП важно создать благоприятные условня для интенсивного наростания площади листьев до оптнмальной величины и длительного пребывания их в активном состоянин. Так, для условий орошения разработана соответствующая технология возделывання люцерны, позволяющая довести максимальную площадь листьев в первом укосе до 80—90 тыс. м^2/га, во втором — 70—80, в третьем — 60—70, в четвертом — 50—60 тыс. м^2/га (Листопад Г.Е. и др., 1978). Это обеспечивало получение 200 ц/га высокобелкового сена прн уровне использования ФАР около 3 %.

Люцерна, как многолетняя н многоукосная культура, наиболее полно использует ФАР всего вегетационного пернода и благодаря этому отличается исключительно высокой продуктивностью. Но при соответствующем подборе других культур для весеннего, летнего и осеннего сева можно также резко увеличить использованне ФАР за период вегетации растений н обеспечить нх высокую продуктивность. Напрнмер, максимальных величин ФП можно достичь, используя уплотненные или смешанные посевы как основных, так и промежуточных культур.

При вегетационном периоде в 210—240 дней и показателе ФАР 4,4—4,6 млрд ккал/га лучшне результаты обеспечивалн посевы озимой ржи с ознмой викой, после их уборки — кукурузы с соей, затем — гороха с подсолнечником, озимого рапса илн кормовой капусты (Степанов К. И., Снеговой В. С., 1975). По сравнению с чистым посевом в совместных посевах площадь листьев увеличивается в 1,8 раза, а в отдельных случаях — в 4—5 раз. Ежегодно такне посевы гарантируют получение свыше 900 ц/га зеленой массы (на 300 ц/га больше, чем дает высокоурожайная, но чистого посева люцерна), или 19,6 тыс. к. ед./га и 1840 кг/га переваримого протеина. Прн этом КПД ФАР увеличнвается с 1,2 % (за один урожай) до 2,2 % (за два–три урожая).

Помимо прнхода ФАР большое влнянне на растеиия оказывает продолжнтельность светового дня. Установлено, что одни растення быстрее развнваются прн более длнннom световом дне, а другие — при более коротком (см. табл. 1). Световой день ко временн весеннего сева приближается к 14 часам, в июне — достигает 17 часов, а затем начинает убывать по 15 часов к середине августа и до 11,5 часов к концу сентября.

Следовательно, при весеннем сроке сева условия наиболее благоприятны для роста н развнтня растений длннного дня, а при пожнивном севе — короткого.

1.1.3. ТЕПЛОВЫЕ РЕСУРСЫ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

Термическне ресурсы являются одним из основных факторов дифференциации сельскохозяйственного производства н продуктивности земледелия. При оценке теплообеспеченности важно, прежде всего, определить продолжительность безморозного периода, чйсло дней с определенными температурными переходамн, при которых возможна вегетация разлнчных сельскохозяйственных культур, и сумму активных температур (табл. 4).

Среднегодовая температура воздуха в регноне находится в пределах от 8 до 10,8 °С. Средняя температура самого теплого месяца — июля — составляет от 20,6 до 23,9 °С, а самого холодного — января — от 0,6 до –5,8 °С. Вегетационный пернод начннается 20—31 марта в южной части региона и 1—5 апреля — в северной. Конец вегетационного периода приходится на 15—25 ноября в юго-западной части региона и на 1—15 ноября — в северо-восточной.

В целом по югу Украины продолжнтельиость вегетационного периода и количество тепла обеспечивает полное созревание

Таблица 4. Термические ресурсы юга Украины

Область	Число дней, ограниченных температурными переходами через:			Средние даты заморозков в воздухе		Сумма активных температур, °С
	0 °С	5 °С	10 °С	последнего	первого	
Запорожская	251—269	207—220	167—180	14.04	15.10	2940—3450
Республика Крым	281—315	226—242	178—190	25.04	10.10	3080—3600
Николаевская	259—272	212—224	172—183	9.04	27.10	3020—3480
Одесская	257—306	212—245	169—192	13.04	24.10	2880—3610
Херсонская	265—290	218—232	177—187	15.04	16.10	3260—3500

всех сельскохозяйственных культур, возделываемых в регионе, в том числе среднепоздноспелых сортов кукурузы, сорго, подсолнечника, арахиса, риса. Важно отметить, что перечисленные культуры достигают максимума урожайности именно в пределах активных температур региона. Так, по данным П.И. Колоскова (1971), урожайность зерна кукурузы в орошаемых условиях достигает максимума при сумме активных температур 2400—2500 °С. С возрастанием этого показателя до 2800 °С урожайность стабилизируется, а в условиях более высокой континентальности климата даже несколько уменьшается вследствие низкой относительной влажности воздуха, приводящей к неполному опылению. Аналогичные результаты получены для сорго как при возделывании его на зерно, так и зеленую массу.

По данным Д.И. Шашко (1967), степень возрастания урожайности полевых культур, вызванного увеличением суммы активных температур, зависит от показателя увлажнения (Мд). Так, при росте суммы активных температур от 2000 до 3600 °С урожай зерна кукурузы увеличивается при Мд = 0,30 — от 20 до 48 ц/га; при Мд=0,70 — от 30 до 60 ц/га. Таким образом, орошение имеет огромное значение для эффективного использования фактических тепловых ресурсов.

Вегетационный период на юге Украины длится 207—245 дней. Поэтому при выращивании на орошаемых землях только одной культуры используется лишь какая-то часть вегетационного периода и остается энергетический резерв для выращивания промежуточных культур (табл. 5).

При выращивании урожая в пожнивный период (после уборки озимой пшеницы) важно учитывать способность некоторых культур,

Таблица 5. Продолжительность безморозного периода и остаток тепла после уборки урожая некоторых сельскохозяйственных культур на юге Украины

Культуры	Уборка урожая		Число дней до заморозков	Сумма активных температур, °С
	фаза вегетации	дата		
Озимая рожь с рапсом	единичное положение	25.04—5.05	160—170	2750—3350
Озимая рожь с викой	начало колошения	5—10.05	155—160	2700—3250
Озимая рожь с викой	то же	12—20.05	145—150	2550—3100
Ячменно-гороховая смесь	единичное положение	30.05—5.06	130—135	2300—2850
Овсяно-горохо-виковая смесь	то же	10—15.06	120—125	2100—2700
Озимая пшеница	полная спелость	5—10.07	90—100	1600—2150
Картофель весенней посадки	ранняя уборка	15—30.06	100—120	1800—2100
Кукуруза на силос	молочно-восковая спелость	5—15.08	60—70	900—1350
Зеленый горошек на лопатку	техническая спелость	10—15.06	120—125	2100—2400
Огурцы	окончание уборки	10—15.08	65—70	950—1350

в основном теплолюбивых, сокращать свой вегетационный период в ответ на более высокие температуры начального периода роста и вследствие характерной фотопериодической реакции. Надо иметь в виду и то, что культуры длинного дня при пожнивном посеве также отличаются более интенсивным ростом. Хотя стадийное развитие у них задерживается, но возрастает способность к большему наращиванию вегетативной массы. При этом потребность в тепле уменьшается на 200—300 °С (суммарно). Указанные особенности существенно расширяют возможности для успешного выращивания пожнивных культур. Продолжительность вегетации и потребность в тепле при выращивании некоторых сельскохозяйственных культур в пожнивный период можно определить по таблице 6, составленной на основе обобщения материалов Д.И. Шашко (1967).

Таблица 6. Продолжительность вегетационного периода и потребность культур в тепле при выращивании их в пожнивный период

Культуры	Фаза вегетации при уборке	Вегетационный период, дни	Минимальная сумма активных температур, °С
Раннеспелые сорта овса, ячменя, гречихи, проса, гороха, рыжи-ка, картофеля, горчицы	полная спелость	80	1200
Среднеспелые сорта этих же культур	то же	100	1600
Позднеспелые сорта картофеля, пайза, раннеспелые сорта кукурузы	то же	120	2000
Овес, ячмень, просо, райграс, горох, соя, вика, кормовые бобы, гречиха	цветение	60	1000
Кукуруза, сорго, суданская трава, могар, чумиза, африканское просо, подсолнечник	то же	60—90	1400—1600

Приведенные расчеты показывают, что перечень возделываемых на юге Украины культур как основного, так и промежуточного, сроков посева может быть весьма разнообразным. Тепловые ресурсы региона обеспечивают возможность получения гарантированных высоких урожаев, включая такие позднеспелые культуры, как кукуруза, просо, соя, не только в основной срок сева, но и в пожнивный период. Однако воспользоваться таким даром природы смогут лишь там, где не допускают больших разрывов между уборкой основной культуры и посевом повторной, уплотняют работы не за счет снижения их качества. Каждому специалисту известно: при десятидневном разрыве упомянутых выше сроков теряется 200—250 °С активных температур, или потере 7—12 ц/га зерна будущего урожая.

1.1.4. РЕСУРСЫ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ

Количество атмосферных осадков, являющихся основным показателем влагообеспеченности, достигает на юге Украины наименьших значений по сравнению с другими зонами республики. Кроме того, в регионе существенный отрицательный водный баланс; высо-

кая испаряемость почти в 2 раза превышает сумму осадков. Отношение колнчества осадков к нспаряемости (коэффнциент увлажнения) служит надежным показателем влагообеспеченности территорни (табл. 7). Для совместной оценки условий тепло- и влагообеспеченностн можно использовать гидротермический коэффнциент (ГТК), характеризующий отношение суммы осадков к сумме активных температур (уменьшенных в 10 раз) за определенный период. По данным Н.И. Гойса и др. (1983), средние значения показателя ГТК по областям юга Украины за пернод актнвной вегетации находятся в пределах от 0,87 (Республика Крым) до 0,58 (Херсонская обл.), что свидетельствует о засушливости зоны при достаточной обеспеченности теплом. Но даже эти скудные осадки в течение года выпадают неравномерно, что вызывает засушливые периоды. Наибольшая продолжительность от 50 до 80 дней, а на морском побережье — до 100 дней. По даиным управления гидрометеослужбы Украины, наибольшая вероятность засух в период активной вегетации в центральных и южных районах Херсонской области, центральных и северных районах Республики Крым (31—50 %), а также вблизи побережья Черного и Азовского морей (31—60 %). Весенние засухи (апрель-май) чаще всего проявляются на юге Херсонской области н на севере Крыма (50—60 %), они в большинстве случаев захватывают 10 % посевных площадей, однако в 3 % случаях подвергают пагубному воздействию более половины территории и носят катастрофнческий характер (1934, 1946, 1968, 1996 гг.).

Летние засухи повторяются чаще весеннн, а наибольшее количество их в Степной части Крыма и в приморских районах (80—90 %). Повторяемость летних засух, охватывающих половнну тер-

Таблица 7. Распределевие осадков на юге Украины

Область	Количество осадков по периодам, мм			Число засушливых дней за вегетационный период (IV—X)	Коэффициент увлажнения
	за год	за пернод активной негетацин (IV—X)	за пожнивный период		
Запорожская	379—472	213—303	100—132	80—90	0,6
Николаевская	387—464	258—302	95—158	60—90	0,5
Одесская	340—490	213—343	95—156	50—90	0,5
Херсонская	325—382	198—247	95—114	80—90	0,4
Республика Крым	329—514	199—312	96—127	80—90	0,5

ритории достигает 16 %. На основе многолетних наблюдений (А.И. Кушкин, Э.В. Рогачева, 1977) отмечено, что 50 % всех засух были одногодичными, 28 % продолжались 2 года, 8 % — 3 года и 14 % — 5 и более лет подряд.

В зависимости от сезонности проявления засух в течение года они могут быть губительными для ранних зерновых культур (озимая пшеница, озимый ячмень, яровой ячмень, овес, горох) или для культур поздних сроков сева (кукуруза, сорго, просо). Поэтому для устойчивого ведения зернового хозяйства важно добиться оптимального сочетания в структуре посевных площадей культур ранних и поздних сроков сева.

Особенно остро ощущается недостаток влаги в пожнивный период, когда более часто проявляются летние засухи, недостаточное количество осадков (менее 50 % от суммы за весь вегетационный период), более высокая испаряемость и значительное истощение почвенной влаги за предшествующий период. Так, если средние многолетние запасы влаги в зоне степи в период сева поздних культур составляют 25—35 мм в пахотном слое почвы и 100—150 мм — в метровом слое (когда при своевременном проведении весенних полевых работ оптимальные сроки сева еще обеспечивают появление нормальных всходов), то в пожнивный период фактические запасы почвенной влаги снижаются до 5—10 мм в пахотном и до 20—50 мм — в метровом слоях. А этого явно недостаточно для прорастания семян. При этом следует помнить, что снижение запасов продуктивной влаги в пахотном слое до 20 мм считается началом засушливого периода, а до 10 мм — началом сухого периода.

Величину возможного урожая сухой биомассы (У, ц/га) в зависимости от влагообеспеченности можно определить путем деления запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед севом (W, мм), количества осадков за вегетационный период культуры (R, мм) на коэффициент водопотребления этой культуры ($К_В$), или

$$У = 100 (W + R) : К_В.$$

Приведенной формулой удобно пользоваться при отсутствии данных о непроизводительных расходах воды на сток и испарение (М.К. Каюмов, 1977). Выборку исходных данных о влагообеспеченности можно существенно упростить, если пользоваться только сведениями об осадках. При этом, запасы почвенной влаги удобно рассчитать, пользуясь номограммами, предложенными А.Р. Константиновым и С.Б. Красюк (1970). Расчетные величины урожайности на основе данных об осадках на примере Николаевской области приведены в табл. 8.

Таблица 8. Возможная урожайность (ц/га) полевых культур в условиях Николаевской области, рассчитанная по осадкам

Культуры	Срок сева	
	весенний	пожнивно
Ранние зерновые на зерно	20—26	—
То же на зеленую массу	225—325	75—100
Поздние зерновые на зерно	30—36	6—13
То же на зеленую массу	375—450	100—140
Сахарная свекла	210—240	—

Предложенная формула расчета позволяет лишь приблизительно определить продуктивность посевов. Тем не менее, полученные расчетные данные возможных урожаев ближе к реальным производственным результатам, чем расчеты, обоснованные на энергообеспеченности. Это подтверждает то, что влага в условиях южной степи Украины является главным лимитирующим урожайность фактором. Оптимизация водного режима путем орошения создает условия для получения высокого урожая, близкого к потенциальному.

Орошение позволяет создавать благоприятный для растений водный режим. Первый шаг к этому — рациональное использование имеющихся водных ресурсов, основанное на достоверной информации о недостатке влаги в различные по влагообеспеченности годы. Для основных зерновых культур, возделываемых в зоне орошения юга Украины, этот вопрос детально изучен Л.А. Филиппенко (1970). При этом расчет влагообеспеченности устанавливался не по осадкам, как это принято во многих гидрометеорологических работах, а по недостатку водопотребления, являющимся комплексным показателем водного баланса корнеобитаемого слоя почвы и определяющим потребность растений в дополнительной влаге (табл. 9). Это объясняется тем, что в водопотребление включаются не только осадки вегетационного периода, но и влагозапасы почвы, количество которых, особенно в начале вегетации, зависит в основном от осадков предшествующего периода. Роль влагозапасов почвы значительна, они могут составлять 40—50 % общего водопотребления. При близком уровне грунтовых вод (менее 3 м) последние также принимают участие в водопотреблении. Это позволяет экономить определенное количество поливной воды.

Эффективность близко залегающих грунтовых вод с минерализацией до 1,5 г/л особенно проявляется в засушливых условиях погоды. В условиях недостатка атмосферных осадков и отсутствия орошения только за счет использования грунтовых вод обеспечивается

Таблица 9. Водопотребление посевов озимой пшеницы и кукурузы в условиях юга Украины в различные по влагообеспеченности годы ($м^3$/га)

Область	Обеспеченность, %	Озимая пшеница					Кукуруза		
		осенний период	в т.ч. всходы — кущение	весенне-летний период	в т.ч. выход в трубку — цветение	всего	всходы — выметывание	цветение — молочно-восковая спелость	всего
Запорожская	25	545	265	2075	1445	2620	1450	1450	3200
	50	185	185	1305	300	1690	1150	1100	2500
Республика Крым	75	105	105	775	560	980	800	700	1675
	25	600	300	2225	1550	2825	1500	1500	3350
	50	425	200	1625	1100	2050	120	1400	2950
	75	275	150	965	675	1240	850	900	1950
Николаевская	25	445	195	1970	1410	2415	1450	1425	3175
	50	335	135	1235	900	1570	1000	1050	2275
	75	140	50	580	420	720	700	700	1550
Одесская	25	360	150	1875	1350	2235	1400	1425	3125
	50	245	95	1110	900	1355	950	900	2060
	75	120	45	505	370	625	650	550	1325
Херсонская	25	515	275	2225	1550	2800	1550	1500	3400
	50	425	200	1625	1105	2085	1200	1200	2685
	75	265	135	965	625	1200	900	850	1925

урожай озимой пшеницы 40—45 ц/га, кукурузы на зерно — 65—75 ц/га. Это подтверждает практика элитсемхоза "Рекоиструкция", акционерного общества "Нива" Новобугского района Николаевской области, хозяйств Голопристанского, Скадовского, Высокопольского районов Херсонской области.

Следует отметить, что как в среднесухие годы с 25 %-ной влагообеспеченностью, так и в средиевлажиые (75 %-ная влагообеспеченность) наибольший дефицит водопотребления, если говорить о зерновых культурах, отмечается в Херсонской, Крымской и Запорожской областях.

Наблюдающееся в условиях юга Украины обилие энергетических, тепловых ресурсов и недостаток влаги отводят орошеиию особое место в повышеиии эффективности растениеводства.

1.1.5. СУХОВЕИ И ПЫЛЬНЫЕ БУРИ

Суховеи распространяются по всему региону практически ежегодио, но с иеодииаковой интенсивностью. По данным гидрометеорологической службы республики, наибольшее количество суховейиых дней в году — от 16 до 22 в Херсоиской области, меньше всего в Одесской — от 5 до 15, на остальиой территории региона (исключая райоиы, прилегающие к побережью морей) — от 11 до 20 дней. По многолетним наблюдеииям максимальная продолжительность суховейиого периода в отдельиые годы достигала от 36 до 50 дней. Отметим также, что регион характеризуется значительной продолжительностью дней с температурами воздуха выше 30 °С (25—30) и с относительной влажностью иижe 30 % (30—55). Указанные показатели погодных условий в сочетаиии с ветром выше 5 м/с составляют элементы суховейного периода.

К начальным признакам повреждения зерновых культур от суховея относят привядание листьев, а затем и скручивание их. Эти явления еще иосят обратимый характер. Но в дальнейшем листья могут желтеть или высыхать в зеленом виде, наблюдается также побеление остей колоса. Эти признаки приобретают необратимый характер (И.Е. Бучинский, 1970). Особенно большой вред посевам наносят суховеи в период налива и созревания зерна. Именно в этот период развития растений суховеи и почвеииая засуха за 3—5 дней могут уменьшить массу зерна на 40 % и более. В отдельные годы количество выпавших осадков представляется достаточным для получения высокого по количеству и качеству урожая. И все же его сбор не превышал 35—40 % от того, который можно было бы полу-

чить при продуктивном использовании атмосферной влаги. В чем же здесь дело? Оказывается, время дождей, количество осадков, температурный режим и прочие погодные показатели не совпали с оптимальными для развития культур значениями. В предуборочный период, когда наливалось зерно и определялись урожай, его качество, частыми были суховеи, вызывающие запал зерна и потерю его на каждом гектаре как минимум 5—6 центнеров. Такое случилось в 1975 году: получили зерновых с гектара на 6—8 ц меньше ожидаемого урожая, хотя, если судить только по травостою хлебов, результат мог быть заметно лучшим. Вот почему важно иметь в регионе такие сорта ранних зерновых культур, которые бы созревали до начала летних суховеев, наиболее продолжительных в августе.

Иссушающие ветры, переходящие в пыльные бури, часто наблюдаемое на юге Украины явление. По среднемноголетним наблюдениям, на большей части региона отмечается 7—9 дней с пыльными бурями. Максимум их приходится на центральную часть Херсонской области и северную часть Республики Крым — 10—13 дней. Меньше всего дней с пыльными бурями на севере Одесской и Николаевской областей — 4–6.

В таких условиях орошение является важнейшим фактором снижения отрицательного влияния суховеев и пыльных бурь. Под влиянием полива уменьшается их вероятность, одновременно улучшается микроклимат в зоне посевов. Действие орошения особенно благоприятно проявляется в жаркие, суховейные дни. Так, вследствие усиленного испарения влаги с поверхности почвы и транспирации растений температура воздуха в припочвенном слое снижается на 4—6 °С, а относительная влажность возрастает на 20—40 %.

Орошение, и это очень важно, повышает агроклиматический потенциал. По данным И.Т. Нетиса (1993), на юге Украины под влиянием орошения изменяется климат. Так, до введения больших площадей орошаемых земель — с 1882 по 1971 год — осадки за год достигали в среднем 348 мм, а в годы интенсивного ввода в эксплуатацию орошаемых земель — 1971—1991 — 458 мм, или на 31 % больше. При этом максимум увеличения количества осадков приходится на весенне-летние месяцы, т. е. в поливной период. Это свидетельствует о причастности орошения к увеличению количества выпадаемых осадков.

Изменилась и среднесуточная температура воздуха. До широкого внедрения орошения среднесуточная температура воздуха за год составляла 10,1 °С, а при интенсивном ведении поливного земледелия — 8,4 °С. Подчеркнем: температура воздуха понижалась лишь в теплый период года — с апреля по ноябрь, в поливной период. В зимний же, наоборот, она повышалась. Это объясняется большей теплоемкостью более влажных орошаемых почв.

Происходящие под воздействием орошения изменения климата положительно сказываются на урожайности всех сельскохозяйственных культур, возделываемых не только на орошаемых, но и на богарных полях юга Украины. За счет увеличения осадков на 560—520 м^3/га обеспечивается дополнительный сбор 6—7 ц/га зерна озимой пшеницы и кукурузы.

Заметим, что ныне, по мнению некоторых климатологов, наблюдается тенденция к потеплению климата. Последние два десятилетия как бы подтверждают предположение ученых: зимы действительно теплее и суше на фоне средних многолетних показателей. Высокие температуры в летний период и в начале осени. Все это резко уменьшает запасы продуктивной влаги в посевном и пахотном слоях на всех предшественниках озимых, приходится делать предпосевные поливы, теряя при этом золотые дни оптимальных сроков посева.

1.2. ПОЧВЫ, КАК ОБЪЕКТ ОРОШЕНИЯ

1.2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЮГА УКРАИНЫ

Почва является важнейшим элементом внешней среды. От изменения и улучшения ее свойств зависят условия роста растений. Поэтому при разработке мероприятий по интенсивному использованию пашни следует учитывать специфику почвенного покрова региона, который, как правило, разнообразен. Северная часть представлена преимущественно обыкновенными средне- и малогумусными черноземами. К югу черноземы обыкновенные переходят в черноземы южные, а дальше — в темнокаштановые и каштановые почвы в комплексе с солонцами. Основная почвообразующая порода — лесс. Характеристика указанных типов почв из наиболее характерных разрезов Херсонской области приведена в табл. 10 (Н.К. Крупский, Н.И. Полупан, 1979).

Надо сказать, что мощность гумусового горизонта черноземных почв уменьшается с севера на юг и с запада на восток. Так, если в районе г. Первомайска Николаевской области мощность гумусового горизонта составляет 70—80 см, то южнее на 90 км, в районе пгт Березовка Одесской области, она уменьшается до 60—70 см, а на востоке региона, в Розовском районе Запорожской области,— до 65—75 см (М.М. Годлин и др., 1951). Количество гумуса в обыкновенных черноземах также уменьшается с севера на юг, но все же остается на довольно высоком уровне благодаря значительной глинистости этих почв.

Таблица 10. Характеристика пахотного горизоита осиовных типов почв наиболее типичных почвенных разрезов южных областей Украины

Характеристики	Единицы измерения	Черноземы обыкновенные, среднемощные, малогумусные на лессе	Черноземы южные иа лессе	Темно-каштановые солонцеватые на лессе	Каштановые солоицеватые на лессе	Солоицы каштановые средние на лессе
		Физико-химические показатели				
Глубина отбора	см	0—40	0—30	0—40	0—30	0—12
pH водный		7,1—7,2	6,9—7,6	6,5—6,8	7,7—7,8	7,6—7,3
Поглощенные катионы:	мг/экв на 100 г почвы					
Ca		31,4—31,5	26,0—24,0	23,7—24,0	16,8—20,8	10,3—10,1
Mg		5,5—7,9	8,3—7,4	6,9—7,4	8,0—10,7	5,3—4,8
Ka		0,2	0,4—0,5	0,5—0,6	1,0—1,3	0,5—0,7
K		0,8—0,5	0,9—0,6	1,1—0,9	1,0—0,8	1,5—1,2
Гидролитическая кислотность	мг/экв на 100 г почвы	1,1—0,5	1,6—1,2	1,8—0,4	—	—
Емкость поглощеиия	мг/экв на 100 г почвы	37,1—36,4	36,4—34,6	—	26,5—29,4	21,3
Степень насыщенности основаниями	%	97,1—98,7	95,7—96,4	94,7—98,8	—	—
		Физические и водно-физические показатели				
Объемная масса	г/см^3	1,17—1,19	1,0—1,3	1,17—1,32	1,15—1,24	—
Удельная масса	г/см^3	2,67—2,62	2,60—2,62	2,64—2,65	2,63—2,67	—
Общая пористость	%	56,2—54,6	61,6—51,6	55,7—50,2	56,3—53,6	—

Продолжение табл. 10.

Характеристики	Единицы измерения	Черноземы обыкновенные, среднемощные, малогумусные на лессе	Черноземы южные на лессе	Темно-каштановые солонцеватые на лессе	Каштановые солонцеватые на лессе	Солонцы каштановые средние на лессе
Максимальная гигроскопичность	% от массы почвы	8,4	8,2—8,3	9,5—10,0	—	—
Влажность завядания	% от массы почвы	12,1—12,4	11,0—11,1	12,9—13,4	—	—
Наименьшая влагоемкость	% от массы почвы	29,8—24,4	31,9—27,9	29,5—25,5	—	—
Диапазон	мм	20,7—14,3	20,9—21,1	19,5—16,0	—	—
Аэрация при нанменьшей влагоемкости	% от объема почвы	21,3—25,6	29,7—16,4	22,2—16,5	—	—
	Механический состав, % на абсолютно сухую бескарбонатную навеску					
Фракция	мм	0,1—0,2	0,2—0,3	1,2—1,4	0,7—0,8	0,8—0,4
1—0,25		8,9—9,8	3,6—5,6	5,3—8,7	5,2—2,6	3,6—11,6
0,25—0,005		32,4—35,3	36,2—34,8	30,6—26,4	33,1—33,5	50,7—38,9
0,01—0,005		11,9—5,9	8,0—12,0	10,3—8,6	13,6—12,8	4,5—6,2
0,005—0,001		10,0—12,5	11,7—5,2	14,2—15,1	7,2—8,1	18,1—13,9
<0,001		36,7—36,3	40,3—42,0	38,4—39,8	40,2—42,2	22,3—29,0
Сумма <0,01		58,6—54,7	60,0—59,3	62,9—63,5	61,0—63,1	44,9—49,1
	Содержание гумуса и азота					
Гумус	%	4,6—3,6	3,1—2,6	3,4—2,3	3,6—2,4	4,1—2,4
Валовый азот	%	0,25—0,18	0,16—0,15	0,16—0,12	0,21—0,18	0,20—0,13

Богатство черноземов гумусом, интенсивная миграция биогенного кальция определяют их ценные физико-химические свойства. Это, в частности, высокая емкость поглощения; насыщенность поглощающего комплекса основаниями, близкая к нейтральной реакция верхних горизонтов; высокая буфферность.

Обыкновенные черноземы глинистые, тяжело- и среднесуглинистые имеют достаточно выраженную зернистую структуру. Если количество таких ценных зернистых агрегатов достигает 80—90 %, почвы приобретают важные во всех отношениях оптимальные физические свойства — водопроницаемость, воздухоемкость, проветриваемость. Общая площадь обыкновеных черноземов в регионе ныне составляет 570 тыс. га.

Характерный признак южных черноземов — небольшая мощность горизонтов проникновения и фиксации гумусовых веществ (50—60 см) и отложения гипса на глубине 2—2,5 м. У черноземов южных количество гумуса возрастает в северном направлении, переходящим к обыкновеным черноземам, и уменьшается при переходе к темно-каштановым почвам, составляя 2,3—4,2 %. С уменьшением глинистости и увеличением песчанистости наличие гумуса резко снижается. Так, в пределах дельты Днепра количество гумуса опускается в почвах до показателя в 1 % (В.П. Кузьмичев и др., 1970).

Данные табл. 10 показывают, что в южных черноземах уменьшается наличие поглощенного кальция и растет — поглощенного натрия. Как результат, почвы приобретают солонцеватые свойства. При снижении насыщенности основаниями до 93 % в заметных количествах может проявиться и гидролитическая кислотность.

В целом структура южных черноземов внешне мало чем отличается от структуры обыкновенных черноземов, но прочность агрегатов южных черноземов несколько снижена из-за наличия поглощенного натрия и меньшего количества гумуса.

Общая площадь южных черноземов 3,5 млн га. В центральной части распространения этих почв чаще встречаются осолоделые и карбонатные разновидности, а с переходом к темнокаштановым почвам заметно усиливается солонцеватость. Общая площадь темнокаштановых солонцеватых почв 1,27 млн га, они распространены на пониженных приморских плато правобережья Днепра и на бессточных равнинах водораздела Днепр-Молочная. Содержание гумуса в этих почвах, по данным В.П. Кузьмичева и др. (1976), колеблется от 2,5 % (среднесуглинистые) до 3,2 % (тяжелосуглинистые). В поглощающем комплексе темнокаштановых почв увеличивается количество поглощенного натрия. В сочетании с большим количеством

магния это обуславливает физическую солонцеватость. Именно поэтому, а также ввиду малого содержания перегноя верхние горизонты темнокаштановых почв имеют распыленную структуру. Поэтому по своим водно-физическим свойствам они уступают южным черноземам.

Общая площадь каштановых почв 0,22 млн га, они распространены в присивашской полосе Причерноморской низменности, но не образуют сплошных массивов, а залегают комплексно, создавая при этом доминирующий фон. Тяжелосуглинистые разности темнокаштановых почв содержат 2,6—2,7 % гумуса в пахотном горизонте. Хотя эти почвы можно использовать под все сельскохозяйственные культуры, районированные в зоне сухой степи, их эффективность ограничивается более выраженной солонцеватостью и сухостью.

Солонцы каштановые распространены пятнами среди каштановых почв и реже — среди черноземов южных и темнокаштановых почв. Эти почвы, обладая невысокими физическими свойствами, характеризуются низким естественным плодородием. К тому же, залегая пятнами среди других почв, резко снижают продуктивность последних. Солонцы юга Украины по количеству гумуса и способности быстрой его минерализации мало чем отличаются от каштановых солонцеватых почв. При устранении солонцеватости на таких землях можно выращивать и собирать высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

1.2.2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Данные о содержании валового азота в почвах юга Украины различной степени эрродированности, основанные на исследованиях К.П. Юрко (1976), приведены в табл. 11. Из приведенных данных видно, что черноземы обыкновенные, южные и темнокаштановые почвы (неэрродированные) обладают близким содержанием валового и гидролизуемого азота в пахотном слое. Черноземы южные остаточно солонцеватые содержат меньше валового азота, но характеризуются более высоким содержанием гидролизуемой его части. Для этой почвы, в отличие от черноземов обыкновенных и южных, неподвергнутых солонцеванию свойственно резкое уменьшение гидролизуемого азота при средней степени эрродированности сравнительно с полнопрофильным типом. Такая же закономерность в распределении общего и гидролизуемого азота при развитии эрозионного процесса характерна и для темнокаштановых слабосолонцеватых почв. Следовательно, при переходе от черноземов южных к почвам солонцеватого типа при их средней эрродированности содержание

Таблица 11. Содержание азота в почвах Степи Украины

Почва и место отбора образца	Глубина, см	Азот валовый, %		Азот гидролизуемый, мг/кг почвы	
		неэрродированная	среднеэрродированная	неэрродированная	среднеэрродированная
Чернозем обыкновенный,	0—20	0,25	0,22	100	119
тяжелосуглинистый,	20—40	0,21	0,17	101	93
Запорожская область	40—60	0,19	0,17	65	74
Чернозем обыкновенный,	0—20	0,22	0,22	123	115
легкосуглинистый,	20—40	0,20	0,18	122	100
Николаевская область	40—60	0,15	0,11	103	63
Чернозем южный,	0—20	0,22	0,21	78	70
легкоглинистый,	20—40	0,21	0,18	75	72
Николаевская область	40—60	0,15	0,11	55	29
Чернозем южный,	0—20	0,15	—	129	55
остаточно солонцеватый,	20—40	0,11	—	79	42
Запорожская область	40—60	0,07	—	65	28
Темно-каштановая,	0—20	0,22	0,16	101	67
тяжело-суглинистая	20—40	0,21	0,12	69	28
слабосолонцеватая,	40—60	0,13	0,09	50	28
Запорожская область					

азота в пахотном слое заметно уменьшается. Это вызывает необходимость увеличивать дозы азотных удобрений на 20—25 %.

Агрохимическое обследование, осуществленное Б.С. Носко и др. (1973), выявило некоторую зональность в распределении почв региона по содержанию в них подвижного фосфора и доступного калия (табл. 12). Там, где преобладают черноземы обыкновенные (Запорожская область), почвы преимущественно с повышенным содержанием подвижного фосфора. Меньше всего его в темнокаштановых почвах Херсонской, а также в почвах Одесской областей и Республики Крым.

Что касается калия, то уровень обеспеченности ним тесно связан с механическим составом почв. Если они легкого механического состава (например, большие песчаные массивы в Херсонской области), то отличаются низким содержанием калия. Но с переходом от песчаного и глинистого до среднесуглинистого и тяжелосуглинистого состава обеспеченность калием увеличивается от низкой до по-

Таблица 12. Характеристика пахотных земель по содержанию подвижных форм фосфора и усвояемого калия

Область	Содержание подвижного фосфора				Содержание усвояемого калия			
	низкое	среднее	повышенное	высокое	низкое	среднее	повышенное	высокое
	% от обследованных земель							
Запорожская	14,7	44,6	32,8	7,9	10,5	13,6	27,6	58,6
Республика Крым	70,1	22,3	3,3	3,3	7,5	26,4	35,8	30,3
Николаевская	16,5	74,6	7,4	1,5	—	0,3	5,0	94,7
Одесская	64,4	30,5	4,2	0,9	6,5	33,7	29,6	30,2
Херсонская	50,6	43,3	—	6,1	12,8	50,4	—	36,8

вышеиной. Максимум площадей с высоким содержанием калия в Николаевской области.

Ясно, что закономерности, определяющие фактическое содержание в различных почвах элементов питания, прямо влияют на эффективность азотных, фосфорных и калийных удобрений.

В табл. 13 приведены результаты обобщенных опытов Б. С. Носко и др. (1977) по озимой пшенице, показывающие эффективность элементов питания на почвах различных типов. Эти данные свидетельствуют о зональном характере проявления активности отдельных видов элементов питания. Так, если на обыкновенных черноземах наиболее щедрыми на отдачу оказались фосфорные удобрения, то при переходе к черноземам южным и темнокаштановым почвам резко возрастает влияние на конечный результат азотных удобрений, а снижается — фосфорных. Калийные удобрения оказывают наименьший эффект, особенно на темнокаштановых почвах. Наивысшей эффективностью минеральных удобрений прежде всего азотных, отличаются почвы придунайской степи. Это объясняется лучшими условиями климата, более высоким уровнем увлажнения. В связи с этим отметим, что на орошаемых землях окупаемость азотных удобрений особенно высока, но эффективность их на различных почвах неоднакова. Здесь действует та же закономерность, что и на богарных площадях.

Для подтверждения сказанного сошлемся на результаты исследований Б. С. Носко и Л. П. Кроткевича (1973), изучавших эффективность азота (N_{66}), применяемого на посевах озимой пшеницы в условиях орошения. В этих опытах наивысшая прибавка урожая

Таблица 13. Оплата удобрений (1 кг питательного вещества) прибавкой урожая зерна озимой пшеницы, кг

Агропочвенные провинции	Почвы	N	P_2O_5	K_2O	NPK
Степь юго-западная правобережно-Днепровская	черноземы обыкновенные	3,9	4,9	0,7	3,7
Степь южно-украинская	черноземы южные	6,8	3,9	1,1	3,9
Степь придунайская	то же	10,0	6,2	1,5	5,4
Степь сухая причерноморская	темно-каштановые почвы	4,3	2,3	0,3	3,1

(11,2 ц/га) получена на темнокаштановых почвах, несколько меньшая (8,4 ц/га) — на южных черноземах и наименьшая (7,4) — на черноземах обыкновенных. Действие фосфорных и калийных удобрений при орошении земель практически остается таким же, как и на суходоле.

Аналогичные почвенно-географические закономерности относительно эффективности различных элементов питания в почвах региона отмечены и по другим культурам. Все это следует учитывать при составлении и планировании баланса питательных веществ. Хотя он для различных почв и районов складывается по-разному, в целом для областей юга Украины сохраняются некоторые общие закономерности (табл. 14).

Таким образом, поступление питательных веществ в почву с органическими и минеральными удобрениями только частично восполняет их затраты на формирование урожая. Причем особенно неблагоприятно складывается азотный баланс, хотя среди вносимых туков он занимает основную часть. Несколько лучше обеспечены почвы фосфором и вполне удовлетворительно калием.

И все же на поливных землях, где особенно большой вынос питательных веществ, дефицит азота в 2—3 раза ниже, чем на богарных: орошаемый клин получает больше удобрений. Поэтому, от-

Таблица 14. Обеспеченность питательными веществами урожая в Степи Украины, млн т (В. П. Кузьмичев и др., 1980)

Элементы баланса	N	P_2O_5	K_2O
Поступление питательных веществ	0,98	0,37	1,31
в том числе с удобрениями	0,50	0,11	0,32
— из почвы	0,48	0,26	0,99
Вынесено урожаем	1,37	0,46	1,12
Баланс	–0,39	–0,09	0,19
Интенсивность баланса, %	71,5	80,4	17,0

метим, по фосфору в условиях Ингулецкой оросительной системы (Л. Л. Сыч и др., 1972) значительный положительный балаис. Есть положительные подвижки и по азоту, калию в почве на площадях ряда других оросительных систем.

1.2.3. БОНИТЕТ ПОЧВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ТИПЫ ЗЕМЕЛЬ РЕГИОНА

Разработка шкал боннтировки почв строится на глубоком обогащении всех имеющихся данных о характере природных ресурсов и экономики. Речь идет о климате и почвах, достигнутом уровне урожайности сельскохозяйственных культур, специализации растениеводства, использовании производственных ресурсов (удобрения, техника, рабочая сила), стоимостных показателях (валовая продукция, чистый доход, себестоимость продукции). Предметом оценки (бонитировки) является укрупненная таксономическая единица — агропроизводствеиные группа и подгруппа. Они объединяют близкие в генетическом и агропроизводственном отношениях, однообразные по условиям рельефа почвы.

Единые оценочные шкалы в 100 баллов, отвечающие почвам с наивысшей урожайностью сельскохозяйственных культур и базируются на данных об этой урожайности в пределах природно-экономических районов (В.П. Кузьмичев, 1969). Бонитировочные баллы основных почв южной степи Украины, по В.П. Кузьмичеву (1970), приведены в табл. 15

Бонитировка почв и определение количественных показателей степени их благоприятности для растениеводства позволяет сделать ряд выводов. Как уже отмечалось, сельскохозяйственные культуры существенно реагируют на механический состав. По мере возрастания тяжести механического состава на одну градацию бонитет почв увеличивается на 7—10 баллов. Эрродированные почвы с регрессирующими физическими, физико-химическими и агрохимическими особенностями оцениваются, как правило, на 7—14 баллов ниже, чем полнопрофильные виды.

Однако на юге Украины урожайность сельскохозяйственных культур определяется климатическими и организационно-хозяйственными условиями. Так, по мнению В.П. Кузьмичева (1969, 1970), по влиянию на урожайность озимой пшеницы на первое место в пределах региона выдвигается плодородие почв, а затем — увлажненность территорни. Урожайность интенсивных пропашных культур (кукуруза, свекла) в большей мере зависит от климатических

Таблица 15. Бонитеты основных почв южной степи Украины

Почвы	Правобережье				Левобережье			
	Балл согласно урожайности							
	общий	зерновых культур	озимой пшеницы	подсолнечника	общий	зерновых культур	озимой пшеницы	подсолнечника
Черноземы обыкновенные тяжелосуглинистые	69	84	87	78	70	84	91	84
То же — глинистые	78	92	93	85	79	96	100	100
Черноземы обыкновенные, переходящие в южные тяжелосуглинистые	61	75	82	74	63	76	87	81
Черноземы южные тяжелосуглинистые	60	73	70	63	54	70	68	62
Темнокаштановые и каштановые почвы в комплексе с солонцами	50	65	74	43	51	68	68	46

условий, влагообеспеченности, тепла, чем от качества почвы. Эти культуры в одинаковой мере реагируют как на природный, так и на искусственный фон плодородия почв. Особого подхода требует к себе разве что подсолнечник. Он наиболее требователен к теплу, а затем — к влаге. Поэтому для него целесообразно выделять поля с высоким потенциальным плодородием почв.

Под влиянием такого крупного мелиоративного мероприятия, как орошение, планка бонитировочной оценки почв резко поднимается вверх. Причем самый высокий бонитировочный балл получают те почвы, которые имели наименьшую оценку в богарных условиях. Например, в Одесской области поправочный коэффициент для определения бонитета орошаемых земель, по данным бонитировочного балла в условиях богары, составляет для черноземов обыкновенных 1,6—1,8, тогда как для черноземов южных — 1,8—2,2 (В. П. Кузьмичев, Л. С. Сазонов, 1981). Из других коренных мелиоративных мероприятий не менее важное значение для повышения плодородия почв юга Украины имеет разработка оптимальных приемов исполь-

зования орошаемых земель. Такие приемы должны препятствовать засолению земель, а также — вовлечению в сельскохозяйственный оборот солонцовых участков, занимающих значительные площади.

Качественная оценка почв и мероприятия по их улучшению опираются на классификацию сельскохозяйственных типов земель. В это понятие включается определенный комплекс важнейших природных показателей. Их сочетание предопределяет возможные виды использования земель, их потенциальную продуктивность, целесообразность мер по повышению уровня плодородия. И, наконец,— условия агротехнического и мелиоративного влияния (С. Г. Гринь, М. К. Крупский, 1964).

Согласно классификации В. Д. Кисиля (1964), в степи Украины 34 типа сельскохозяйственных земель. Основные из них, расположенные в зоне распространения южных черноземов, характеризуются универсальностью: продуктивно используются в орошаемых и богарных условиях. Однако при поливе нужно учитывать малую дренированность территории и наличие солевых аккумуляций в лессовых породах. Это при чрезмерном орошении чревато повышением уровня подпочвенных вод и миграцией солей к поверхности. В обычных же условиях подпочвенные воды слабоминерализованы и залегают на глубине более 10 м.

Типы сельскохозяйственных земель, распространенных в зоне темнокаштановых и каштановых солонцеватых почв, также универсальны в эксплуатации. Слабоминерализованные подпочвенные воды залегают на значительной глубине. Высокая агротехника в сочетании с гипсованием, а также внесением азотных и фосфорных удобрений оплачивается значительными прибавками в урожае. Их стабильность обеспечивается неизменно высокой культурой производства, которая, в частности, исключает фильтрацию воды из оросительных каналов.

Типы сельскохозяйственных земель, представленные темнокаштановыми и каштановыми почвами в комплексе с солонцами (от 25 до 50 %) характеризуются меньшим уровнем залегания подпочвенных вод (3—8 м) и большей их минерализацией. Эти земли пригодны для выращивания зерновых, кормовых и овощных культур. При орошении требуются особые меры предосторожности в связи с реальной опасностью подиятия уровня подпочвенных вод и солей. В ряде случаев необходим дренаж. Из удобрений в первую очередь вносятся азотные и фосфорные, а также органические. Требуется сплошное гипсование, а на площадях с близким залеганием карбонатных горизонтов не обойтись без плантажной вспашки, содействующей повышению плодородия почв.

Если говорить о типах сельскохозяйственных земель, представленных степными подами, то здесь следует иметь в внду отрицательные водно-физические свойства, обусловленные глинистостью. Чаще всего эти земли используются ограниченно из-за высокой степени засоленности, близкого уровня подпочвенных вод и значительной их минерализации. Чтобы ослабить эти отрицательные факторы, нужно обращаться к гидротехническим и химическим мелиорациям. Однако отдельные подовые земли (тип 19) отличаются высоким потенциальным плодородием, содержат 5—6 % гумуса. К тому же, подпочвенные воды залегают на глубине 8—10 м и слабо минерализованы. Такие площади не трудно успешно использовать под любые полевые культуры.

Большой резерв пахотных земель — плавни местных рек (Южный Буг, Ингул, Ингулец, Куяльник, Молочная и др.), которые на значительной территории еще не распаханы. Эти земли, а также близкие к ним типы сельскохозяйственных земель требуют рассолевания и рассолонцевания.

В заключение отметим, что почвенно-климатические ресурсы юга Украины, включенные в рациональную и эффективную систему земледелия, в осиовном, способны не только удовлетворить потребности в выращивании возделываемых в регионе сельскохозяйственных культур, но и при соответствующем мелиоративном улучшении создать условия для роста плодородия почв и увеличения продуктивности земледелия.

1.3. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Агроэкологический потенциал является одной из составляющих природно-ресурсного и эколого-экономического потенциалов. Исходя из определения этих понятий Н. Ф. Реймерсом (1990), агроэкологический потенциал (АЭП) пахотных земель региона нами определен как способность почв, атмосферы, гидросферы и биоты региона давать определенную хозяйственную продукцию, благодаря биологической продуктивиости используемых земель в рамках способов и форм, не приводящих системы природных ресурсов к необратимому разрушению и резкому ухудшению их динамических качеств. А если идти дальше — позволяющих сохранить их рабочую надежность на локальном, региональном и глобальном уровнях.

Как и природно-ресурсный потенциал, экономически оцененный агроэкологический потенциал составляет достоянне, богатство региона, страны, государства. Одними из первых методическую разработку агроэкологического потенциала для условий Венгрии выполнили И. Петранович (1985) и И. Боча (1984). В отечественной литературе этот вопрос прнменительно к семеноводству бобовых трав освещен в работах В.И. Жаринова (1988). При разработке методов оценки агроэкологического потенциала нсходнли из следующих соображений.

Сущность сельскохозяйственного производства сводится к использованию природных ресурсов (почвы, климата, гидросферы, биоты), т. е. агроэкологического потенциала, а также — сырья, энергии животных и растительных организмов, необходимых для получения нужной человеку продукции. Количественным показателем, характеризующим агроэкологический потенциал, может служить потенциальная продуктивность этой сложной системы ресурсов. Нашей задачей является оценка агроэкологического потенциала применительно к решению проблемы растениеводства.

Непосредственно в процессе биологического формирования урожая человек не участвует. Этот урожай, как потенциальная возможность, генетически закодирован в семени растительного организма. Поэтому степень использования агроэкологического потенциала и его реализация в виде сельскохозяйственной продукции определяется прежде всего биологическим потенциалом, заложенным в генетическом коде вида и сорта сельскохозяйственных культур. Но не менее существенное значение имеет и технология возделывания культур, которая уже непосредственно связана с человеком. Земледелец с помощью системы технологнческих мероприятий обеспечивает определенную степень реализацин биологического потенциала в конкретных экологических условиях, которые далеко не всегда позволяют сполна реализовать этот потенциал, поскольку не полностью отвечают потребностям растительного организма в факторах жизнедеятельностн.

В современных экономических условиях на основе заданных биологического и агроэкологического потенциалов более высокие доходы получит то хозяйство, которое в решенни технологических задач максимально учитывает соответствие собственного агроэкологического потенциала потребностям выращиваемой культуры и рассматривает этот потенциал как один из важнейших резервов производства, для использования которого ие требуется капитальных затрат.

Вся сложная система ресурсов, составляющих агроэкологический потенциал, разделяется на ряд подсистем или частные

потенциалы. Такие, напрнмер, как климатический потенциал, потенциал почвы, агрогидропотенциал. Нами разработаны методические подходы к оценке агроэкологического потенциала конкретного региона в целом и некоторых его составляющих.

В каждом регионе, хозяйстве возделывают набор различных культур, каждая из которых обладает специфическим бнологнческим потенциалом и свойственными ей потребностями в факторах жизнедеятельности. Поэтому по отношению к каждой культуре регион обладает характерным для нее агроэкологическнм потенциалом $АЭП_к$. Значение потенциала регнона $АЭП_{рег}$ по отиошению ко всей получаемой в регионе растениеводческой продукции может быть получено как среднее взвешенное значение из велнчин $АЭП_к$ по формуле:

$$АЭП_{рег} = \frac{\Sigma(АЭП)_к S_к}{\Sigma S_к}, \qquad (1)$$

где: $S_к$ — площадь пахотных земель под каждой культурой. Таким образом, дальнейшая задача определения $АЭП_{рег}$ сводится к определению его составляющих по отношению к каждой возделываемой культуре.

На практике АЭП конкретного региона по отношенню к определенной культуре часто выражают уже достигнутым максимумом ее урожайности $АЭП_к = У_{max}$. Однако такое значение урожайности — величина случайная, она существенно зависит от уровня культуры земледелия и не всегда отражает потенциальные возможности регионa. Поэтому необходимо получить такую количественную характеристику $АЭП_к$, которая по возможности меньше зависела бы от уровня технологин. Поскольку продуктивность агрофитоценозов выступает результатом многофакториых связей фитоценоза с составляющими агроэкологического потенциала, более объективным подходом при ее оценке являются статистические методы определения экстремальных зиачений при ограниченных размерах выборки.

Один нз таких методов, позволяющих объективно определить статистический (или хозяйственный) максимум урожайности У, нзложеи в Методических указаниях по агрометеообеспечению орошаемого земледелия (1989). Этот максимум представляет собой потеициал продуктивности рассматриваемой культуры в конкретных почвенных и ландшафтных условиях при близком к оптимуму погодном факторе и сложившейся к данному моменту времени технологии возделывания культуры.

Суть методы сводится к следующему. Сначала из рассматриваемого временнoго ряда урожайности (более 11 лет) исключают постоянную составляющую или тренд А. Последний представляет со-

бой усредненное за какой-то период устойчивое изменение урожайности (в ц/га за год), вызванное изменением уровня культуры земледелия . Если тренд положителен (A>0), то урожайность возрастает, культура земледелия повышается. Значение A≈0 свидетельствует о застойных явлениях в земледелии или об устойчивости поддержания его уровня. При отрицательном тренде (A<0) имеет место деградация культуры земледелия.

Исключив тренд, ряд урожайности "приводят" к уровню технологии заданного года. "Приведенные" ряды урожайности, как показали исследования, статистически однородны, и, как правило, подчиняются закону нормального распределения. Это позволяет статистический максимум урожайности У определить графически по методу Гумбеля с вероятностью 0,999, либо рассчитать по формуле: $У = У_{пр.} + 3\sigma_у$ с вероятностью 0,997; здесь $У_{пр.}$ — среднее за период значение "приведенной" урожайности; $\sigma_у$ — ее среднее квадратическое отклонение. Значение статистического (хозяйственного) максимума урожайности данной культуры $У_к$ может быть принято в качестве характеристики агроэкологического потенциала ($АЭП_к=У_к$) региона (хозяйства) по отношению к этой культуре.

В табл. 16 в качестве примера приведены средние областные значения статистического максимума урожайности $У_к$ для основных зерновых культур, реализация в виде средней областной урожайности $У_{фк}$, процентные отношения $У_{фк}/У_к$ в южных областях Украины по состоянию на 1986 год. Здесь же для сравнения представлены средние многолетние значения урожайности $У_ф$ этих же культур. Анализ табл. 16 позволяет сделать следующие выводы.

Из сравнения значений статистического максимума урожайности зерновых культур с литературными данными об их биологогенетическом потенциале следует, что агроэкологический потенциал областей позволяет реализовать биологический потенциал в масштабах области (при достижении урожайности, равной $У_к$), в лучшем случае, на 30—40 %.

В свою очередь, реализация хозяйственного потенциала урожайности $У_к$ в виде фактической урожайности $У_ф$ значительно колеблется в зависимости от степени благоприятности для данной культуры, складывающихся в конкретном году агроэкологических условий. В нашем примере условия 1985—1986 гг. были благоприятными для озимых культур. Их урожайность существенно превысила среднюю за период 1960—1986 гг. и реализация хозяйственного потенциала этих культур по всем областям оказалась довольно высокой: для озимой пшеницы — 74—82 %, озимой ржи — 66—84 %.

Таблица 16. Реализации статистического (хозяйственного) максимума У

Области	Озимая пшеница				Кукуруза			
	У	$У_ф$	$У_ф/У$	$\bar{У}_{ф*}$	У	$У_ф$	$У_ф/У$	$У_{ф*}/У_ф$
Одесская	39	29,7	76	24,2	41	21,6	53	27,4
Николаевская	40	30,7	77	23,7	38	20,1	53	22,5
Херсонская	43	35,3	82	25,2	47	27,4	59	23,4
Республика Крым	42	30,9	74	23,4	52	43,4	84	29,8
Запорожская	44	32,6	74	23,5	47	21,5	46	23,1

Примечание. $У_ф$, $У_ф$ — фактическая урожайность соответственно за 1960—1986 гг.

*) среднее за 1965—1986 гг. **) среднее за 1954—1986 гг.

Яровые культуры (кукуруза, яровой ячмень, овес) в 1986 году произрастали в более жестких условиях (дефицит осадков составил 200—300 мм) и их урожайность в областях с относительно малым процентом орошаемых земель (Одесская, Николаевская и Запорожская) оказалась ниже средней многолетней, а реализация хозяйственного потенциала снизилась до 44—53 %. В Херсонской и Крымской областях, где доля орошаемых площадей существенно выше, в определенной степени компенсировали дефицит осадков и тем самым повысили реализацию потенциала урожая овса и ярового ячменя до 56—68 %, а кукурузы в Республике Крым — до 84 %.

В южных областях Украины основным фактором, лимитирующим реализацию биолого-генетического потенциала сельскохозяйственных культур и снижающим уровень агроэкологического потенциала остается дефицит воды. Оросительные мелиорации в значительной мере устраняют его, способствуя увеличению агроэкологического потенциала и степени его реализации в виде фактического урожая $У_ф$. Эффект орошения иллюстрируется табл. 17. Здесь представлены данные о возделывании кукурузы в богарных и орошаемых условиях в 1986 г.

С апреля по август этого периода выпало в южных областях от 110 до 170 мм осадков при биологической потребности кукурузы в них 360 мм. Из-за дефицита осадков средняя урожайность зерна кукурузы на богаре составила в южных областях 13,0—19,6 ц/га.

Сравнение значений статистического максимума урожайности в орошаемых и богарных условиях показывает, что при дефиците осадков агроэкологический потенциал богарных земель ниже орошаемых в полтора—два раза. Фактическая урожайность на орошении в 1986 году превысила выход продукции на богаре в 2—3

(ц/га) основных зерновых культур в южных областях Украины в 1986 г.

Яровой ячмень				Овес				Озимая рожь			
У	$У_ф$	$У_ф/У^*$	$\bar{У}_{ф^*}/У_{ф^*}$	У	$У_ф$	$У_ф/У$	$\bar{У}_{ф^*}/У_ф$	У	$У_ф$	$У_ф/4$	$\bar{У}_{ф^{**}}$
35	18,7	51	18,7	33	15,4	47	18,3	30	19,7	66	17,7
31	18,3	56	18,2	34	15,8	46	17,7	30	21,6	72	17,7
36	21,6	60	18,5	35	19,5	56	17,6	32	22,7	71	17,1
38	25,7	68	20,3	40	23,3	58	17,9	34	28,4	84	17,0
34	20,6	60	19,3	39	17,3	44	17,6	34	23,0	68	19,1

и аа 1986 г.

раза (табл. 17). Таким образом, дефицит осадков приводит к уменьшению урожайности, ее потенциала, к снижению реализации последнего показателя в агроэкологическом измерении, н без того практически всегда довольно низкого на богаре: при поливе реализация статистического максимума урожая составляет 58—76 %, без орошения — в среднем 46 % (в Херсонской области даже 36 %).

Таким образом, статистический максимум урожайности конкретной культуры может служить мерой агроэкологического потенциала региона по отношению к ней в конкретных исторических н социально-экономических рамках способов и форм землепользования (т. е. в определенный год и при заданном уровне технологии возделывания).

При определении АЭП необходимо различать технологические мероприятия, направленные на лучшее использование климатических ресурсов региона путем их местного перераспределения (например, увеличением продуктивного испарения за счет уменьшения непродуктивного из почвы вследствие обработки ее в междурядьях посева) и те, которые улучшают местные агрометеорологические условия за счет использования дополнительных источников тепла и влаги (к примеру, орошение земель водой рек, которые подпитываются атмосферными осадками, выпавшими в других климатических регионах). В первом случае высокий уровень агротехники позволяет более полно использовать климатические ресурсы региона и существенно повышать урожайность, во втором — возрастает не только урожайность, а и ее устойчивость, благодаря дотациям ресурсов, не использованных в других регионах.

Общую оценку агроэкологического потенциала можно выразить потенциальным валовым сбором зерна на всех пахотных землях региона или средневзвешенным значением статистического максимума урожайности по формуле (1). При этом необходимо иметь в ви-

Таблица 17. Влияние орошения на реализацию хозяйственного максимума урожайности Ук зерна кукурузы и недоборы ее урожая (общего Δ Уо, $\sigma_{Уо}$ и метеорологического $\sigma_{ум}$) в южных областях Украины в 1986 г.

Область	Тип земледелия	У, ц/га	$У_ф$, ц/га	$\frac{У_ф}{У_{ст}}$ %	Δ Уо, ц/га	$\sigma_{Уо}$, %	$\sigma_{ум}$, %
Одесская	орошение	60,6	42,0	69	18,6	31	13
	богара	39,4	19,6	50	19,8	50	31
	отношение	1,54	2,14	1,24	0,94	0,62	0,42
Николаевская	орошение	49,0	34,3	70	14,7	30	17
	богара	37,0	18,2	49	18,8	51	33
	отношение	1,32	1,89	1,43	0,78	0,59	0,52
Херсонская	орошение	63,0	43,3	69	19,7	31	13
	богара	36,0	13,0	36	23,0	64	40
	отношение	1,75	3,33	1,92	0,86	0,48	32
Республика Крым	орошение	67,5	50,8	76	16,7	21	11
	богара	32,0	19,3	70	12,7	40	38
	отношение	2,10	2,64	1,08	13,3	0,62	0,29
Запорожская	орошение	62,6	35,9	58	26,7	42	13
	богара	42,0	17,9	43	24,1	57	38
	отношение	1,50	2,01	1,35	1,11	0,75	0,34
Среднее по всем областям	орошение	60,5	41,3	68	19,3	32	13
	богара	37,3	17,6	46	19,7	53	36
	отношение	1,62	2,35	1,45	0,98	0,56	0,37

Таблица 18. Содержание кормовых единиц в продукции полевых с.-х. культур*

Культура, вид продукции	Количество к. ед. в 1 кг продукции	Культура, вид продукции	Количество к. ед. в 1 кг продукции
Зерно:			
бобов кормовых	1,19	Плоды кабачков	0,06
вики	1,26	Капуста кормовая	0,25
кукурузы	1,35	Брюква	0,07
гороха	1,15	Свекла кормовая	0,14
пшеницы озимой	1,16	Свекла столовая	0,18
ячменя	1,16	Свекла сахарная	0,24
сорго	1,16	Турнепс	0,18
тритикале	1,15	Морковь кормовая	0,14
ржи озимой	1,07	Морковь красная	0,15
овса	0,96	Картофель сырой	0,31
проса	0,88	Томаты (сушеные)	1,18
сои	1,39	Кукуруза на з/к	0,21

*По Н. М. Картусь и др., 1994.

ду неодинаковую ценность продукции разных культур, выращиваемых в регионе. Отсюда необходимость выразить $У_{ст.}$ различных культур в эквивалентных показателях. Практически для всех полевых культур таким показателем может служить выход кормовых единиц с гектара пашни или со всех пахотных земель региона (табл. 18). Этот подход позволяет получить более общую оценку $АЭП_р$, чем если б шла речь лишь об урожайности зерна: в обобщенном показателе отражаются и кормовые культуры.

Умножив $У_{ст.}$ этих культур на приведенные в табл. 18 коэффициенты, получим сравнимую характеристику их продуктивности в эквивалентных показателях.

Однако и этот подход не всеохватывающий, вне его остаются овощные, бахчевые, плодово-ягодные и некоторые технические культуры. Поэтому общую продуктивность региона можно характеризовать выходом энергии, накопленной в хозяйственно-полезных органах (в МДж/га), через урожай их сухой массы. Но наиболее общая оценка агроэкологического потенциала может быть получена, если статистические максимумы урожайности всего комплекса культур выразить через экономические показатели (чистую прибыль, потребительскую стоимость и др.).

1.4. РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ АЭП В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА

Апробация метода расчета АЭП была выполнена на примере Каховского района Херсонской области. Он расположен в центре области в пределах Причерноморской низменности, по его территории проходят Каховский и Северо-Крымский каналы. Здесь преобладают черноземы южные и луговые солонцеватые почвы, сам же район находится в засушливой и даже очень засушливой зоне с мягкой зимой. По состоянию на 1990 г., площадь сельхозугодий 125 тыс. га, пахотных земель 107 тыс. га, в т. ч. 57 тыс. га — орошаемых.

Для оценки АЭП использованы статистические данные об урожайности и структуре посевных площадей за 1980—1990 гг. По этим данным были определены статистические максимумы урожайности основных культур, которые затем переведены в кормовые единицы с помощью справочника Н. М. Картусь и др. (1994).

Надо сказать, что 1990 г. по условиям температурного режима приближался к климатической норме. По количеству осадков (448 мм в Новой Каховке, а это граничит со средним показателем за 1985—

Таблица 19. Оценка агроэкологического потенциала пахотных земель Каховского района Херсонской области по статистическому максимуму урожайности с.-х. культур Уст к и его реализации а условиях орошаемого и богарного земледелия по состоянию на 1990 год*

Культура, содержание к. ед.	Тип земледелия	Посевная площадь, га	$У_{ст}$, ц/га	$У_{ф}^{к}$, ц/га	Реализация, $У_{к.ст}$ %	Недобор урожая	
						ц/га	%
Пшеница озимая (зерно), 1,16 к. ед.	орошение	11924	72,5	56,1	77,4	16,1	23
	богара	18486	55,0	31,2	56,7	24,0	44
	отношение	0,645	1,32	1,80	1,37	0,68	0,52
Ячмень озимый (зерно), 1,16 к. ед.	орошение	1440	76,0	43,3	57,0	32,7	43
	богара	1785	66,0	20,5	31,1	45,5	69
	отношение	0,807	1,15	2,11	1,83	0,72	0,62
Ячмень яровой (зерно), 1,16 к. ед.	орошение	1116	46,2	35,9	77,7	10,3	22
	богара	4284	36,0	18,5	51,4	17,5	49
	отношение	0,261	1,28	1 94	1,51	0,59	0,45
Овес (зерно), 0,94 к. ед.	богара	909	43,5	11,5	26,4	32,0	74
Кукуруза (зерно), 1,37 к. ед.	орошение	10182	84,0	65,0	77,4	19,0	23
	богара	274	34,0	7,2	21,2	26,8	79
	отношение	37,2	2,47	9,03	3,65	0,42	0,29
Просо (зерно), 0,88 к. ед	богара	472	30,5	3,4	11,1	27,1	89
Горох (зерно), 1,15 к. ед.	богара	3188	28,4	11,7	41,2	16,7	59
Клещевина (зерно), 1,16 к. ед.	богара	623	8,0	0,6	7,5	6,6	92
Соя (бобы), 1,39 к. ед.	орошение	2018	23,2	18,3	78,9	4,9	21
	богара	6074	14,4	2,0	13,9	12,4	86
	отношение	0,332	1,61	9,15	5.67	0,40	0,24
Картошка, 0,28 к. ед.	орошение	250	247	186	75,3	61	24
Кормовые корнеплоды, 0,10 к. ед.	орошение	780	1085	768	70,8	317	29
Овощи, 0,12 к. ед.	орошение	1126	300	222	74,0	78	26
	богара	191	395	150	38,0	245	63
	отношение	5,90	0,76	1,48	1,95	0,32	0,41

Культура, содержание к. ед.	Тип земледелия	Посевная площадь, га	$У_{ст}$, ц/га	$У^{*}_{\delta}$, ц/га	Реализация, $У_{\frac{к}{ст}}$, %	Недобор урожая	
						ц/га	%
Продовольственные	орошение	653	560	142	25,4	418	75
баштаны,	богара	925	200	60	30,0	140	70
0,06 к. ед.	отношение	0,706	2,80	2,29	0,85	2,99	1,07
Кукуруза на з/корм и	орошение	8714	482	380	78,8	102	21
силос,	богара	4206	272	69	25,4	203	74
0,24 к. ед.	отношение	2,07	1,77	5,51	3,10	0,50	0,28
Однолетние	орошение	4822	305	205	67,2	100	33
травы на з/к,	богара	4861	281	73	26,0	208	74
0,14 к. ед.	отношение	0,992	1,09	2,81	2,59	0,48	0,45
Многолетние	орошение	1490	315	188	59,7	127	40
безпокровные травы на з/к,	богара	189	320	126	39,4	194	61
0,18 к. ед.	отношение	7,88	0,98	1,49	1,51	0,65	0,66
Многолетние травы прош-	орошение	5172	600	476	79,3	124	21
лых лет на	богара	387	305	146	47,9	159	52
з/к, 0,24 к. ед.	отношение	13,36	1,97	3,26	1,66	0,78	0,40
Многолетние травы прош-	орошение	3161	106	83	78,3	23	2,2
лых лет на се-	богара	117	110	62	56,4	48	44
но, 0,50 к. ед.	отношение	27,0	0,96	1,34	1,39	0,48	0,50
Подпокровные многолетние травы на з/к, 0,18 к. ед.	богара	751	108	62	57,4	46	43
Кормовой баштан, 0,12 к. ед.	богара	470	288	79	27,4	209	73

*Посевная площадь под полевыми культурами: общая 106945 га, орошаемая 57023 га, богарная 49922 га Sор./S = 0,533; Sбог./S = 0,467

1990 гг.) условия близкие к многолетним данным. Восточная часть района имела дефицит осадков — 261 мм против 402 мм по многолетним данным. В табл. 19 приведены данные о фактической урожайности и ее статистическом максимуме для всех возделываемых в

районе полевых культур. Из таблицы видно, что АЭП влаголюбивых культур (сои, кукурузы) был реализован на богарных землях всего на 77—79 %. Реализация АЭП других культур в условиях орошения в 1,37—2,59 раза выше, чем на богариых. Данные этой таблицы отчетливо свидетельствуют о преимуществах орошаемого земледелия в условиях засушливой степи.

В табл. 20 и 21 приведеиа оценка АЭП пахотных орошаемых и богарных земель в эквивалентных показателях — кормовых едииицах. Как для отдельных культур, так и в целом для всего района. Так, АЭП орошаемых земель Каховского района по состоянию на 1990 г. составляла 88,6 ц/га к. ед. (средняя взвешенная велнчина), фактическая реализация АЭП — 65,4 ц/га к. ед., или 76,4 %. Для богарных земель эти величины соответственио равияются 48,2 ц/га к. ед., 20,8 ц/га к. ед. и 43,2 %. Таким образом, орошеиие способствует не только повышению АЭП пахотных земель (в условиях 1990 г. в 1,84 раза), ио и росту уровия его реализации (в нашем примере — в 1,77 раза). В конечиом счете урожайность на орошаемых землях всех культур, выраженная в кормовых единицах, в 1990 г. оказалась в 3,14 раза выше, чем — на богарных.

Агроэкологический потенциал общей посевиой площади района (табл. 22), рассчитанный с учетом доли орошаемых и богарных земель, в 1990 г. определялся 67,4 ц/га к. ед., из которых на орошаемые земли приходилось почти две трети этого потенциала и только одна треть — на богарные.

В заключение отметим вклад в общий агроэкологический потенциал района потенциалов различных культур. Основная часть пашии района используется для возделывания двух групп культур:

— зерновой (озимая пшеница, озимый и яровой ячмень, кукуруза, овес, просо, горох);

— кормовой (корнеплоды, кукуруза, травы, бахчевые культуры, кормовые смеси).

Вклад этнх групп культур в общий АЭП, соответственно, 54,6 и 39,4 %, а в АЭП богарных земель 818 и 14,7 %.

Вклад конкретных культур в общий АЭП района очень изменяется (табл. 22), но самый большой за кукурузой (33,0 %), затем озимой пшеницей (30,3 %), однолетними и многолетними травами (19,8 %). Суммарный вклад этих культур — 83,1 %. На долю других зерновых (ячмень, овес, просо) приходится 7,7 %. Среди техническнх главную роль играют подсолнечник (3,3 %) и соя (1,2 %). Овощи, картофель, бахчевые культуры, возделывание которых на орошаемых землях рентабельно, составляют только 1,6 % общего АЭП, выраженного в кормовых единицах. В то же время значение

Таблица 20. Оценка агроэкологического потенциала орошаемых пахотных земель Каховского района по урожайности в кормовых единицах (к. ед.) состоянием на 1990 год

Культура	$У^{к}_{ст}$, ц/га к. ед.	$\frac{S^{к}_{орош.}}{\Sigma S^{к}_{орош.}}$, %	$У^{к}_{ст} * \frac{S^{к}_{орош.}}{\Sigma S^{к}_{орош.}}$, ц/га к. ед.	% от АЕП района	$У^{к}_{ф}$, ц/га к. ед.	$У^{к}_{ф} \times \frac{S^{к}_{орош.}}{\Sigma S^{к}_{орош.}}$, ц/га к. ед.
Пшеница озимая, зерно	84,2	20,9	17,60	20,6	65,1	13,61
Ячмень озимый (з)	88,2	2,5	2,20	2,6	50,2	1,26
Ячмень яровой (з)	53,6	2,0	1,07	1,3	41,6	0,83
Кукуруза (зерно)	115,1	17,8	20,49	24,0	89,0	15,84
Подсолнечник	32,2	3,5	1,13	1,3	25,5	0,89
Соя (бобы)	32,2	4,2	1,35	1,6	25,4	1,07
Картошка	69,9	0,4	0,28	0,3	52,1	0,21
Овощи	36,0	2,0	0,72	0,8	26,6	0,53
Продовольственный баштан	33,6	1,1	0,37	0,4	8,5	0,09
Кормовые корнеплоды	108,5	1,4	1,52	1,8	76,8	1,08
Кукуруза на з/к и силос	115,7	15,3	17,70	20,7	91,2	13,95
Однолетние травы, з/к.	42,7	8,5	3,63	4,2	28,7	2,44
Многолетние травы, з/корм	56,7	2,6	1,47	1,7	33,8	0,88
Многолетние травы прошлых лет, з/к	144,0	9,1	13,10	15,3	114,2	10,39
Многолетние травы, сено	53,0	5,5	2,92	3,4	41,5	2,28
Сумма по району			88,55	100,0	—	65,35

*Реализация АЭП орошаемых земель в 1990 году (65,35/88,55) х 100 = 76,4 %.

Таблица 21. Оценка АЕП богарных пахотных земель Кахоаского района по урожайности в кормовых единицах (к. ед.) состоянием на 1990 год

Культура	$У^к_{ст}$, ц/га к. ед.	$\frac{S^к_{бог.}}{\sum S^к_{бог.}}$, %	$У^к_{ст} * \frac{S^к_{бог.}}{\sum S^к_{бог.}}$, ц/га к. ед.	% от АЕП района	$У^к_ф$, ц/га к. ед.	$У^к_ф * \frac{S^к_{бог.}}{\sum S^к_{бог.}}$, ц/га к. ед.
Пшеница озимая (з)	63,8	37,0	23,61	64,31	36,2	13,39
Ячмень озимый (з)	76,6	3,6	2,76	4,13	23,8	0,86
Ячмень яровой (з)	41,8	8,6	3,60	8,89	21,5	1,85
Овес (з)	40,9	1,8	0,74	0,91	10,8	0,19
Кукуруза (з)	46,6	0,5	0,23	0,24	9,9	0,05
Просо (з)	26,8	0,9	0,24	0,14	3,0	0,03
Горох (бобы)	32,7	6,4	2,09	3,17	13,4	0,66
Подсолнечник (семена)	28,8	12,2	3,51	2,64	4,5	0,55
Клещевина (семена)	8,0	1,2	0,10	0,05	0,7	0,01
Соя	20,0	0,6	0,12	0,10	2,8	0,02
Овощи	47,4	0,4	0,19	0,34	18,0	0,07
Продовольственные баштаны	12,0	1,9	0,23	0,34	3,6	0,07
Кукуруза (з/к, силос)	65,3	8,4	5,49	6,68	16,6	1,39
Однолетние травы (з/к)	39,3	9,7	3,81	4,76	10,2	0,99
Многолетние безпокровные травы на з/к	57,6	0,4	0,23	0,43	22,7	0,09
Многолетние травы прошлых лет на сено	55,0	0,2	0,11	0,29	31,0	0,06
Многолетние травы прошлых лет на з/к	73,2	0,8	0,59	1,34	35,0	0,28
Подпокровные многолетние травы на з/к	19,4	1,5	0,29	0,82	11,2	0,17
Кормовые баштаны	34,6	0,9	0,31	0,42	9,5	0,09
Сумма по району			48,25	100,0		20,82

*Реализация АЕП богар составляет 43,2 %.

Таблица 22. Оценка АЭП общей посевной площади Каховского района состоянием на 1990 год по статистическому максимуму урожайности с.-х. культур в кормовых единицах

Культура	$\delta \cdot 10^3$ Доля в общей посевной площади δ		$У^{к}_{ст} \cdot \delta$, ц/га к. ед		АЭП общей посевной площади, ц/га к. ед.	% от АЭП района
	орошаемых посевов	богарных посевов	орошаемых посевов	богарных посевов		
Пшеница озимая	111	172	9,38	11,04	20,42	30,32
Ячмень озимый	13	17	1,17	1,29	2,46	3,65
Ячмень яровой	11	40	0,58	1,68	2,26	3,36
Овес	—	08	—	0,35	0,35	0,52
Кукуруза на зерно	949	2	10,09	0,11	10,20	15,14
Просо	—	4	—	0,11	0,11	0,16
Горох	—	30	—	0,98	0,98	1,46
Подсолнечник	19	57	0,60	1,64	2,24	3,33
Клещевина	—	6	—	0,05	0,05	0,07
Соя	22	3	0,72	0,06	0,78	1,16
Картофель	2	—	0,15	—	0,15	0,22
Овощи	11	2	0,38	0,09	0,47	0,70
Продовольственные баштаны	6	9	0,20	0,11	0,31	0,46
Кормовые корнеплоды	7	—	0,81	—	0,81	1,20
Кукуруза на з/к и силос	815	39	9,44	2,56	12,00	17,82
Однолетние травы на з/к	45	45	1,93	1,78	3,71	5,51
Многолетние безпокровные травы з/к	14	2	0,78	0,11	0,89	1,32
Многолетние травы прошлых лет, сено	29	1	1,56	0,05	1,61	2,39
Многолетние травы прошлых лет, з/к	485	4	6,99	0,27	7,26	10,78
Подпокровные многолетние травы на з/к	—	7	—	0,14	0,14	0,21
Кормовые баштаны	—	4	—	0,15	0,15	0,22
Сумма по району			44,78	22,57	67,35	100,00

Таблица 23. Взаимосвязь получения валовых сборов зерна с периодичностью изменения погодных условий, ростом площадей орошаемых земель по районам Херсонской области, Украине

Годы	Годы с периодичностью изменений погодных условий			Валовые сборы зерна, тыс. т/Орошаемых земель, тыс. га					
	сухих	средних	влажных	Голопристанский р-и	Н.-Серогозский р-н	Каховский р-н	Скадовский р-н	Херсонская область	Украина, млн т
1966—1970	3	1	1	107,6	112,6	146,3	99,1	1897,6	33,4
				19,5	0,2	4,4	25,4	109,3	540,3
1971—1975	2	2	1	120,9	128,3	152,4	128,9	2179,8	40,1
				21,9	0,2	5,4	23,4	147,7	950,0
1976—1980	2	1	2	127,8	131,2	170,1	132,0	2308,0	43,2
				25,5	0,4	30,4	37,5	253,0	1535,0
1981—1985	3	2	0	115,9	111,9	180,0	125,9	2042,0	39,3
				33,0	0,4	43,7	37,8	339,0	2025,0
1986—1990	2	1	2	152,8	137,9	217,6	171,0	2640,6	48,5
				34,7	1,54	54,9	39,9	444,6	2493,2
1991—1995	3	1	1	96,3	108,7	160,0	104,3	1988,0	38,4
				35,2	3,7	60,5	39,7	466,7	2608,1

этих культур в социальном и экономическом отношении существенно выше отмечеиного процента.

Отметим, что при расчетах АЭП для ряда культур не учтен выход побочной продукции (соломы, ботвы, плетей и др.).

Орошение, являясь одним из наиболее мощных факторов, изменяющих природное соотношение влаги и тепла в почвах, а также степень использования растениями радиационной энергии, призвано сделать земледелне стабильным, устойчивым.

Однако следует отметить, что отрицательное влияние засушливых погодных условий сказывается иа урожайности и валовых сборах зерновых и в орошаемых условнях. Даже в передовых хозяйствах, научных учреждениях, на сортоучастках в засушливый год урожай зерновых культур на поливных и паровых землях снижался по сравнеиию с полученным в более влажный год.

Валовые сборы зерна за последние 30 лет по Херсоиской области определяются в значительной мере количеством сухих, средних и влажных лет, которые выпадают на пятилетки согласно периоднчности изменений погодных условий (табл. 23), проявляющейся особеиио зримо в районах с незначительными площадямн орошаемых земель (Нижне-Серогозский район). Хотя, как известно, орошение смягчает отрицательные последствия этих периодов в погоде (Каховский, Скадовский районы), но не снимает их в полной мере. Валовые сборы зерна по годам зависят от фактнческих погодных условий, удельного веса орошаемой пашни, эффективности ее использования. По сообщению Ю.А. Израэля (1987), сделанному иа основании аналнзов М.И. Будыко и других ученых, в ближайшие 15 лет будет продолжаться глобальное повышение температуры воздуха. До 2000 года она возрастет на 0,5—1,0 °С, а в дальнейшем — до 1,5 °С. Такое потепление отрицательно повлияет на прнвычный для нас режим осадков, стаиут более частыми большие перепады температур. В этих условиях должна быть четко разработана система устойчивого ведения земледелия с указанием мер, смягчающих жесткие погодные условия.

2. ОРОШАЕМЫЕ ЗЕМЛИ ЮГА УКРАИНЫ

2.1. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ОРОШЕНИЯ

Видные русские ученые В.В. Докучаев, П.А. Костычев, А.А. Измаильский, Г.Н. Высоцкий уделяли внимание разработке смелых предложений по освоению юга Украины и проектов по борьбе с засухой.

Толчком к развитию орошения в этом регионе послужили созданные здесь в результате деятельности Южно-Русской экспедиции (девяностые годы прошлого столетия) опытно-производственные орошаемые участки.

Общая площадь орошаемых земель на юге Украины до 1917 года ничтожно мала — около 17 тыс. га. В основном это мелкие участки вблизи городов и крупных сел. Выращивались на них преимущественно овощи.

Материалы проведенного в 1923—1925 гг. обследования орошаемых хозяйств юга Украины (А.И. Петровский, 1926) показывают, что наибольшее количество орошаемых хозяйств располагалось по долинам рек. В долинах балок орошаемые хозяйства были в двух местах: в устье балки Веревчиной у г. Херсона и в балке Терновой, вблизи г. Николаева.

Хозяйства на Нижне-Днепровском песчаном массиве сосредоточились главным образом вокруг города Олешки (ныне Цюрупинск), у села Радянское, Большие Копани. Средний размер орошаемых участков в пойме реки Ингула и по Веревчиной балке, по берегам Днепра — до 3 десятин. Источниками орошения, кроме рек Днепр, Ингул, служили и подземные воды. Вода на орошаемые участки подавалась с помощью примитивных водоподъемных устройств, работающих на тягловой силе животных или с помощью ручных насосов.

Все работы на орошаемых участках выполнялись вручную за исключением вспашки. Основными способами орошения были полив по грядкам, джоякам и лункам. При всем их несовершенстве в хорошо поставленном орошаемом хозяйстве урожаи приобретали устойчивость. Выгоды орошения особенно проявлялись в неурожайные годы.

Расширение площади орошаемых земель на Херсонщине обязанс строительству в 1930—1932 гг. крупнейшего консервного завода Для создания надежной сырьевой базы завода были организованы совхоз "Городний Велетень" с площадью орошаемого массива 3200 га, элитное хозяйство совхоз "Овощной", плодовые совхозы "Парижская коммуна", им. Фрунзе.

Начиная с 1957 г., вводятся в эксплуатацию орошаемые земли государственных оросительных систем и так называемого "малого" орошения. Благодаря этому площади орошаемых земель на юге Украины резко увеличиваются.

Особенно значительный прирост орошаемых земель был отмечен с 1966 года (табл. 24). За 1976—1985 гг. ежегодный прирост орошаемых земель по регнону составил более 65 тыс. га, или на 1163 тыс. га больше, чем за 1971—1975 гг. А по сравнению с 1966—1970 гг. площади орошаемых земель увеличились: по Запорожской области — в 4,8 раза, Крыму — в 2, Николаевской — в 2,7, Одесской — 3,6, по Херсонской области — в 3 раза. По темпам прироста орошаемых земель вперед вышли Одесская и Запорожская области. Вместе с тем 56 % орошаемого клина юга Украины приходится на Республику Крым и Херсонскую область. Вообще же в южном регионе Украины сосредоточено 83 % ее орошаемого фонда, здесь наблюдается и основной прирост (72 %) орошаемых земель.

Таблица 24. Рост площадей орошаемых земель на юге Украины (тыс. га)

Область	Годы				
	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990
Запорожская	44,5	84,4	154,7	200,3	245,9
Республика Крым	163,1	246,9	299,2	320,2	295,9
Николаевская	61,8	93,1	133,5	159,8	179,2
Одесская	54,4	103,1	153,8	187,3	211,8
Херсонская	131,1	195,7	307,5	376,4	414,8
Всего по региону	454,4	723,2	1048,7	1244,0	1347,6

На юге Украины введены в эксплуатацию и находится в стадии строительства ряд оросительных систем. Среди них Каховская, Северо-Крымская, Явкинская, Краснознаменская, Каменская, Северо-Рогачикская, Южно-Бугская, Спасская и другие

В соответствии с общим ростом площадей орошаемых земель заметно увеличивается и их удельный вес в общей структуре сельскохозяйственных угодий. Динамика этого процесса за последние годы приведена в табл. 25. Из приведенных данных видно, что наиболее значительным удельным весом орошаемых земель располагают Республика Крым и Херсоиская область.

Еще более высокий удельный вес орошаемых земель достигнут в отдельных хозяйствах. Особеиио высок он по числу землепользователей в Республике Крым (81,4 %), Херсонской области (71,1 %), несколько ииже — в Запорожской (55,5 %), Николаевской (44,9 %) и Одесской (42,7 %) областях.

Таблица 25. Динамика роста удельного веса орошаемых земель к площади пашни на юге Украины (%)

Годы	Области					По региону
	Запорожская	Крымская	Николаевская	Одесская	Херсонская	
1975	5,0	15,8	5,7	5,0	12,9	9,0
1976	6,1	16,8	6,1	5,6	14,2	9,2
1977	6,7	14,0	5,7	6,1	15,2	9,6
1978	7,0	17,0	6,8	6,2	16,1	10,2
1979	7,7	17,8	7,2	6,4	16,8	10,7
1980	7,9	18,0	7,7	6,8	17,7	11,1
1981	8,5	18,4	7,9	7,2	18,6	11,6
1982	9,2	18,4	8,1	7,6	19,6	12,1
1983	9,8	18,5	8,3	8,1	20,7	12,6
1984	10,3	22,7	9,0	8,9	22,0	13,7
1985	11,0	23,2	9,4	9,3	23,0	14,3
1986	11,5	23,5	9,9	9,8	23,6	14,8
1987	11,5	24,2	10,0	9,6	23,3	14,8
1988	12,5	24,5	10,7	10,1	24,0	15,5
1989	13,1	25,5	10,4	10,4	23,9	15,8
1990	13,6	25,9	10,8	13,3	24,2	16,8
1991	13,7	27,0	10,7	12,2	24,9	16,7
1992	13,7	27,6	10,8	11,2	25,6	16,9
1993	13,4	27,9	10,8	11,2	25,8	16,9
1994	13,3	28,5	11,0	11,2	26,2	17,1
1995	13,4	28,7	11,0	11,2	26,4	17,2

В настоящее время КСП, совхозы и фермерские хозяйства юга Украины имеют более 35 тысяч дождевальных машин различных марок, из них почти третья часть — широкозахватные агрегаты.

Говоря о положительных сторонах орошения, нельзя не отметить, что в последние годы стала актуальной проблема негативного, разрушающего воздействия оросительных мелиораций на почвенный покров. Интенсивная подача громадной массы оросительной воды приводит к переуплотнению, осолонцеванию, засолению земель. Это определяет задачи дальнейших исследований для решения экологических проблем оросительных мелиораций. Поэтому строительство новых и реконструкцию ранее построенных оросительных систем необходимо осуществлять с учетом достижений научно-технического

прогресса. Целесообразна разработка комплекса экологических требований к оросительным системам, обеспечивающих предотвращение подъема уровня грунтовых вод, обеднение гумусом и минеральной частью пахотных горизонтов, заболачивания, осолонцевания, ухудшения функционирования водных и наземных экосистем на ландшафтном и региональном уровнях. Следует более успешно решать современные задачи по реконструкции оросительных и дренажных сооружений в целях повышения их эффективности, улучшения общего эколого-мелиоративного состояния агроландшафта, широкого применения наукоемких технологий орошения.

Реконструируя и возводя оросительные и дренажные объекты с опреснением дренажных стоков, можно создавать замкнутые и полузамкнутые системы водопользования с экологически чистыми технологиями сельскохозяйственного производства в орошаемом земледелии. Полезным в этом направлении является опыт эксплуатации замкнутой рисовой системы в Украинской рисовой опытной станции.

Не менее важным аспектом экологизации сельскохозяйственного производства остается предупреждение стока поливных вод и эрозии почв при орошении. Для эрозионно опасных районов орошаемого земледелия необходимы разработки новых методов и технологий полива. Заслуживают внимания предложения Н.И. Блохина, Н.И. Муранцева, Ю.А. Михайлова, В.В. Морозова (1993) о необходимости введения и дальнейшего совершенствования службы эколого-мелиоративного мониторинга, как системы наблюдений, оценки и прогнозирования агроэкосистемы. Именно на основе получаемой таким образом информации возможны разработки относительно сохранения и повышения плодородия почвы. Все эти меры позволят смягчить отрицательное влияние орошения на почву и окружающую среду.

2.2. ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Первенцами крупных инженерных оросительных систем на юге Украины являются Ингулецкая и Краснознаменская системы.

Ингулецкая оросительная система. Ингулецкий орошаемый массив расположен в междуречье Южный Буг-Днепр-Ингулец, в треугольнике Николаев-Херсон-Снигиревка. Представляет собой часть Ингулецко-Бугского плато. Общая площадь массива 460 тыс. га, в т. ч. намечаемая к орошению — 290 тыс. га. Система охватывает 55 хозяйств Снигиревского и Жовтневого районов Николаевской, Белозерского, Комсомольского и Днепровского районов — Херсонской области.

Наиболее распространенные здесь — черноземы южные тяжелосуглинистые, темно-каштановые слабо- и средне-солоцеватые. Единственный надежный источник орошения — река Днепр. Часть воды, наполняющей оросительные каналы, направляется в Октябрьское водохранилище емкостью 32 млн $м^3$. Оно обеспечивает водоснабжением г. Николаев.

Гидромодуль системы составляет 0,34 *л/с* на гектар. Длина межхозяйственных и участковых каналов 1857 км. Оросительная сеть системы полностью удовлетворяет требованиям комплексной механизации сельскохозяйственных работ, а размер постоянных каналов низшего порядка позволяет применять высокопроизводительные дождевальные машины. Основной способ полива сельскохозяйственных культур — дождевание (92 %).

Для улучшения мелиоративного состояния массива, начиная с 1960 г., здесь проводятся работы по устройству противофильтрационных покрытий на магистральном и распределительных каналах. К настоящему времени эти работы выполнены на каналах, длина которых составляет 90 % от общей их протяженности.

С 1968 г. на массиве ведется строительство систем горизонтального дренажа и коллекторно-сбросной сети для защиты от подтопления орошаемых площадей и территории населенных пунктов. Сбросные воды наполняют 26 прудов. Уже к концу 1980 г. закрытый горизонтальный дренаж построен на площади 3140 га. Защищено от подтопления шесть населенных пунктов. Приняты в эксплуатацию 160 км открытых коллекторов, выполнена реконструкция внутрихозяйственной сети на площади 45 тыс. га. Для осуществления планового водопользования на системе установлено более 400 гидропостов, более 250 водомеров, внедряется телемеханика для учета и управления. Все это положительно сказалось на улучшении мелиоративного состояния системы.

Краснознаменская оросительная система расположена в южной части Херсонской области, на левом берегу Днепра. Общая площадь земель, пригодных к орошению, 186 тыс. га (по проектному заданию). Гидромодуль системы 0,51 л/с га. Вода на орошаемый массив поступает из Северо-Крымского канала. Основной способ полива — дождевание. Ввод орошаемых земель осуществлялся с 1959 по 1966 год. Значительная часть оросительной системы построена в земляном русле, без коллекторно-сбросной сети и дренажа. В процессе эксплуатации системы произошли негативные изменения гидрогеологической обстановки. В связи с этим, начиная с 1967 г., началось строительство ряда опытно-производственных участков вертикального дренажа. Ныне действуют 400 скважин водопо-

нижения. Уровень грунтовых вод опустился на 0,5—1 и 5—6 м (В.Г. Ткачук, 1979). Уже к концу 1980 г. вертикальный дренаж защищал 83 тыс. га, горизонтальный — 4,3 тыс. га. Спасены от подтопления 35 сел. Ныне интенсивно ведутся работы по реконструкции системы, ее переводят на лотковую сеть, облицованную сборными железобетонными плитами и частично закрытую в трубах. Внедряются автоматизированные системы управления.

Северо-Рогачикская оросительная система охватывает юго-западную часть Запорожской области на левом берегу Днепра. Вода поступает из Каховского водохранилища. Общая площадь орошения 206,4 тыс. га, гидромодуль системы 0,60 л/с га. Система обслуживает орошаемые земли шести административных районов области. Суммарный расход воды всех очередей Северо-Рогачикского магистрального канала 105 $м^3/с$. Протяженность первого магистрального канала 24 км, пропускная его способность в голове 11,6 $м^3/с$. Внутрихозяйственная сеть на канале закрытая. Система сооружается с учетом достижений науки и передового опыта в гидростроительстве.

Характерной чертой воднохозяйственного строительства последних лет является сооружение крупных оросительных систем. Они размещаются уже не в отдельных районах, а в двух-трех областях. Примером тому является одна из первых крупных строек на Украине — Северо-Крымский канал.

Уже при введении в эксплуатацию первой его очереди вода пришла на 187,7 тыс. га в Крыму и Херсонской области. В настоящее время строится вторая очередь. С завершением этого строительства станет орошаться еще 80 тыс. га земель в Республике Крым.

Великим источником орошения стало Каховское водохранилище. Отсюда днепровская вода самотеком достигает по Северо-Крымскому каналу г. Джанкоя, а затем разделяется на отдельные части, которые по ступенькам каскада насосных станций поднимаются на высоту 90 м.

Но в зоне Северо-Крымского канала, особенно в Присивашье, с 1964 г. начался подъем уровня грунтовых вод. Их активно подпитывали фильтрационные потери из магистрального канала, межхозяйственной и внутрихозяйственной сети, выполненной в земляном русле, непроизвольные сбросы и нарушения режима орошения. Ежегодно подъем уровней грунтовых вод колебался от 0,3 до 2 м (В. Д. Пономаренко, 1980). Для защиты от подтопления и вторичного засоления в Республике Крым введено в эксплуатацию свыше 87 тыс. га горизонтального дренажа, защищено от подтопления 132 населенных пункта.

Принимаются необходимые меры по уменьшению фильтрационных потерь и повышению устойчивости канала в связи с развитием в его основании суффозионно-неустойчивых загипсованных грунтов. С 1967 г. начато осуществленне противофильтрационных мероприятнй. Наиболее эффективной при этом оказалась облицовка откосов и дна канала бетоном по пленке. Уровни грунтовых вод в зоне таких приканальных участков понижаются на 1—2 м.

Завершается разработка проекта третьей очереди Северо-Крымского канала. Предусматривается обводнение самых засушливых районов Республики Крым — Черноморского, Сакского, Красногвардейского. Новый участок канала начинается на 26 километре Каховского канала и закончится в г. Армянске, где соединится с Раздольнецким каналом. По окончании этого строительства каждый второй гектар в Крыму станет орошаемым.

Высокими темпами ведется строительство ***Каховской оросительной системы*** — одной из самых крупных в Европе. Общая площадь орошаемых земель 600 тыс. га, первой очереди — 260 тыс. га. Источник орошения системы — Каховское водохранилнще. Отсюда вода подается Головной насосной станцией (530 $м^3/с$) в главный Каховский магистральный каиал на высоту 25 м. Эта же станция обеспечивает водой и другие оросительные системы, в частности, Приазовскую, Серогозскую, Северо-Крымский канал.

Основными почвенными разностямн массива являются черноземы южные, темнокаштановые, каштановые почвы с разной степенью осолоделости. Здесь складывается своеобразный водный режим, в ряде случаев нмеют место глеевые процессы и осолодения, которые отрицательно влияют на агрономические и нрригационные свойства почвы.

Каховская оросительная система запроектирована и строится на уровне современных достижений инженерного гидростроительства. На системе предусмотреиа внутрихозяйственная водосбросная коллекторно-дренажиая сеть. Задействована необходимая защита населенных пунктов от подтопления, вероятность которого мнимальна. Применение закрытой внутрихозяйственной оросительной сети экономит 434 млн $м^3$ поливной воды в год, не позволяя ей соединяться с грунтовыми водами.

В перспективе из главного Каховского магистрального канала будет забираться 80 $м^3$ воды в секунду и через реку Молочную подаваться в район г. Мелнтополя для ***Приазовской оросительной системы***. Она обеспечит орошение на площади свыше 280 тыс. га в Запорожской и Донецкой областях.

Краткая характеристика отдельных орошаемых массивов юга Украины и опыт их эксплуатации показывают, что для поддержания

благоприятных мелиоративных условий на орошаемых землях и предупреждения их заболачивания, засоления требуется осуществление комплекса мероприятий профилактического и радикального характера. К ним относятся строгое регулирование поливного режима в зависимости от климатических условий года, глубины залегания и качества грунтовых вод, влажности корнеобитаемого слоя. Жестко необходимо соблюдать требования по своевременному строительству коллекторно-сбросной сети, сокращению непроизводительных сбросов ирригационных вод, особенно в понижениях рельефа.

На современном этапе развития оросительных мелиораций бережное отношение к орошаемым почвам и поддержанию природно-экологического равновесия приобретают общегосударственное значение. При рыночных отношениях, разных формах собственности на землю проблемы экологизации оросительной мелиорации земель занимают место в ряду первоочередных.

С одной стороны, наследуемое владение землей, которое стало или становится законной реальностью, должно способствовать рождению нового, хозяйского отношения к орошаемым почвами и поддержанию природного экологического равновесия. С другой стороны, рыночные отношения при наличии разных форм собственности на землю создают предпосылки к активизации использования орошаемых земель с целью получения максимальных доходов от их эксплуатации. Не всегда при этом будут средства или желание своевременно и в полной мере осуществлять дорогостоящие почвоохранные мероприятия. Поэтому увеличение доли КСП, частных и индивидуальных хозяйств, которым экономически невыгодно содержать, а тем более строить оросительные системы, может привести к стихийной замене дорогостоящих энергоемких способов полива крупных орошаемых массивов на менее энергоемкие, но примитивные средства орошения небольших участков земли. Возможен вообще отказ от орошения и переход на технологии богарного земледелия. Это, конечно, предположения, для которых есть основания.

Возвращаясь к проблемам оросительных мелиораций, отметим, что в перспективе намечено реконструировать оросительные системы региона и повысить их водообеспеченность на площади 81 тыс. га. На такой же площади будет улучшено мелиоративное состояние орошаемых земель. Затраты на проведение таких работ по мелиорации должны проводиться, на наш взгляд, за счет централизованных средств государства. Только при этом условии эти работы будут выполнены своевременно и достаточно качественно.

2.4. ОРОШЕНИЕ, КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

В регионе орошаются почвы разного естественного плодородия — от наиболее плодородных южных черноземов, имеющих 60—80 баллов, до менее плодородных каштановых с бонитетом 35—45 баллов (Кармаиов, 1980).

В общей биоэнергетической системе (Волобуев, 1978) эти почвы занимают разные ряды и соответственно характеризуются разными природными коэффициентами увлажнения и радиационного баланса. При орошении эти показатели наиболее меняются в зоне каштановых почв, что свидетельствует о потенциально высокой их продуктивности, связанной прежде всего с дефицитом естественных запасов почвенной влаги и наличием огромных резервов природного тепла.

В 1966—1990 гг. наблюдался устойчивый рост урожайности практически всех сельскохозяйствеиных культур, некоторые из них на орошении увеличивали прибавку значительно быстрее, чем в неорошаемых условиях (табл. 26). Поливное земледелие обладает значительно более высоким потенциалом дальнейшего увеличения урожайности. В Херсонской области, где достигнута самая высокая концентрация орошаемых земель, урожайность большинства сельскохозяйственных культур выше, чем в других областях региона. Во многих хозяйствах регионо орошаемый гектар озимой пшеницы дает 50—60 ц/га, кукурузы на зерно — 90—100, кукурузы иа силос — 400—500, сена многолетних трав — 100—120 ц/га.

Однако отрицательное влияние засушливых погодных условий сказывается и в орошаемых условиях. От атмосферной засухи более всего страдают зерновые культуры (озимая пшеница), менее — кормовые многолетние травы. Этим объясняется тот факт, что в 1981—1985 гг., довольно неблагоприятных для сельского хозяйства региона урожайность большиистве сельскохозяйственных культур умеиьшилась, а многолетних трав — возросла и в указанные годы достигла своего максимума.

В среднем по региону в 1966—1985 гг. обеспечеи устойчивый рост производства кормов иа орошаемой площади (в пересчете иа кормовые единицы с гектара). Но эффективность орошения определяется не только общим уровнем урожайности сельскохозяйственных культур, но и прибавкой продукции в сравнении с богарной единицей площади (табл. 27).

Существенное снижение урожайности зерновых культур в 1981—1985 гг. и на ее фоне в 1976—1980 г. не связаио с регрессом эффективности орошения: прибавка урожая от орошения в 1981—

Таблица 26. Урожайность основных культур на орошаемых и богарных землях юга Украины

Культуры	Орошение					Богара				
	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990
Зерновые	39,7	40,2	41,9	37,9	55,5	22,4	24,4	24,3	21,5	25,0
Оз. пшеница	38,9	41,0	43,1	38,8	47,1	23,9	26,6	27,6	23,4	27,4
Кукуруза на зерно	36,2	43,3	47,6	39,9	42,1	26,5	25,2	25,6	21,9	25,2
Сах. свекла	337,1	326,1	323,5	241,5	304,1	229,6	203,1	250,1	176,2	168,0
Подсолнечник	17,4	18,0	18,0	17,8	18,9	15,4	14,8	14,4	13,3	11,5
Соя	10,7	11,9	10,0	11,6	14,1	6,6	4,4	7,8	7,0	7,3
Овощи	145,8	159,8	183,1	171,3	183,6	88,1	93,4	108,2	116,4	84,7
Кукуруза на силос и зеленый корм	287	296,4	329,9	309,7	297,2	116,5	126,2	152,6	154,0	103,6
Корнеплоды	348,1	438,5	560,4	533,0	646,0	217,0	241,6	296,8	258,4	230,8
Однолетние травы (в пересчете на сено)	33,8	36,8	47,3	53,9	62,2	20,3	22,4	24,3	29,4	24,9
Многолетние травы (в пересчете на сено)	49,8	55,7	62,3	68,8	90,3	22,8	26,0	33,9	37,1	38,3

1985 гг. такая же, как в 1976—1980 гг. Более того, несмотря на некоторое снижение в 1981—1985 гг. урожайности кормовых корнеплодов и сахарной свеклы, именно на эти годы приходятся максимальные прибавки урожая на орошении.

При сравнении эффективности орошения на примере отдельных культур должна учитываться относительная разница в урожае на поливных и богарных землях, выраженная в процентах. Анализируя этот показатель, приходим к выводу о высокой эффективности кукурузы на силос и зеленый корм, кормовых корнеплодов, однолетних и многолетних трав, размещаемых на орошаемых площадях. Особенно высокий эффект названных культур, выращиваемых в Республике Крым и Херсонской области.

На орошаемых землях следует размещать кормовые корнеплоды, кукурузу на зерно, силос и зеленый корм, многолетние травы и сорго. А освободившиеся площади из-под этих культур на богаре лучше всего отводить под пары.

Вследствие увеличения орошаемых площадей и урожайности на них растет доля поливного клина в общем производстве. При этом для многих культур характерна такая особенность: темпы прироста валовой продукции опережают увеличение площади поливных земель. А это также является одним из факторов интенсивного использования орошения (табл. 28).

В настоящее время в регионе орошение дает более половины валового производства овощей и сои, почти половину — многолетних трав и кормовых корнеплодов, третью часть — кукурузы на зерно. Существенно возрастает роль орошения в валовом производстве кукурузы на силос и зеленый корм, однолетних трав, озимой пшеницы.

Зона гарантированного производства зерна создается в Республике Крым и Херсонской области, где на долю орошения уже сейчас приходится 28,0—28,1 % его валового производства. Высокой концентрации на орошении достигло здесь производство кукурузы на зерно (71,1—78,9 %), сои (86,3—92,9 %), овощей (69,3—73,8 %), кормовых корнеплодов (64,7—71,4 %), многолетних трав (62,5—70,4 %).

Приведенные примеры еще раз подтверждают, что орошение — мощное средство повышения агроэкологического потенциала региона.

В то же время ряд хозяйств и целые районы региона в условиях орошения получают продукции на 30—40 % меньше расчетной. Более того, отдельные хозяйства на поливных гектарах получают урожаи ниже, чем на богарных. Среди многих причин такого положения обратим внимание на одну, наиболее характерную, общую — неудовлетворительное мелиоративное состояние земель, требующих проведения специальных работ по их качественному улучшению.

Таблица 27. Эффективность орошения по отдельным культурам в зоне юга Украины

Культуры	Прибавки урожая от орошения									
	в ц/га					в %				
	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990
Зерновые	17,3	15,8	17,6	16,4	27,7	77,2	64,8	72,4	76,3	99,6
Оз. пшеница	15,0	14,4	15,5	15,4	13,5	62,8	54,1	56,2	65,8	40,0
Кукуруза на зерно	9,7	18,1	22,0	18,0	19,1	36,6	71,8	85,9	82,2	83,0
Сах. свекла	105,7	123,0	73,4	65,3	84,1	46,8	60,6	29,3	37,1	38,2
Подсолнечник	2,0	3,2	3,6	4,5	3,7	13,0	21,6	25,0	33,8	24,0
Соя	4,1	7,5	2,2	4,6	6,8	62,1	170,4	28,2	65,7	86,0
Овощи	57,7	66,4	74,9	54,9	60,1	65,5	71,1	69,2	47,2	49,0
Кукуруза на силос и зеленый корм	171,0	170,2	177,3	155,7	137,2	146,8	134,8	116,2	101,1	86,0
Корнеплоды	131,1	196,9	263,6	274,6	351,8	60,4	81,5	88,8	106,3	120,0
Однолетние травы	13,5	14,4	23,0	24,5	32,9	66,5	64,3	94,6	83,3	112,0
Многолетние травы	27,0	29,7	28,4	31,7	52,0	118,4	114,2	83,8	85,4	136,0

Таблица 28. Доля орошения в общем производстве основных сельскохозяйственных культур и в посевных площадях по югу Украины (5 областей)

Культуры	Доля орошения в валовом производстве, %					Доля орошения к посевной площади, %				
	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990
Зерновые	4,4	8,4	12,4	16,6	18,4	2,5	5,0	7,5	10,2	12,6
Оз. пшеница	3,5	6,7	11,1	13,1	14,2	2,2	4,4	7,4	8,3	10,5
Кукуруза на зерно	2,1	8,0	23,2	33,7	43,4	1,5	4,8	14,0	21,8	29,5
Сах. свекла	11,6	9,2	8,4	10,4	12,4	8,2	6,0	6,7	7,1	9,1
Подсолнечник	0,4	2,1	2,1	3,1	5,8	0,3	0,8	1,7	2,3	4,7
Соя	21,2	41,3	66,9	77,3	81,0	14,3	20,6	61,1	67,3	69,5
Овощи	58,1	62,1	65,8	63,9	76,0	44,9	48,9	53,3	64,5	68,0
Кукуруза на силос и зеленый корм	11,9	16,2	19,9	26,3	28,7	25,2	7,6	10,3	15,0	17,8
Корнеплоды	23,2	27,7	35,0	44,3	53,4	15,9	17,4	22,2	27,8	34,2
Однолетние травы	5,7	10,4	16,3	24,4	32,7	3,5	6,6	9,1	14,9	17,7
Многолетние травы	20,0	32,2	38,9	43,2	56,3	10,3	18,1	24,2	29,2	35,3

В то же время проведеиный анализ урожайности иа поливных землях, литературные данные и опыт передовиков производства показывают, что при соблюдеиии технологической дисциплиины возделывания сельскохозяйствеиных культур орошение обеспечивает более полное и рациоиальиое использование агроэкологического потенциала, техногеиных факторов, биологические возможности культур и иа этой осиове резкое повышеиие продуктивности агрофитоценозов.

3. СЛАГАЕМЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

3.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Необходимость увеличения производства продуктов питания, защиты окружающей среды и энергетический кризис стали глобальными вопросами современности. Это обусловливает научную переоценку производственных возможностей сельского хозяйства, которая сводится к тому, что повышение эффективности сельскохозяйственного производства, в том числе интенсивного земледелия, тесно связано с развитием почвозащитных, экологически чистых и экономически рентабельных технологий возделывания с.-х. культур. Такие технологии включают рациональное использование современной производительной техники, средств химизации, высокопродуктивных, устойчивых к вредителям и болезням сортов с.-х. растений, четкую организацию, планирование и своевременное выполнение всех агротехнических мероприятий, прогрессивные формы организации труда (Н.З. Милащенко и др., 1990).

Постоянное стремление получать с сельскохозяйственных угодий высокие и стабильные урожаи нередко вызывает несовместимые с экологическими принципами ситуации. Это различные приемы химизации, непродуманные мелиорации, использование для обработки почвы мощной техники.

В настоящее время аграрное производство почти повсеместно ведется без учета факторов, нарушающих экологическое равновесие природной среды. Отсутствие научно обоснованной системы сельскохозяйственного природопользования обусловило значительное снижение воспроизводимости биосферы и, прежде всего, естественного плодородия почвы, экологической устойчивости агроландшафтов. А все это, как следствие, вызвало интенсивное развитие эрозионных процессов, деградацию пахотных земель и других сельскохозяйственных угодий.

В настоящее время в Украине водной эрозией поражено 12,2 млн га, а площадь дефляционных земель достигла 19,2 млн га, из которых эродировано 1,9 млн (Р. Иванух, 1991).

В связи с изложенным в последние годы в аграрной науке значительное внимание уделяется разработке теории интенсификации земледелия (Р. Иванух, 1991; А. П. Щербаков и В. М. Володин,

1989, 1991; А. Воронцов, 1991; Л. Лески, 1985; Г. А. Ораевская, 1989 и др.). При этом особое внимание уделяется экологизации и биологизации систем земледелия (В. Голубев и др., 1991); С. Бобылев, 1991; С. А. Воробьев, А. М. Четверня, 1987; П. А. Кирпичников, 1990; М. С. Григорьев, А. Ю. Черемисинов, 1991 и др.).

Значительное количество работ посвящено разработке теории плодородия почвы и его моделированию (А. П. Щербаков, Е. Е. Кислых, 1989; В. М. Володии, 1989; Л. А. Шишов, Д. Н. Дурманов, 1985; С. П. Позияк, 1989; Н. Ф. Бондаренко, 1989 и др.). В указанных работах земледелие определяется, как наука об агроэкосистемах, происходящих в них процессах энерго- и массообмена и приемах их направленного регулирования с помощью научно обоснованных систем земледелия. Под последним подразумевается комплекс антропогенных воздействий на почву, растений и приземный слой атмосферы с целью получения максимальной, с точки зрения экономической целесообразности, и оптимальной по количеству и качеству, с экологических позиций, растительной продукции (А. П. Щербаков, В. М. Володии, 1991). Система земледелелия определяет режим функционироваиия агроэкосистем, их устойчивость, стабильность и продуктивность. В свою очередь, характер агроэкосистемы, ее цель обусловливают систему земледелия, состав ее элементов.

Использование природных факторов в целях интеисификации земледелия должно соответствовать естествеиным закоиомериостям развнтия с.-х. растений и потенциальным возможиостям роста плодородия почвы. Характерным для развития АПК в 80-е и в иачале 90-х годов было использование в качестве основы хозяйствоваиия триединого принципа: механизация, хнмизация, мелиорация (С. Бобылев, 1991). Но в это же время недооценивались экологический, природный факторы в результате чего сложился техногеиный природоразрушающий тип развития АПК.

Печальным следствием такого типа развития АПК стало ухудшеиие качества продукции, загрязненной нитратами, тяжелыми металлами, остатками пестицидов, а в последние годы еще и радионуклидами. Сохранеиие техногениого АПК, по оценке специалистов, приведет к экологическому кризису в агросфере уже в ближайшие 10—20 лет. Поэтому техногенный подход к разработке систем земледелия иадо пересмотреть, и главным принципом развития АПК должна стать экологизация всех мероприятий по развитию сельского хозяйства, грамотный учет природных особеииостей земельиых ресурсов и агроклиматических условий территории (С. Бобылев, 1991). Интенсивиость использования биологических ресурсов агро-

экосистем нужно ограничить их способностью к возобновлению (В. Голубев и др., 1991).

Необходимость перевода систем земледелия на экологические принципы в настоящее время сомнений не вызывает. Эти принципы сводятся к следующему (А.П. Щербаков, В. Володин, 1991):

— всякую культуру следует возделывать в условиях, к которым она экологически наиболее приспособлена;

— антропогенные воздействия на почву, растения и приземный слой атмосферы не должны превышать пределы, за которыми снижается производительность агроэкосистемы, нарушаются устойчивость и надежность ее функционирования. Здесь искусство земледелия заключается именно в обеспечении высоких уровней производительности агроэкосистем при сохранении их устойчивости и надежности;

— увеличение производительности агроэкосистем может быть обеспечено только синхронным совершенствованием всех ее элементов под действием системы земледелия, иначе говоря — рост продуктивности агроэкосистемы экономически целесообразен и экологически безопасен при одновременном совершенствовании всех ее элементов.

Экологизация земледелия включает борьбу с эрозией почв, применение органических удобрений, агролесомелиорацию, травосеяние, известкование и гипсование почв, минимизацию техногенного воздействия на почвы, почвозащитные технологии обработки почвы и растения, биологические методы защиты растений, правильные севообороты, чистые пары и т. д. В орошаемых условиях существенное значение приобретают водосберегающие технологии. Результатом экологизации земледелия должно стать обеспечение простого и расширенного воспроизводства естественного плодородия почв и получение экологически чистой растительной продукции, являющейся залогом здоровья сельскохозяйственных животных и самого человека.

Таким образом, любая разрабатываемая система интенсивного земледелия должна быть социально целесообразной, экономически рентабельной и экологически безопасной.

Разработка системы земледелия начинается с определения состава и структуры агроэкосистемы для конкретных почвенно-климатических условий и решения конкретных хозяйственных (социальных) задач. В связи с этим первым важнейшим слагаемым любой системы земледелия станет создание соответствующего агрофитоценоза. Сюда входит подбор необходимых культур, сортов и гибридов; обоснование их чередования во времени и пространстве.

Иными словами — разработка севооборотов и структуры посевов в севообороте. Решение этой задачи должно выполняться с учетом уровня агроэкологического потенциала региона по отношению к каждой культуре, включенной в севооборот, почвенных и геоморфологических показателей, социально-экономических аспектов. Несоблюдение любого из этих требований приведет к резкому возрастанию энергетических затрат в земледелии (Щербаков, Володин, 1991).

Главной целевой функцией системы земледелия считается обоснование набора приемов для повышения КПД агроэкосистем с воспроизводством плодородия почвы и без нарушения требований экологической безопасности и экологической устойчивости агроэкосистемы. В связи с этим остальные слагаемые системы интенсивного земледелия должны разрабатываться и обосновываться на основе этой целевой функции. Это относится к разработке:

— систем обработки почвы;
— систем минеральных и органических удобрений;
— приемов рационализации водного режима почвы;
— интегральной системы защиты растений.

Важный элемент любой системы земледелия — строгое соблюдение технологической дисциплины. Нарушение этого требования может не только свести к нулю влияние любого интенсифицирующего фактора, но и оказать отрицательное влияние на продуктивность и экологическое состояние агроэкосистемы. Поэтому при практической реализации разработанных систем земледелия необходимо обратить особое внимание на предотвращение дезинтенсифицирующих явлений, связанных с нарушением технологической дисциплины, хозяйственными упущениями и просчетами. Они обходятся хозяйствам и всему обществу в тысячи и тысячи тонн пропавшей и недополученной продукции (Г. А. Ораевская, 1989).

Интенсивная система земледелия охватывает все, что необходимо делать на поле для обеспечения высокой продуктивности растений. Наведение порядка на земле начинается с подбора культур, освоения научно обоснованной структуры посевных площадей и обеспечения высоко эффективной фотосинтетической деятельности севооборотов. Эти факторы активно влияют на повышение урожайности только тогда, когда структура посевных площадей стала основой севооборотов, а не наоборот, и если они тесно увязаны с производственной деятельностью и природными условиями хозяйства. Подбор культур, конструирование высокопродуктивных агрофитоценозов с оптимальной площадью питания, научно обоснованная структура посевных площадей, севооборотов становится важным условием эффективного использования земли и повышения отдачи каждого ее гектара.

3.2. ПОДБОР ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КУЛЬТУР, ИХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ

Одна из осиов интеисивной системы орошаемого земледелия — правильный подбор сельскохозяйственных культур для каждого конкретного региона, способствующий более эффективному использоваиию его биоклиматического потенциала. Приоритет должен быть отдан культурам, отзывающимся иа полнвы прибавками урожаев. Кроме того, они должны обладать высокой урожайностью, зимостойкостью и устойчивостью к болезням, вредителям, отличаться экономным расходованием влаги и питательных веществ иа единицу продукции. От того, насколько интенсивно та или другая культура иакапливает в период вегетации вегетативную массу, зависит продуктивность гектара пашни в целом.

Анализ урожайности культур, проведенный иами в экспериментальных севооборотах иа Николаевской ГОСХОС показал, что к иаиболее интенсивным культурам в зоне орошаемых черноземов относится сахарная свекла. По предшественнику соя в среднем за ротацию севооборота обеспечила самый высокий выход сухой биомассы — 300 ц/га с колебаниями по годам от 250 до 350 ц/га. Эта культура обеспечивает наиболее высокий в среднем за ротацию выход кормовых единиц — 230,2 ц/га.

Не уступает по продуктивности и кормовая свекла сорта Центавр. В пронзводственных посевах, размещенных на орошаемых землях опытного хозяйства этой стаиции она обеспечивала ежегодный урожай на протяжении ротации севооборота свыше 2000 ц на каждом из 20 гектаров.

Второе место по продуктивности занимает кукуруза на зерно. В среднем за 6 лет урожай зерна 90 ц/га. Максимальный его выход (104,5 ц/га) отмечен в 1981 году. Урожайность кукурузы иа силос 645 ц/га, максимальный ее сбор — 814 ц/га отмечен в 1984 году.

Этим культурам по выходу зелеиой и сухой массы уступает люцерна второго и третьего года пользования. Ее урожайиость при орошении стабильна. В среднем за 6 лет — 675 ц/га. Наиболее продуктивна люцерна второго года жизии, и самый высокий урожай получен при первом укосе. Колебаиия урожая люцерны по годам вызваны неблагоприятными метеорологическими условиями во время ее уборки.

Наряду с культурами с длинным вегетационным периодом высокопродуктивной культурой была и остается озимая пшеница иа зерно. Она сочетается с промежуточными посевами — горохо-овсяной смесью, кукурузой на корм, редькой масличиой с овсом. Так, озимая пшеница сорта Одесская полукарликовая вегетирует осенью, в год

посева 46—48 дней, в следующем году — около 102 дней. Общий вегетационный период составлял 150—160 дней. При посеве после озимой пшеницы пожнивной кукурузы продолжительность вегетационного периода двух культур возрастает в сумме до 210—220 дней, а продуктивность гектара орошаемой пашни — в 1,6 раза. В этом случае коэффициент использования вегетационного периода приближается к единице. Более чем на 90 % используют вегетационный период посевы таких наиболее продуктивных культур как люцерна, озимая рожь в смеси с викой и кукуруза поукосного посева, суданская трава, подсеянная под горохо-овсяную смесь.

На орошаемых землях определенная роль отводится группе зерно-бобовых культур: сое, гороху, арахису. Особая их ценность в высоком содержании белка. Результаты наших исследований показывают, что урожайность зерно-бобовых культур может достигать и даже превышать 30 ц/га.

Продуктивность сельскохозяйственных культур на орошаемых темнокаштановых почвах по многолетним исследованиям характеризуется данными таблицы 29.

Эти культуры обладают высокой потенциальной урожайностью и адаптированы к почвенно-климатическим условиям региона. Обладая высокой продуктивностью, они отличаются и сравнительно высокой засухоустойчивостью и пластичностью.

Люцерна обладает повышенной засухоустойчивостью, Н. А. Максимов, Н. С. Петинов, П. А. Генкель связывают это с ее высокой водоудерживающей способностью. Растения люцерны во время засухи проявляют приспособительную реакцию: рост растений снижается, а в отдельных случаях и вообще прекращается рост отдельных побегов, боковых ветвей, опадают нижние листья, жизненные процессы замедляются. Растение, как бы переходит в анабиозное состояние,

Таблица 29. Продуктивность ведущих полевых культур на орошаемых землях*

Культуры	Урожайность, ц/га	
	средняя	максимальная
Кукуруза на зерно	91,0	132,0
Озимая пшеница	60,1	84,0
Озимый ячмень	56,7	71,2
Соя	26,8	36,8
Люцерна (сено)	175,0	262,0
Свекла кормовая	1481	2672
Свекла сахарная	665	870

*Данные ИОЗ

хотя именно в этот стрессовый период часть питательных веществ накапливается в розетке корневой шейки. При поливе жизненные процессы быстро возобновляются, люцерна снова вегетирует в полную силу.

Эта культура и после продолжительного межполивного периода обладает высокой восстановительной способностью. Противостоять обезвоживанию и быстро восстанавливать тургор растениям люцерны, даже если они лишились 35—43 % воды, позволяет хорошо развитая проводящая система, четкая работа устьичного аппарата, наличие других приспособительных реакций.

Эспарцет выделяется способиостью более экономно расходовать влагу на образование единицы продукции. В наших опытах, проведенных на Николаевской ГОСХОС, эта культура оказалась продуктивнее люцерны в первом укосе. Отметим, что оиа менее требовательна к плодородию почвы, а это позволяет без ущерба для урожая размещать ее, главным образом, на тех орошаемых землях, где люцерна растет хуже.

Ценность кукурузы — в ее засухоустойчивости, многостороннем использовании, высокой продуктивности, пластичности, комплексной механизации технологических процессов при возделываиии. Она в регионе — основное сырье для производства силоса, используется и на зеленый корм. В то же время — это высокоурожайиая зериовая культура.

Сравнительная продуктивность кормовых культур иа орошаемых землях региона по данным ИОЗ, приведена в табл. 30 и 31. Следует отметить, что стоимость кормов, производимых из люцериы и кукурузы, значительно ниже, чем из корнеплодов. Себестоимость последних высокая, так как многие технологические процессы, особенно уборка, не механизированы и осуществляются в осиовном вручную.

Устойчивое кормопроизводство на орошаемых землях региона невозможно без вовлечения в оборот таких культур, как суданская трава и сорго. Суданская трава весьма ценная культура. Она является важным компонентом схем зеленого конвеера, временных пастбищ вокруг ферм, так как обладает высокой энергией кущения, отавностью и сравнительно легко переносит вытаптывание при стравливании. Корм из суданской травы (зеленая масса, сеио) хорошо поедается животными всех видов.

Эта культура относится к теплолюбивым, исключительно засухоустойчивым, выделяясь и по этому достоинству среди других однолетних кормовых культур, одновременно превышая их по продуктивиости в 1,5—2,5 раза. Благодаря мощной корневой системе суданская трава хорошо растет на бедных эродированных и засоленных землях, используя питательные вещества из глубоких слоев

Таблица 30. Урожайность кормовых культур на орошаемых землях (по М.М. Мельникову 1985)*

Культура	Урожайность зеленой массы (ц/га)			
	Молдова	Республика Крым	Херсонская область	Краснодарский край
Многолетние травы	366	397	374	326
Кукуруза	218	369	359	253
Однолетние травы	185	194	218	205

*В среднем данные за 5 лет.

Таблица 31. Сравнительная продуктивность кормовых культур на орошаемых землях юга Украины*

Культура, вид корма	Урожайность, ц/га	Выход к. ед., ц/га	Выход переваримого протеина, кг/га
Люцерна, з/м	596,0	83,2	19,5
Люцерна, сено	169,0	77,1	20,6
Злако-бобовая травосмесь культурного пастбища, з/м	570,0	112,0	12,2
Соя, зерно	25,8	34,2	7,2
Соя, з/м	302,0	55,4	9,8
Кормовая свекла	1254,0	150,0	11,2
Кукуруза, зерно	85,0	113,0	6,2
Кукуруза	541,0	128,0	7,5
Сорго, зерно	84,6	99,1	7,3

* Данные ИОЗ в среднем за 6 лет.

почвы и может быть прекрасным компонентом при конструировании агрофитоценозов орошаемых земель.

Сорго отличается устойчивостью к воздушной и почвенной засухе, не предъявляет высоких требований к почве, прекрасный источник зерна и сочного корма. Сорго очень экономно расходует влагу на формирование единицы массы сухого вещества: транспирационный коэффициент колеблется в пределах 300—320, в два раза меньше чем у овса, гороха, свеклы, люцерны. В засушливые перио-

ды листья сорго покрываются белым кутикулярным налетом, который предотвращает чрезмерную транспирацию. В то же время мощно развитая корневая система с высокой сосущей силой способна извлекать влагу из глубоких горизонтов почвы. Важной и ценной биологической особенностью сорго считают его исключительно высокую и устойчивую по годам урожайность. Многолетние опыты, проведенные в ИОЗе, показали, что оно по продуктивности превосходит кукурузу, однолетние травы в условиях юга Украины.

В заключение следует отметить, что правильный подбор культур с учетом их бнологических и хозяйственных особенностей, экологических свойств дает возможность с высокой эффективностью, на протяжении всего периода вегетации использовать все факторы формирования высококачественного урожая, сохраняя и повышая при этом плодородие почвы и обеспечивая безопасность окружающей среды.

Наряду с подбором культур исключительно важное значение для повышения продуктивности поливного гектара приобретает правильный выбор их сортов и гибридов. В современном земледелии сорт и гибрид выступают самостоятельными факторами интенсификации и экологизации системы орошаемого земледелия. Вместе с оптимальной агротехникой сорт и гибрид решают по сути судьбу высоких и устойчивых урожаев.

Вот почему внедрение в производство лучших высокоурожайных сортов, гибридов, справедливо считают специалисты, относится к самому доступному и дешевому способу увеличения валового производства растениеводческой продукции.

Опыты, систематически проводимые в селекционно-генетическом институте "История сортосмены", позволяют реально оценить вклад селекции за последние 30—40 лет в повышение урожайности ведущей зерновой культуры озимой пшеницы.

Урожайность сортов первого этапа сортосмены (Кооператорка, Одесская 3, Одесская 16) достигала 30—35 ц/га. На втором этапе сортосмены были районированы сорта с урожайностью 43—46 ц/га (Безостая 1, Одесская 51). В настоящее время проходит третий этап сортосмены, начавшийся с внедрения интенсивных полукарликовых сортов, дающих зерна по 50 ц/га и более (Одесская полукарликовая, Южная зоря, Одесская 265, Одесская 162).

Без хорошего сорта экономическая эффективность средств, вложенных в мелиорацию земель, химизацию, обработку почвы, резко снижается. В одинаковых условиях произрастания, без каких-либо дополнительных затрат средств и труда один сорт может по урожайности превышать другой на 20—30 % и более.

Установлено, что рост мирового производства зерна в текущем столетии более чем на 40 % связан с селекционным улучшением хлебов. Роль сорта в повышении урожайности бесспорна, но ее не следует переоценивать. В частности, нельзя рассчитывать на высокий урожай, если на него сработает только внедренный один новый сорт. Возделывание нескольких сортов одной и той же культуры — это не стремление к многосортности, которую лучше избегать, а необходимое условие получения в среднем стабильно высокого урожая.

Обратим внимание на то, что возделывание нескольких сортов в пределах одной культуры вызвано объективными причинами. Пока что предлагаемые производству сорта не в одинаковой степени приспособлены к самым разнообразным и варьирующим по годам условиям выращивания. Они не обладают всем комплексом хозяйственно-полезных признаков. Да и селекционеры, создавая сорта различных хозяйственно-биологических типов, стремятся в наибольшей степени приспособить их к конкретным условиям выращивания. Отсюда главное требование к специалисту: нужно соблюдать сортовую структуру, позволяющую в каждом хозяйстве иметь несколько высокоурожайных, районированных и перспективных сортов раннего созревания, по-разному реагирующих на условия внешней среды. Скажем, приближают сроки массовой уборки культуры не только ранний сев, но и соответствующий набор сортов. Только правильное их сочетание в одном хозяйстве, районе, области, регионе обусловит высокие и стабильные урожаи. В настоящее время в каждом регионе сложилась своя система сортов. Одни из них полнее реализуют свой потенциал на высоком агрофоне, другие менее требовательны к условиям выращивания. Каждый сорт или гибрид имеет свое, присущее ему лицо, свои агротехнические и другие особенности, которые, в конечном счете, согласуясь или не согласуясь с местной спецификой, находят или не находят свое место под солнцем.

В настоящее время хозяйства страны выращивают около 3000 сортов полевых культур, в подавляющем большинстве хорошо приспособленных к возделыванию в местных почвенно-климатических условиях. Из названного выше количества около 200 сортов пшеницы, более 100 сортов и гибридов кукурузы, 120 сортов зернобобовых культур, 40 сортов и гибридов сахарной свеклы и т. п.

В результате селекционной работы в последние годы создано и районировано ряд новых сортов различных сельскохозяйственных культур для южного региона (табл. 32). Не трудно определить, что только за счет посева лучшего районированного сорта зерновых культур получают без всяких дополнительных затрат прибавки уро-

жая в пределах 2—3 ц/га, в ряде случаев — 10 и более ц/га. Кроме того, улучшается качество продукции, повышается устойчивость культур к болезням, вредителям, становится возможным механизировать уход за посевами и уборку урожая. Несмотря на достигнутый прогресс, в деле селекции в текущем пятилетии ученым предстоит решить еще ряд крупных задач, чтобы сорта и гибриды культур достигли той продуктивиости, которую, базируясь на резервах совершенствоваиия селекционного процесса, прогнозирует видиый авторитет в научном мире (табл. 33). Приведенные данные отражают не только прогресс селекции, но включают и предполагаемое усиление влияния науки на совершенствование сортовой агротехники.

Но пока еще в производстве технология возделывания сельскохозяйствеиных культур часто строится без учета сортовых особениостей. Выводы, полученные на одном сорте, распространяются на всю культуру, что недопустимо.

Таблица 32. Урожайность новых сортов, рвйонированных на юге Украины (по данным Украинской инспектуры государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур)

Культура,	Сорт	Средний урожай за годы сортоиспытания, ц/га	Прнбавка урожая к стандарту, ц/га	Примечание
Озимая пшеница	Одесская 265	60,8	3,4	сильная
	Херсонская остистая	63,1	3,6	ценная
	Одесская 162	64,0	4,5	сильная
	Находка-4	60,0	4,5	ценная
Озимый ячмень	Фермер	75,0	15,5	зерновой
	Тайна	70,0	4,5	зерновой
	Основа	90,0	9,5	зерновой
Яровой ячмень	Прерия	60,0	10,1	ценный
	Престиж	52,1	3,0	ценный
Кукуруза на зерно	Од Ма 407СВ	107,2	10,5	—
	Днепровский 472 МВ	97,5	8,3	—
Кукуруза на силос	Надднепрянская 50	650,0	50,0	—
	Днепровская 310МВ	600,0	45,0	—

Таблица 33. Прогноз потенциальной продуктивности сортов, создаваемых для условий юга Украинкы, (ц/га) (Л. К. Сечник, 1984)

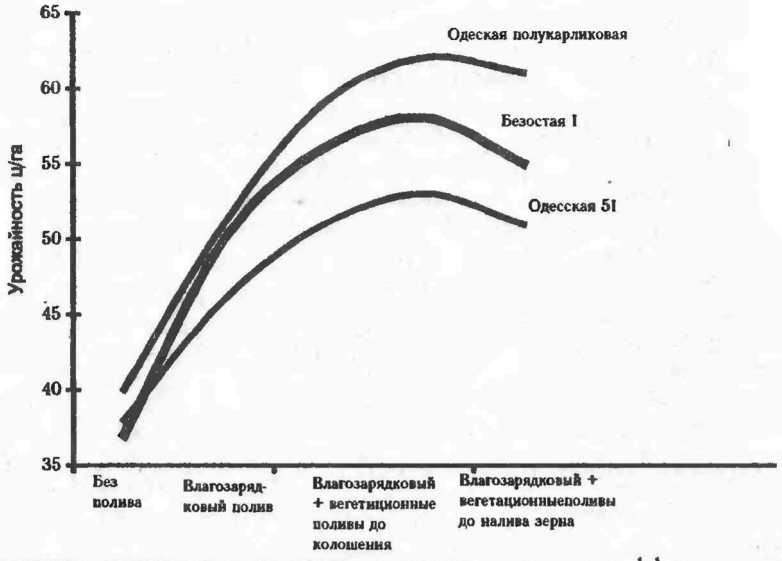
Культуры	Годы	
	1990	2005
Озимая пшеница (интенсивные сорта)	90—100	100 и выше
Озимая пшеница (полуинтенсивные сорта)	85—90	90—100
Озимая твердая пшеница	80—95	90—100
Тритикале (интенсивные сорта)	75—85	80—100
Озимый ячмень (интенсивные сорта)	70—80	85—90
Яровой ячмень (интенсивные сорта)	55—65	65—70
Сорго (сорта)	50—60	70—80
Сорго (гибриды)	75—80	90—100

Интенсификация земледелия выдвинула перед селекцией в качестве первоочередной задачи создание сортов интенсивного типа, обладающих высокой фотосинтетнческой активностью, наиболее полно использующих условия высокого агрофона и орошения. Путем возделывания сортов интенсивного типа можно резко поднять эффективность внесенных удобрений и орошения, тем самым ускорить окупаемость капиталовложений на строительство химических заводов и оросительных систем.

Для достижения поставленных задач интенсивные сорта необходимо выращивать при соответствующем уровне агротехники, наиболее полно учитывающей основные свойства сортов и, прежде всего, их реакцию на агроклиматические факторы.

Наиболее существенные различия между сортами интенсивиого и полуинтенсивного типа проявляются в реакциях на сильнодействующие факторы — удобрения, орошение. Так, по многолетним данным Николаевской сельскохозяйственной опытной станции (рис. 1) при выращивании в неорошаемых условиях сортов пшеницы Одесская 51 — полуинтенсивный сорт, Безостая 1 — интенсивный сорт и Одесская полукарликовая — интеисивный полукарликовый сорт не обнаружено больших различий в их урожайности. Возделывание этих же сортов иа фоне влагозарядного полива и различного

Рис. 1. Норма реакции озимой пшеницы на режимы орошения (Николаевская ГОСХС, 1979-85 годы)



количества вегетационных поливов выявило резкую дифференциацию уровня продуктивности. Наиболее отзывчивым на орошение оказался сорт Одесская полукарликовая, а сорт Одесская 51 наименее отзывчив.

Аналогичные данные, характеризующие реакцию сортов озимой пшеницы на различные фоны минерального питания, приведены в табл. 34. Из таблицы видно, что внесение удобрений обусловило повышение урожая Безостой-1 на 47,8 %, а Одесской полукарликовой — на 85 %. С дальнейшим повышением доз минеральных удобрений сорт Одесская полукарликовая выходит на первое место по урожайности. На контрольных участках, где посевы озимой пшеницы поливали, но не вносили минеральные удобрения, Одесская полукарликовая уступала по урожайности Безостой 1.

Изложенные результаты исследований подводят нас к такому выводу: следует избегать ошибочной практики повсеместного перехода на возделывание только сортов интенсивного типа, если они не могут быть обеспечены соответствующим агрофоном.

До последнего времени считалось, что в условиях орошения при выращивании озимой пшеницы предшественники играют меньшую роль, чем в условиях богары. Однако с созданием сортов интенсивного типа эти представления коренным образом меняются. На орошаемых площадях предшественники озимой пшеницы оказываются

Таблица 34. Урожай сортов озимой пшеницы на орошаемых площадях в зависимости от внесения минеральных удобрений, ц/га*

Сорт	Контроль, без удобрений	$N_{90}P_{90}$ до посева + N_{30} ранней весной	$N_{120}P_{120}$ до посева + P_{60} ранней весной	$N_{120}P_{90}$ до посева + N_{30} весной и N_{30} во время колошения
Безостая 1	45,1	67,5	74,9	76,2
Херсонская 153	41,6	58,3	87,3	80,3
Одесская полукарликовая	38,6	70,4	87,4	83,6

*(Собко А. А., Орлюк А. П., 1983)

Таблица 35. Урожай сортов озимой пшеницы после различных предшественников при орошении, ц/га*

Сорт	Предшественники	
	люцерна	озимая пшеница
Одесская 51	62,7	61,4
Безостая 1	65,8	62,2
Херсонская 153	74,5	72,2
Одесская полукарликовая	77,6	70,3

* (Орлюк А. П., 1986)

не равноценными, так как создают различные условия для почвенного питания этой культуры. В конкурсном испытании ИОЗ, широко распространенный сорт Одесская 51, выращиваемый после люцерны и озимой пшеницы, дал примерно одинаковые урожаи, а сорт Безостая 1 после люцерны оказался более урожайным, чем после пшеницы. Заметное различие наблюдалось в урожайности полукарликовых сортов (табл. 35).

По данным упомянутого выше учреждения, сорта озимой пшеницы в условиях орошения неодинаково реагируют на нормы высева, сроки сева, глубину заделки семян. Так, если у среднеспелых сортов загущение посевов (особенно при ранних сроках сева) приводит к их полеганию, а в конечном итоге — к снижению урожаев, то у высокоустойчивых короткостебельных сортов увеличение густоты стеблестоя, как правило, ведет к повышению урожая.

При поздних сроках сева рекомендуется увеличивать нормы высева до 5—7 млн зерен на гектар. Особенно большой эффект от этого получают, возделывая короткостебельный сорт Одесская полукарликовая. Но разреженные посевы этого сорта ведут к потерям

урожая: в условиях орошения быстро поднимаются сорняки, особенно в поздние фазы развития пшеницы, когда применение гербицидов уже исключается.

Растения новых сортов интенсивного типа (Одесская полукарликовая, Южная Зоря) с осени растут и развиваются быстрее. Если сев провести слишком рано — неизбежны перерастание и повреждения всходов злаковыми мухами и другими вредителями, а также накопление в растениях разных возбудителей болезней. Ослабленные же растения сортов интенсивного типа дают урожай значительно ниже, чем полуинтенсивного. Полукарликовые сорта, заметно уступающие растениям других сортов по длине колеоптиля, отрицательно реагируют на глубокую заделку семян. А необходимость в ней возникает в засушливую осень, когда в почве не хватает продуктивной влаги или верхний ее слой быстро высыхает даже после влагозарядного полива.

Таким образом, принципиальные различия между сортами интенсивного и полуинтенсивного типа заключаются в их различной реакции на условия выращивания. Обобщенным показателем нормы реакции сорта на условия внешней среды может быть коэффициент экологической регрессии (R), который уже широко используется не только в экспериментальных исследованиях, но и при характеристике новых сортов с целью определения возможного комплекса их агротехники.

На основе многолетних данных государственного сортоиспытания и экспериментальных исследований, проведенных на Николаевской сельскохозяйственной опытной станции, установлены коэффициенты экологической регрессии по интенсивности групп сортов озимой пшеницы (табл. 36).

Таблица 36. Реакция сортов озимой пшеницы на условия выращивания (коэффициенты экологической регрессии)*

Факторы	Группы сортов		
	полуинтенсивные	интенсивные среднерослые	интенсивные полукарликовые
Условия года	0,66	1,00	1,22
Режим орошения	0,70	0,96	1,22
Удобрения	0,60	0,96	1,32
Предшественники	0,56	1,03	1,44
Сроки сева	0,55	1,04	1,25
Среднее по факторам	0,61	1,00	1,29

*Николаевская ГОСХОС В.П.Шкумат, 1987.

Представленные в таблице данные показывают, что наибольшей реакцией на агротехнические и агроклиматические условия отличаются интенсивные сорта полукарликового типа (R>1). Сорта полуинтенсивного типа меньше реагируют на факторы внешней среды (R<1). Зная величину коэффициента экологической регрессии и нормативную прибавку урожая от действий того или иного фактора, можно предварительно прогнозировать величину прибавки урожая конкретного сорта от этого фактора. Например, в условиях южного региона вегетационные поливы в засушливые годы обеспечивают нормативную прибавку урожая в 22 ц/га (В.И. Остапов, 1984). Причем, для Одесской полукарликовой прибавка урожая от этого приема рассчитывается как произведение, полученное при умножении нормативной прибавки урожая на коэффициент экологической регрессии, соответствующей сортам интенсивного полукарликового типа, или 22х1,22=26,8 ц/га. Для сорта Одесская-51 расчет таков: 22х0,70=15,4 ц/га. Таким же путем можно рассчитать не только прибавку, но и пофакторное снижение урожайности.

Характерно, что по всем перечисленным факторам величина коэффициентов экологической регрессии близка к средней величине. Значит при прогнозировании урожая нового сорта, когда особенность его реакции на условия выращивания изучены не достаточно, важно выяснить, к какой группе интенсивности он относится. В дальнейшем специалист хозяйства, зная норму реакции сорта на факторы внешней среды (по классификации, приведенной в табл. 36) может сам определить необходимый уровень агротехники.

В последние годы опубликован ряд исследований, показывающих, что в проявлении потенциальной возможности сорта любой культуры большую роль играет система обработки почвы. Она, например, по-разному влияет на зимостойкость. Еще в 40-е годы было подмечено, что ряд слабозимостойких сортов пшеницы, выведенных на юге Украины, способны переносить суровые зимы в условиях Сибири (Т.Д. Лысенко, 1943). Оказалось, что это возможно, если сеять пшеницу по невспаханному полю с оставленной стерней. Тогда повышенная плотность почвы не позволяет образовываться крупным кристаллам льда. Мелкие же меньше повреждают узел кущения. Стерня, в свою очередь, предохраняет растение от механического воздействия пыли. Нечто подобное создается при плоскорезной обработке почвы (более высокая ее плотность, наличие стерни).

Этот фактор оказывает существенное влияние на повышение зимостойкости озимого ячменя. Посевы этой культуры даже в условиях юга страны в отдельные годы погибают после перезимовки. Факты, подтверждающие сказанное, представлены Новоодесским

сортоучастком Николаевской области. С 1976 г. здесь испытывали сорт озимого ячменя интенсивного типа Мираж. Он интересен во многих отношеннях: урожайный, раннеспелый, низкорослый, не полегает. Однако, зимостойкость у него слабая, поэтому он районирован лишь в условиях Крыма, где зимовка для него складывается преимущественно благоприятно. В Николаевской области Мираж превышает другие сорта ячменя по урожайности и в менее благоприятные зимы. Снова же: когда температура на глубине узла кущения при отвальной системе обработки почвы доходила до –14 °С, посевы этого сорта погибали, а на участках, обработанных плоскорезами сохранялись на 60 % (И. Е. Щербак, 1978).

Интенсивные сорта озимой пшеницы проявляют также высокую чувствнтельность к способам, срокам и качеству обработки почвы. Исследования, проведенные в СГИ (В. Н. Гармашов и др., 1980) показали, что все интенсивные сорта ознмой пшеницы требуют тщательной разделки почвы. Особенно к этому требовательна Одесская полукарликовая: наиболее высокую полевую всхожесть этот сорт обеспечил на фоне дисковання почвы — 68,5 %, по вспашке она уменьшнлась до 42,5 % и была ниже по сравнению с другими сортамн (59—64 %).

Некачественная разделка почвы предопределяет неравномерную глубину заделки семян. А, как уже упоминалось, у Одесской полукарликовой, имеющей короткий колеоптиль, глубокая заделка семян вызывает резкое снижение посевной всхожести. К тому же всходы появляются на 1—2 дня позже, чем у другнх сортов, н во время весенне-летней вегетацин немало растений выпадает.

У Одесской полукарликовой, размещенной на вспаханном участке, кустистость и количество узловых корней в расчете на одно растение, было меньше, чем у других сортов. Этот же сорт на задискованной площади по перечисленным выше параметрам ни в чем не уступал другим сортам.

По данным СГИ, сорт Одесская полукарлнковая дает нанболее высокую прибавку урожая (+8,6 ц/га) при замене вспашки дискованием. Другие сорта прибавляют +3,9... + 4,5 ц/га. В результате многолетних исследований, проведенных на Нниколаевской сельскохозяйственной опытной станции, была доказана принципиальная возможность замены вспашки поверхностной обработкой почвы под озимую пшеницу, выращиваемой на орошаемых землях (табл. 37).

При этом не обнаружено существенных различий по способам обработки. Практическая ценность полученных результатов заключается в возможности более широкого выбора орудий для основной обработки почвы под озимую пшеницу в условиях орошения, что значительно повышает эффективность использования техники.

Таблица 37. Урожайность (ц/га) и содержание клейковины (%) у сортов озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы в условиях орошения (Николаевская ГОСХОС, 1980—1984 гг.)

Сорт	Вспашка		Плоскорезная обработка		Поверхностная обработка	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Безостая 1	50,4	30,0	49,6	30,4	50,6	29,4
Днепровская 775	58,6	28,3	58,3	28,3	58,7	27,5
Одесская полукарликовая	56,3	27,3	55,6	28,9	56,8	27,0

Из сказанного следует: с появлением сортов интенсивного типа резко возрастает и значение агротехнических условий их выращивания, несмотря на важность сорта как самостоятельного фактора повышения урожайности, его уже нельзя рассматривать без быстро возрастающей связи с агротехникой. Только благодаря оптимальному сочетанию "сорт — агротехника" можно практически достичь уровня потенциальной урожайности сортов интенсивного типа.

В тех же случаях, когда взаимосвязь "сорт — агротехника" не выдерживается, от внедрения интенсивного сорта не только не получают ожидаемого результата, но и, возможно, ощущают потери на фоне урожайности обычных сортов.

Устойчивость к полеганию — одно из ведущих направлений в селекции высокоинтенсивных сортов. Сейчас ведутся активные работы по созданию их на короткостебельной основе. В этом свете Одесскую полукарликовую справедливо можно считать первенцем из результатов селекции на короткостебельность. Именно благодаря этому свойству сорт способен давать высокие урожаи на орошаемых землях.

Очень хорошо показал себя еще один сорт озимой пшеницы, созданный лабораторией сортов и гибридов мягкой пшеницы СГИ (С.Ф. Лифенко) и названный Южной Зарей. Этот короткостебельный сорт интенсивного типа обладает высокой засухоустойчивостью, к периоду налива зерна большая часть листьев у него находится в жизнеспособном состоянии. Так, в опытах СГИ при одинаковых условиях выращивания листовой индекс у Южной Зари в названную выше фазу составил 4,957, тогда как у Одесской 51 и Эритросперум 127 он, соответственно, 2,083 и 2,464. Это качество положительно влияет на процессы фотосинтеза. Южная Заря превосходит по урожаю и сорта полуинтенсивного типа, размещенные по наиболее распространенным предшественникам — кукурузе, однолетним травам

и даже стерневым. Добавим: Южная Заря активнее, чем другие районированные сорта, реагирует на внекорневую подкормку азотом — 30 кг/га в начале фазы налива зерна. При этом содержание клейковины в зерне заметно возрастает (С. Ф. Лифенко, А. И. Улич, 1983).

Характерной особенностью сортов интенсивного типа является то, что содержание клейковины с увеличением урожайности на орошаемых площадях не снижается. Общепризнанный ранее тезис — "орошение снижает качество зерна" в свете изучения и успешного применения оптимальной сортовой агротехники теряет свою остроту. Сейчас получено достаточно данных, показывающих, что при правильном режиме минерального питания орошение не только не снижает, но и повышает качество зерна. Так, в опытах Николаевской опытной станции (В.П. Кириченко, 1969) при внесении больших доз навоза и минеральных удобрений орошение повысило урожайность озимой пшеницы с 17,3 до 53 ц/га, белковость зерна с 14,5 до 16,4, силу муки с 225 до 291 ед.

Примечательным в этом отношении является сорт Эрнстроспе-рум 127, который даже при урожайности 90 ц/га, полученной на поливном участке, по качеству зерна остается сильной пшеницей.

В табл. 38 приведена характеристика районирования в регионе сортов озимой пшеницы. Она будет полезна агроному, выбирающему оптимальную систему сортов для условий конкретного хозяйства.

Дальнейшее увеличение урожайности кукурузы неразрывно связано с выведением и внедрением в производство новых, более продуктивных гибридов. Для районов поливного земледелия региона созданы среднеспелый гибрид Одесский 50 МВ и позднеспелый сильного направления ВИР 156 ТВ.

Далеко не использован и такой резерв производственников, как простые межлинейные гибриды. Они по урожайности превосходят двойные гибриды на 10—15 %. С 1974 г. простые гибриды впервые районируются в регионе. Это — Краснодарский 303 ТВ, Орбита-4, Таврия ТВ.

Значительным достижением в селекции кукурузы явилось создание гибридов с улучшенным аминокислотным составом белка, в частности, с увеличенным содержанием наиболее дефицитной аминокислоты — лизина. Многолетними опытами по кормлению сельскохозяйственных животных с однокамерным желудком высоколизиновой кукурузой доказана высокая эффективность такого корма. При равных затратах зерна обычной и высоколизиновой кукурузы последняя обеспечивает увеличение среднесуточных привесов свиней на 25 %. В хозяйствах региона наиболее эффективным оказался высоколизиновый гибрид Краснодарский 303 ТВ.

Таблица 38. Характеристика сортов озимой пшеницы, возделываемых в южных областях Украины

Сорт	Год регистрации	Потенциально возможная урожайность, ц/га	Группа по качеству	Дата восковой спелости	Зимостойкость (балл)	Устойчивость к полеганию (балл)
Безостая **	1959	80	сильная	26.VI—11.VII	3	5
Одесская 51*	1969	65	сильная	25.VI—10.VII	5	3
Эритросперум 127*	1977	90	сильная	27.VI—12.VII	4	4
Обрий**	1983	85	сильная	20.VI—7.VII	4	5
Одесская полукарликовая***	1980	90	ценная	25.VI—10.VII	4	5
Херсонская 86	1991	100	ценная	25.VI—8.VII	5	5
Альбатрос Одесский	1990	85	сильная	26.VI—5—10VII	5	3
Юна	1993	90	сильная	25.VI—10VII	3	4
Одесская 132	1994	90	Филер	27.VI—1—10.VII	4	5
Парус**	1983	80	твердая	15.VI—1—5.VII	3	4
Корал Одесский**	1985	85	твердая	15.VI—1—5.VII	3	4

Примечание: * — полуинтенсивные сорта; ** — интенсивные; *** — полукарликовые

Таблица 39. Использование основных элементов питания гибридами кукурузы

Гибриды	К-во опытов	Затраты на 1 т зерна, кг		
		N	P_2O_5	K_2O
Днепровский 320	12	25,5	9,2	24,2
-"- 201	3	20,7	8,1	25,3
-"- 505	2	20,6	7,1	16,1
-"- 50	4	23,8	9,0	22,8
-"- 247	9	24,5	12,0	20,2
Краснодарский 303	24	23,2	8,0	17,5
-"- 436	3	20,9	7,2	15,0
-"- 440	5	21,5	7,5	20,3
Жеробковский 86	5	17,7	7,5	20,0
Ставропольский 1	9	23,1	9,5	19,2
Воронежский 47	9	25,1	11,2	18,7
Пионер 3978	11	18,1	7,2	14,9
Среднее		22,1	8,7	19,5

Рост валовых сборов зерна кукурузы на орошаемых землях юга страны может быть обеспечен и гибридами, пригодными для выращивания по индустриальной технологии, основанной на научном программировании урожая. Такие гибриды должны непременно обладать высокой способностью использования элементов питания. Исследованиями В. И. Остапова (1984) установлены довольно пестрые различия в использовании основных элементов питания гибридами кукурузы (табл. 39).

Затраты основных элементов питания на формирование урожайности зависят от биологических особенностей гибридов и выступают одним из важнейших агрохимических показателей, используемых при определении научно-обоснованных норм обеспечения минеральными удобрениями посевов кукурузы. При выборе правильного режима минерального питания и орошения конкретного гибрида в производственных условиях передовые хозяйства нередко собирают по 120—150 ц зерна с гектара. Чтобы такие показатели перешли из разряда исключительных в разряд обычных, ученым и специалистам следует адекватно реагировать на усиливающийся поток гибридов интенсивного типа, районированных в последние годы.

Такая реакция — активная разработка эффективных научно-обоснованных приемов сортовой агротехники.

Наряду с этим важное значение имеет выбор оптимальной структуры гибридов. До последнего времени считалось, что для условий орошения скорее подходят позднеспелые гибриды, более отзывчивые на полив, эффективно использующие климатический потенциал региона. Поэтому и в рекомендациях скороспелые гибриды, когда речь шла о выращивании кукурузы на орошаемых землях, попросту не упоминались. Несмотря на то, что исследования ИОЗ, проведенные еще в 50-х годах (В. П. Подлищев, 1961), показали: повторные посевы (поукосные, пожнивные) наиболее эффективны при использовании раннеспелых сортов и гибридов, обеспечивающих высокий выход зеленой массы и початков молочно-восковой спелости. Однако до настоящего времени селекция раннеспелых гибридов, рассчитанных на возделывание в условиях орошения, ведется недостаточно.

Учитывая это, мы решили обратиться к характеристике гибридов кукурузы, районированных в южном регионе, наряду с общепринятыми показателями приводим рассчитанные предельно допустимые сроки сева, при которых еще можно надеяться на получение хозяйственно полезного урожая продукции. В основу расчетов положены потребности культуры в единицах биологически активных температур (табл. 40). Такие же сведения приводятся и для сорго, проса, гречихи (табл. 41).

Точность рассчитанных параметров для ряда сортов подтверждается исследованиями, проведенными на Николаевской Государственной сельскохозяйственной опытной станции. Они помогут безошибочно выбрать необходимые сорта для поукосного и пожнивного выращивания.

В качестве примера приведены данные по просу, в целом отражающие результаты, полученные и по другим культурам (табл. 40).

Если в условиях обычной технологии наиболее урожайной оказалась среднепоздняя группа сортов, гибридов продолжительнее использующая климатические резервы, то при пожнивном посеве и выращивании урожая, когда и время для вегетации, и тепло, и другие факторы жестко лимитированы, трудно рассчитывать на успех, не воспользовавшись скороспелой группой.

Следовательно, для орошаемого земледелия нужен широкий набор сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с различными биологическими требованиями к условиям и целям выращивания.

За последние годы произошли коренные изменения и в селекции кормовых культур. Наиболее значительным событием явилось создание и районирование новой синтетической культуры тритикале. Наибольшую известность приобрел сорт Одесский кормовой. По данным сортоучастков Николаевской области, выход его зеленой массы превысил урожайность озимой ржи на 50—70 ц/га.

Таблица 40. Характеристика гибридов кукурузы, возделываемых в южном регионе

Гибрид	Год регистрации	Потенциальная урожайность зерна, ц/га	Выход зерна из початков, %	Вегетация при обычных сроках посева, дней	Предельно допустимая дата позднего сева при выращивании	
					до полного созревания	до молочно-восковой спелости
Краснодарский 303 ТВ	1973	100	78—80	120—130	25—31.V	15—20.VI
Пионер 3978	1981	120	80—86	115—120	10—15.VI	30.VI—5.VIII
Днепровский 126 ТВ	1985	120	76—80	125—130	5—10.VI	23—28.VI
Геркулес ВЛ	1983	105	76—80	130—140	1—5.VI	20—25.VI
Днепровский 273 АМВ	1988	115	70—84	116—122	10—15.VI	30—5.VII
Борисфен 275 АМВ	1996	120	80—84	116—122	10—15.VI	30.VI—5.VII
Днепровский 288 СВ	1992	120	80—84	116—122	10—15.V	30—5.VII
Днепровский 310 МВ	1987	120	78—82	120—125	7—12.VI	27.VI—3.VII
Од Ма 310	1987	120	79—83	120—125	7—12.VI	27.VI—3.VII
Борисфен 430 АМВ	1993	130	78—80	125—130	5—10.VI	28—30.VI

Таблица 41. Характеристика сортов, гибридов сорго и крупяных культур, возделываемых в южном регионе

Сорт, гибрид	Год районирования	Область районирования	Средняя урожайность, ц/га (ГСУ)	Вегетация при обычных сроках сева (дни)	Предельно допустимая дата позднего сева при выращивании на зерно
		СОРГО			
Степной 5	1971	Одесская, Николаевская, Херсонская	55—60	135—145	25—31 V
Кубанское красное 1677	1981	Николаевская	40—45	120—125	5—10 VI
Горизонт	1982	Одесская	45—50	125—130	7—13 VI
Сатурн	1985	Одесская	50—55	120—125	6—10 VI
		ПРОСО			
Веселоподолянское 632	1972	Херсонская	25—30	65—70	15—20 VII
Мироновское 51	1973	Одесская, Николаевская	35—40	75—85	1—5 VII
Старт	1982	Николаевская	30—35	70—75	10—15 VII
		ГРЕЧИХА			
Глория	1975	Одесская	15—20	75—85	10—15 VII
Шатиловская 5	1978	Николаевская	18—24	65—75	15—20 VII
Большевик 4	1980	Херсонская	15—20	75—85	10—15 VII
Киевская	1980	Николаевская	18—24	70—80	13—18 VII
Сумчанка	1985	Николаевская	22—26	67—77	15—20 VII

Растения тритикале хорошо облиственны, не поражаются болезнями, имеют повышенное содержание сахаров, что позволяет заготавливать высококачественный ранний силос. В условиях орошения урожайность этой культуры в смеси с озимой викой достигает 650—700 ц/га.

Представляет научный, практический интерес "поведение" проса в условиях обычного и пожнивного посевов (табл. 42). Если при обычной технологии выращивания на богаре скороспелые сорта уступали по урожайности среднеспелым и среднепоздним сортам, то в условиях орошения пожнивные посевы этих же сортов вели себя совершенно иначе. Несмотря на то, что сроки вегетации растений среднеспелых и среднеранних сортов превышали вегетационный период скороспелых сортов всего на 2—5 дней. Этот незначительный выигрыш во времени весомо реализовался в выходе зерна, составляя 2,8—3,4 ц/га.

Благодаря созданию специализированных кормовых севооборотов на сортоучастках юга страны и созданию специализированных кормовых севооборотов заметно улучшился сортимент многолетних трав. Это сразу же сказалось на результатах хозяйственной деятельности производственников, обеспечивающих ежегодный прирост урожайности многолетних трав. Так, семенная продуктивность новых сортов люцерны Зарница и Надежда в пределах 5—6,5 ц/га — 2—2,5 ц/га выше, чем у ранее возделываемых сортов. С учетом этого и ряда других выигрышных особенностей оба сорта районированы на юге Украины. В производственных посевах фирм "Лиман" и "Новомаячковский" Херсонской области сорт Надежда дал урожай семян, соответственно, 8,3 и 7 ц/га. Сорт Зарница, наряду с высокой семенной продуктивностью, достигающей 6,3 ц/га, обеспечил высокий — до 700 ц/га выход зеленой массы.

Еще более высокой продуктивностью обладает сорт люцерны Унитро, который обеспечил урожай семян 10 ц зеленой массы 780 ц/га.

Таблица 42. Урожайность и продолжительность вегетации проса в условиях обычного и пожнивного посева 1981—1984 гг.*

Сорта	Обычный посев, богара		Пожнивный посев, орошение	
	урожай, ц/га	вегетация, дни	урожай, ц/га	вегетация, дни
Скороспелые	28,8	68	17,4	60
Среднеспелые	30,4	76	14,8	62
Среднепоздние	33,7	86	14,2	65

*По В. П. Шаумат.

В заключение следует отметить, что правнльный подбор культур, сортов н гибридов с учетом их биологических особенностей позволяет более полно нспользовать агроэкологический потенциал региона для формирования высокого урожая, способствуя повышению плодородия почвы, охране окружающей среды, экологизации систем орошаемого земледелия.

3.3. СТРУКТУРА АГРОФИТОЦЕНОЗОВ И УСТОЙЧИВАЯ ПАШНЯ — ВАЖНЫЕ ФАКТОРЫ ИНТЕНСИВНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

3.3.1. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ НА ОРОШАЕМЫХ И БОГАРНЫХ ЗЕМЛЯХ ЮЖНОГО РЕГИОНА

Структура агрофитоценозов на орошаемых землях является составной и неотъемлемой частью интенсивной системы земледелия. Она — постоянно действующий фактор интенсификации — без дополнительных затрат способна ощутимо повысить продуктивность поливного клина.

Орошение на юге Украины начиналось с поливных огородов, где более трети всей орошаемой площади отводнлось под овощные культуры и картофель. Позднее, с выходом полива на широкий простор коллективной ннвы (до начала строительства крупных оросительных систем) общее орошаемое поле страны использовалось так: под зерновыми — 25 %, техническими — 3,8, картофелем — 5,6, овощебахчевыми — 29,2, кормовыми культурами — 35,7 %. (Я. Лисовский, 1966).

Такую структуру посевных площадей нельзя было распространить на крупные массивы орошения, которые возводились. Да и строили их не для повторения прошлого. Более современные и масштабные гндротехнические комплексы открывали возможиости для качественно нового орошаемого земледелия, позволяющего полнее использовать его многофакторный потенциал на больших массивах. Но они выдвигают свои напряженные требования, в которых особое место отводится структуре посевных площадей. Действительно, от умелого подбора культур для орошаемых площадей зависит эффектнвность использования земель, воды, машин и трудовых ресурсов. Если с выполнением первого требования нет проблем, то остальные составляющие производства обеспечат получение наибольшего количества высококачественной продукции с единицы площади прн минимальных затратах труда и средств.

Первые оросительные системы, в частности Ингулецкая, Краснознаменская, обслуживают хозяйства, где орошаемые площади довольно резко отличаются по размерам. В свое время разреженное орошение здесь преследовало две цели: дать влагу большим земельным площадям и обучить население управлять водой. Попутно надо было решить еще и проблему использования имеющихся в хозяйствах трудовых ресурсов без значительного пополнения извне рабочей силой. В дальнейшем наращиваются орошаемые площади, меняется их соотношение с богарными землями. Конечно, Каховская оросительная система вне конкуренции. В зоне ее действия все больше хозяйств сплошного орошения, здесь предусматриваются большие капитальные вложения в освоение новых поливных массивов. Выделяемые согласно проектам ассигнования позволяют в полной мере обеспечить в хозяйствах строительство жилья для переселения рабочих, постройки производственного назначения, приобрести технику, подготовить кадры.

Структура посевных площадей орошаемых земель — часть общей структуры посевных площадей хозяйства. Здесь вырисовывается определенная тенденция: в пригородной зоне заметен повышенный удельный вес овощей и кормовых, в более отдаленных от промышленных центров зонах — преимущественно культивируются на орошаемых землях зерновые и кормовые культуры.

Чтобы иметь более полное представление о современной структуре агрофитоценозов, на основании материалов ЦСУ проанализирована динамика структуры посевных площадей за последние 25 лет на орошаемых и богарных землях юга страны (табл. 43).

С увеличением удельного веса орошаемых земель важное значение приобретает дальнейшее совершенствование структуры посевных площадей при рациональном сочетании богарного и поливного земледелия, наличия устойчивой пашни. Она совершенствуется, главным образом, в направлении подбора наиболее продуктивных культур, их сортов и гибридов.

Характерно, что хозяйства южных областей страны и Автономной Республики Крым последние 25 лет систематически улучшали структуры посевных площадей на орошении, стремясь повысить эффективность их использования. Размещали, к примеру, часть влаголюбивых культур (не считая овощей, картофеля) на орошаемых землях, разгружая богарный клин, который эффективнее используют засухоустойчивые культуры. Так, постепенно структура посевных площадей на орошаемых землях каждого хозяйства увязывалась с общей структурой посевных площадей района, области, региона.

Ведущее место в структуре его посевных площадей занимают кормовые культуры (табл. 43), площади под которыми увеличились

Таблица 43. Динамика структуры посевных площадей на орошаемых и богарных землях южного региона (в % от общей посевной площади)

Культура	Орошение					Богара				
	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990
Зерновые	28,3	35,1	37,4	38,1	37,7	50,1	52,2	54,5	54,7	53,8
в т. ч.										
озимая пшеница	13,4	16,0	18,7	14,6	15,8	27,4	27,1	27,7	26,1	26,7
кукуруза	2,4	4,9	7,5	12,9	11,5	7,2	7,6	5,5	7,5	5,7
Технические	3,7	2,3	4,0	5,9	5,9	11,8	11,9	12,0	11,5	11,9
в т. ч.										
подсолнечник	0,6	1,0	1,3	1,3	2,2	8,7	8,7	8,8	8,6	9,2
соя	0,0	0,1	1,9	3,4	2,5	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2
Овоще-бахчевые и картофель	17,2	12,7	9,9	8,0	7,3	3,4	3,5	3,5	3,6	1,8
в т. ч.										
овощи	13,8	9,9	7,6	6,0	5,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5
картофель	3,6	1,7	1,2	1,0	0,7	1,6	1,6	1,6	1,7	0,7
Кормовые	50,7	49,7	48,7	48,0	49,1	34,4	32,4	29,9	30,2	32,5
в т. ч.										
кукуруза на силос и з/к	20,1	16,1	14,0	12,7	14,0	16,6	5,3	14,6	11,6	13,3
Корнеплоды	5,4	4,3	3,8	3,2	2,9	1,3	1,6	1,6	1,3	1,1
Однолетние травы	9,8	9,0	8,0	7,1	8,9	12,2	9,9	9,6	6,6	8,5
Многолетние травы	9,1	13,3	14,3	18,4	18,0	3,6	4,7	5,3	7,3	6,8

за последнее пятилетие в 3 раза. Характерной особенностью в изменении их удельного веса в разрезе областей стала тенденция к установленню среднего показателя, близкого к 48 %. При этом поле кормовых культур в Херсонской области и Автономной Республике Крым уменьшается, а в Запорожской, Одесской и Николаевской областях, т. е. там, где меньше орошаемых земель — увеличивается.

В богарных условиях юга за последние годы поле кормовых культур заметно уменьшилось как в процентном отношении — с 34,4 до 30,2 %, так и по размерам посевных площадей — на 25 %. Такая тенденция характерна и для отдельных областей. Это еще раз указывает на исключительно важное место кормовых культур в структуре посевных площадей орошаемого земледелия (табл. 44).

С увеличением поля кормовых культур возрастает продуктивность гектара пашни. Это происходит в основном за счет расширения посевов многолетних трав. Травы, как известно, отзывчивы на орошение в условиях жесточайшей воздушной засухи. Другими словами, многолетние травы на поливном участке — своеобразный страховой фонд. При любых климатических неожиданностях он поможет преодолеть последствия неурожая других кормовых культур. Именно отсутствие такого надежного резерва в исключительно засушливом 1975 г. привело многие хозяйства района к необходимости сбросить поголовье скота и птицы. Подобное произошло и совсем недавно — в 1994 и 1995 гг.

Таблица 44. Влияние структуры посевов на продуктивность орошаемой пашни*

Структура посевов основных культур, %	в т. ч. промежуточных, %	Общая продуктивность пашни, к. ед.	в т. ч. вклад промежуточных посевов, %	Выход	
				зерна, ц/га	в т. ч. за счет промежуточных посевов, %
Зерновые — 50, кормовые — 50	50	152—7	32	31	0
Зерновые — 67, кормовые — 33	67	122,7	21	49	24
Зерновые — 100, кормовые — 0	83	116,9	22	68	23
Зерновые — 0 кормовые — 100	67	161,3	26	0	0
Зерновые — 0 кормовые — 100	100	171,6	35	0	0

*По данным Николаевской ГОСХОС — в среднем за ротацию. Лымарь А. О.

До 1966 г. в структуре кормовых культур хозяйств региона предпочтение отдавалось в основном углеводистым — кукурузе, озимым, ранним яровым злакам. Высокобелковые культуры занимали незначительные площади. Под влиянием критики травопольной системы земледелия площади под посевами многолетних трав, прежде всего люцерной пошли на убыль. Автору этих строк удалось отстоять в то время структуру посевных площадей в совхозе "Городний Велетень" Херсонской области. Здесь многолетние травы на орошаемых землях занимали 25 %, а люцерна размещалась на 800 с лишним поливных гектарах, давая львиную долю высококачественных кормов для животноводства.

Разгром "травопольщиков" обернулся бедствием для животноводческой отрасли, люцерну по сути вывели из севооборотов. Ее семеноводство, как и другой культуры — эспарцета — было запущено. Мало внимания уделялось технологии их возделывания. С изменением агрофитоценозов в кормовом клину, естественно, ухудшилось соотношение элементов питания и в рационе животных: в кормовой единице 65 г переваримого протеина, отсутствие жизненно необходимых витаминов, аминокислот. В этих условиях на единицу продукции значительно перерасходовались корма, а продуктивность животных оставалась крайне низкой. Убедившись в ошибочности отождествления травопольной системы земледелия с люцерносеянием, властные структуры терпимее стали относиться к хозяйствам, отдающим предпочтение группе высокобелковых растений — люцерне, эспарцету, накапливающим за вегетационный период до 150 кг азота в перерасчете на га. Если в 1966—1970 г. в кормовом фитоценозе региона многолетние травы занимали 9,1 %, однолетние 9,8 %, то в 1981—1985 гг. площадь бобовых трав уже увеличилась до 18,4 %, однолетних — уменьшилась до 7,1 %.

Хотя в указанные выше годы расширяются площади под многолетними травами, но их доля на орошаемых землях еще невелика (18 %) и не соответствует рекомендациям науки: 25—33 % посевных площадей в полевых севооборотах и 35—40 % — кормовых и овощных (В. И. Остапов, Е. П. Сафонова, 1986), а в севооборотах с короткой ротацией удельный вес многолетних трав рекомендуется довести до 50—60 % (М. Лупашко, 1982).

Сегодня ни у кого не вызывает сомнения то, что многолетние травы (люцерна, эспарцет, донник) должны быть обязательными культурами орошаемых севооборотов. Но ведь непомерный взлет и тяжкое падение случилось и со второй ведущей зерновой кормовой культурой — кукурузой. Только в 1986—1990 гг. стабилизируется ее удельный вес (13—14 %). Появляется она в севооборотах. Открываются определенные возможности для ее успешного возделывания

как в основных, так и промежуточных посевах. Накапливают знания ученые, опыт — практики. Сегодня речь идет об эффективности использования пашни и тепловых ресурсов региона. Без кукурузы здесь не обойтись. Но ее уже стараются превратить в союзника тех, кто работает с землей по установленному графику. Скажем, перед кукурузой, идущей на силос, ученые рекомендуют размещать промежуточные посевы озимых с викой, сурепицу, редьку масличную на зеленый корм. Все они освобождают поле до 20 мая. Подобных примеров достаточно много.

Однолетним кормовым культурам (крестоцветным, озимым и ранним яровым, бобово-злаковым смесям) отводится 7 % свободной посевной пашни. Однако эти культуры можно широко использовать и в поливных, и в повторных посевах. Найдут они свое место и на полях, используемых по схемам получения 2—3 урожаев в год. Предстоит провести большую работу по увеличению разнообразных видов и сортов кормовых культур. В частности, на перспективу необходимо расширить посевы эспарцета. На почвах с повышенной засоленностью целесообразно и необходимо сеять донник, а также его смеси с многолетними злаковыми растениями, осуществляющими по сути усиленную фитомелиорацию.

В последние годы недостаточно внимания уделяется таким засухоустойчивым и высокопродуктивным кормовым культурам, как суданская трава, сорго, а также бахчевые культуры. Между тем они в регионе значительно превосходят по продуктивности кукурузу. Чтобы иметь ранневесенний корм, нужно использовать перко, озимом рапсе, сурепице, редьке масличной, тритикале, ржи.

Опыты последних лет показывают, что значительный интерес для кормопроизводства в регионе представляет райграс однолетний многоукосный.

Большинство из названных кормовых трав — прекрасные компоненты, уплотняющие фитоценозы. И, конечно, все эти травы щедры на урожай, если для них не жалеют орошаемые участки. Площадь таких посевов необходимо расширять.

Структура посевов на таких площадях не всегда оптимальна. На орошаемых землях спецхозов, объединений фермерских хозяйств, обеспечивающих молочные фермы кормами, должны преобладать многолетние травы и однолетние многоукосные культуры, а также закладывать многолетние культурные пастбища для создания непрерывного зеленого конвейера. Это позволит интенсивно использовать пашню на протяжении всего периода вегетации и получать корма, сбалансированные по протеину.

Таблица 45. Прибавка урожая от орошения сельскохозяйственных культур в хозяйствах региона

Культуры	Прибавка урожая от орошения (средняя по южным областям)							
	ц/га				в %			
	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985
Зерновые	17,3	15,8	17,6	16,4	77,2	64,8	72,4	76,3
Озимая пшеница	15,0	14,4	15,5	15,4	62,8	54,1	56,2	65,8
Кукуруза на зерно	9,7	18,1	22,0	18,0	36,6	71,8	85,9	82,2
Кукуруза на силос и з/к	171,0	170,2	177,3	155,7	146,8	134,8	116,2	101,1
Корнеплоды	131,1	196,9	263,6	274,6	60,4	81,5	88,8	106,3
Однолетние травы	13,5	14,4	23,0	24,5	66,5	64,3	94,6	83,3
Многолетние травы	27,0	29,7	28,4	31,7	118,4	114,2	83,8	85,4

Например, в хозяйствах Херсонской области в 1966—1970 гг. кормовые культуры занимали 61,8 тыс. га посевных площадей на орошении, а в 1986—1990 гг. их площадь выросла до 210,2 тыс. га пашни. Продуктивность же поливного гектара возросла с 42,9 до 66,7 к. ед., то есть на 155,0 %. Ныне около 60,0 % всех кормов области заготовляют с орошаемых земель, а сена люцерны и корнеплодов 62,5—64,7 %. Еще выше показатели продуктивности орошаемых земель в хозяйствах Республики Крым, где кормовые культуры занимают 51,5 % пашни, а продуктивность их 68,2 ц/га к. ед. По валовому производству и качеству кормов многие хозяйства орошаемой зоны достигли высоких показателей. Однако в целом заготовляемые корма обеспечены белком лишь на 70 %, фосфором на 60—65, каротином — на 50 %. Это одна из главных причин недополученной продукции животноводства при высоких затратах кормов.

Внедренне рациональной структуры посевов во всех хозяйствах, расположенных на орошаемых землях, должно быть нацелено на устранение дефицита белка и повышения плодородия почвы за счет увелнчения площадей под люцерной, эспарцетом, доннником. Для решения белковой проблемы в кормовом клнне необходимо также иметь посевы современных сортов гороха, вики, сои.

Исследованиями Николаевской ГОСХОС установлена оптимальная структура посевов для орошаемых южных черноземов (табл. 46). Из

Таблица 46. Влияние структуры посевов на продуктивность орошаемой пашни*

Структура посевов основных культур, %	Структура посевов промежуточных культур, %	Переваримого протеина, ц/га	Общая продуктивность пашни, к. ед ц/га	в т. ч. выход	
				кормов, к. ед.	зерна, ц/га
Зерновые — 50, кормовые — 50	50	20,7	152,7	121,7	31,0
Зерновые — 67, кормовые — 33	67	15,0	122,7	73,7	49,0
Зерновые — 100	83	9,3	116,9	48,9	68,0
Зерновые — 0, кормовые — 100	67	22,9	161,3	161,3	0
Зерновые — 0, кормовые	100	19,6	171,6	171,6	0

*Николаевская ГОСХОС, среднее за 1981—1986 гг.

таблицы видно, что с увеличением в структуре посевов доли кормовых культур многоукосного использования (люцерна, эспарцет) до 100 % продуктивность гектара пашни повышается до 171,6 ц/га к. ед.

На темнокаштановых почвах опытного хозяйства ИОЗ УААН изучали в 1968—1983 гг. условия формирования структуры посевных площадей и принципы построения севооборотов с насыщением зерновыми культурами 50; 62,5 и 75 %. А в 1984—1987 гг. стационарный опыт включал исследование шестн полевых севооборотов с насыщением зерновымн культурами до 57,1—85,7 % (табл. 47).

Увеличение доли посевов зерновых культур от 50 до 85,7 % оказывает положительное влиянне на выход кормовых единнц с единицы севооборотной площади, а отрицательное — на содержание в ннх переваримого протенна.

С учетом вышесказанного в структуре посевных площадей хозяйств с развитым овцеводством и молочным скотоводством целесообразно отводить под кормовые культуры до 70 %, а в хозяйствах с мясным скотоводством, птицеводством и свиноводством — до 50—60 % пашни.

Если же говорнть в обобщенном плане о структуре посевов на орошаемом клине региона, то желательно одну его треть отвести под многолетние травы. Одновременно — широко применять смешанные посевы злаковых и бобовых культур, получив таким образом корма, сбалансированные по протеину. Целесообразно практнковать промежуточные посевы редьки масличной с овсом, ячменем, горохо-овсяные и кукурузно-соевые смеси.

Таблица 47. Продуктивность экспериментальных севооборотов в зависимости от структуры посевных площадей*

Показатель	Стационары 1968—1983 гг.			Стационары 1984—1987 гг.					
	1	2	3	1	2	3	4	5	6
Структура посевных площадей, %									
Зерновые — всего	50	62,5	75	57,1	71,4	71,4	57,1	71,4	85,7
в т. ч. кукуруза	12,5	0	12,5	28,6	28,6	57,2	28,6	42,9	71,5
озимые	25	50	50	28,5	42,8	14,2	28,5	28,5	14,2
Кормовые — всего	37,5	37,5	25	42,9	28,6	28,6	28,6	28,6	0
в т. ч. люцерна	25	25	0	42,9	28,6	28,6	28,6	28,6	0
Продуктивность 1 га севооборотной пашни									
Выход зерна, ц/га	25,8	27,0	35,5	35,1	42,7	48,3	37,3	45,6	58,7
Средняя урожайность зерновых в севообороте, ц/га	51,2	43,2	47,4	61,5	59,8	67,7	65,3	63,8	68,5
Сбор кормовых единиц — всего, ц/га	105,6	79,2	100,0	94,5	96,2	110,1	94,8	103,8	113,7
в т. ч. основной продукции, ц/га	89,6	71,8	87,6	78,5	79,0	83,8	76,8	81,8	80,5
Сбор переваримого протеина, ц/га	10,84	9,70	8,48	11,05	10,02	9,57	10,33	9,91	6,78
Всего, ц на 1 к. ед.	102,6	122,5	84,6	116,9	104,2	86,9	109,0	95,5	59,6

*И. И. Андрусенко, А. М. Коваленко, Е. О. Жуйкова, 1989.

Наши наблюдения за температурой почвы в ранневесенний период на орошаемых и богарных землях показали: в первом случае она на 2—4 °С ниже. Исходя из этого, целесообразно на полях, отводимых под посевы кукурузы на силос и смесей ее с соей, размещать как промежуточные культуры тритикале, озимую пшеницу, редьку масличную до посева основной.

Как показывает практика, площади под зерновую кукурузу, если на них размещают среднеранние гибриды, также можно занимать в

ранневесенний период промежуточными посевами без ущерба для урожая основной культуры.

Гибкость структуры посевов на орошаемой пашне, определяемая включением в нее ранних и поздних яровых, озимых культур и многолетних трав, позволяет до 30—50 % пашни в севооборотах отводить под дополнительный культурооборот — посевы промежуточных культур. Что касается изменения структуры кормовых культур в неорошаемых условиях, то она характеризуется теми же закономерностями, которые имеют место в целом на орошаемых землях юга страны.

Словом, рациональная структура кормовых фитоценозов должна предусматривать такой их набор, который обеспечивал бы максимальное и рациональное использование влаги, питательных веществ, а также — высокий КПД ФАР растениями в течение всего периода вегетации. Агрофитоценозы призваны обеспечивать максимальный выход продукции с единицы площади, причем минимальной себестоимости. А состав производимых на орошаемых землях кормов привязывается к решению следующей задачи и сбалансированию их по протеину.

В структуре посевных площадей орошаемых земель региона значительный удельный вес занимают зерновые культуры. За последние 25 лет здесь произошли существенные изменения. Так, клин под зерновыми культурами возрос в 4 раза, а его доля в общей площади посевов увеличилась с 28,0 до 37,5 % (табл. 43). Наибольшей насыщеиностью зерновыми культурами характеризуются посевная площадь Автономной Республики Крым, Одесской и Херсонской областей (38,2—39,4 %). За последние 10 лет удельный вес зерновых культур в структуре посевных площадей в основном стабилизировался на одном уровне. Тенденция к некоторому увеличению доли зерновых культур сохраняется в Николаевской области. Но это легко объяснить: здесь пока самая низкая в регионе насыщенность зерновыми культурами.

Если говорить о богарном поле региона, то зерновые культуры занимают более половины его. Их удельный вес в структуре посевных площадей увеличился на 4,7 %. Особенно большой насыщенностью зерновыми культурами отличается Херсонская область, где этот показатель за последние годы приблизился к 60 %.

Ведущее место в структуре зерновых культур орошаемых земель юга Украины отводится озимой пшенице. За 25 лет в пределах областей отмечены значительные колебания ее процентного соотношения. Однако в целом намечается тенденция к стабилизации этого показателя на уровне 16—18 %.

Находит все большее распространение озимый ячмень, являющийся высокоурожайной зерновой культурой. Нельзя не обратнть внимание на то, что зимы в последние годы оказались теплее, но суше в сравнении с соответствующими средними многолетними показателями. Это тоже одна из причин расширения посевов озимого ячменя. Следующая причина не менее серьезная. Продуктивность современных сортов озимого ячменя не только не уступает по урожайности озимой пшенице, но и в ряде районов, где он хорошо зимует, превосходит ее. Так, в Республике Крым озимый ячмень в среднем на 2,5 ц/га урожайнее озимой пшеницы. Посевные площади под озимым ячменем здесь намечено расширить до 200 тыс. га. Это — 40 % озимого клина. Значительная часть его будет размещаться на орошаемых землях.

Возможности этой культуры еще далеко не исчерпаны. Прежде всего необходимо повысить уровень агротехникн. Изменения назрели и в другом. Практически эта культура еще не получает хороших предшественников и соответствующего агрофона, хотя, будучи высокоурожайной, она в то же время универсально удобна. Озимый ячмень, к примеру, на 6—8 дней раньше озимой пшеницы освобождает поле. Это — дополнительная возможиость получения полноценного урожая другой культуры. Кроме того, ранняя уборка позволяет снять пик напряжения в уборке зерновых колосовых и раньше дать животноводческим фермам такой необходимый в это время зернофураж. Как показали исследования последних лет, достоинство озимого ячменя еще и в том, что в случае необходимости повторного размещения озимых колосовых он в меньшей степени, чем озимая пшеница, поражается корневыми гнилями. Возможность частичной замены озимой пшеницы ячменем после стерневых предшественников подтверждается результатами многолетних опытов Измаильской сельскохозяйственной опытной станции (Дмитренко, 1982). О высокой эффективности возделывання озимого ячменя в южных районах свидетельствует практика хозяйств Автономной Республики Крым. Расширение площадей под озимым ячменем позволило существенно увеличить ежегодный валовый сбор фуражного зерна в регионе. Для него районированы интенсивные высокоурожайные сорта этой культуры (табл. 48).

Продолжая речь об озимом ячмене, заметим, что и в условиях богарного земледелия следует создавать гибкую структуру озимого и ярового клина зерновых, чтобы она корректировалась в зависимостн от складывающихся погодных условий. Гарантированные предшественники — пар, занятой пар, многолетние травы, а также орошаемые земли и гектары-спутники иадо, конечно, отводить под озимую пшеницу, как наиболее ценную продовольственную культуру.

Таблица 48. Урожайность сортов озимого ячменя по сортоучасткам южного региона

Сорт	Предшественник	Области					
		Херсонская			Одесская		
		1991	1992	1993	1991	1992	1993
		Н. Троицкая станция			Березовская станция		
Рассава	горох	12,6	46,0	66,8	57,4	36,0	67,2
Буран		1362	45,5	59,8	—	—	—
Мопас		—	55,1	73,4	—	31,4	68,1
Тамань		—	49,8	73,1	—	37,7	70,3
Фермер		—	—	71,6	—	—	69,2
		Н-Серогозский сортоучасток			Измаильская гос. испытат. станция*		
Рассава	кукуруза МВС	47,7	23,1	32,9	42,9	56,3	47,4
Буран		41,5	22,3	25,5	—	—	—
Мопас		—	12,5	27,4	—	66,7	60,3
Тамань		—	—	27,6	—	68,5	59,2
Фермер		—	20,4	26,0	—	68,8	—
		Н.-Маячовская станция					
Рассава	люцерна	58,8	57,9	58,0			
Буран		72,0	57,8	73,4			
Мопас		—	51,1	67,9			
Тамань		—	52,3	58,0			

Остальные площади озимого клина — под озимый ячмень, подсолнечник, кукурузу на силос и зерно, стерневые.

В годы с благоприятно складывающимися погодными условиями в осенний период, какими были 1988, 1989 гг, следует расширять площади озимого ячменя за счет ярового. В годы, когда после непаровых предшественников из-за отсутствия влаги в пахотном слое почвы невозможно получить всходы (1986 и 1993 гг.), посев озимого ячменя в сухую почву на всей площади производить нецелесообразно. Приготовленные поля лучше оставлять под интенсивные сорта ярового ячменя — Одесский 115, Одесский 82, Рассава.

Многолетние исследования Геническая опытной станции подтверждает это. Осенью 1986 г. в Геническом районе Херсонской области посев озимых в сухую почву после непаровых предшественников был проведен только на 55 % отведенной площади. Весной 1987 г. подготовленные к осени поля засеяли яровым ячменем. Урожай озимой пшеницы составил 17,5, а ярового ячменя — 27,4 ц/га. Такой маневр не нарушает чередование культур в севообороте и делает структуру зернового клина более устойчивой.

Особое внимание на орошаемых землях следует уделить гороху. Благодаря наличию на корнях клубеньков с азотфиксирующими бактериями горох оставляет после себя за вегетационный период 15 кг/га азота. Поэтому он считается одним из лучших предшественников большинства сельскохозяйственных культур, позволяет после его уборки получить полноценный урожай проса, гречихи. По данным Николаевской ГОСХОС, в среднем за 7 лет урожай сортов гороха на орошаемых землях составил 35—40 ц/га.

Важнейшая культура на орошаемых землях, как уже подчеркивалось,— кукуруза. Площади под этой культурой на зерно за последние 25 лет на орошаемых землях увеличились в 14 раз, а их доля в структуре посевных площадей возросла с 2,4 до 11,6 %. Особенно высок ее удельный вес в Одесской и Херсонской областях (14,7—16,5 %), а в Автономной Республике Крым за годы текущей пятилетки посевные площади кукурузы настолько выросли, что превысили клнн озимой пшеницы.

На оросительных системах с гидромодулем 0,45 л/с га и более до 70 % площадей в зерновой группе необходимо отводить под кукурузу на зерно. Особенно в засушливые годы. Она по продуктивности превышает озимую пшеницу на 34,0 ц/га, яровой ячмень — на 40 ц/га (В. И. Остапов и др., 1987).

По данным опытов ИОЗ, за две ротации восьмипольных севооборотов (1968—1983 гг) наиболее высокой продуктивностью отличалась кукуруза — 74,9 ц/га. Урожайность ярового ячменя — на 40 ц/га ниже озимой пшеницы — 24,8 ц/га (табл. 49).

В жаркие и засушливые годы, когда урожайность озимых и яровых колосовых культур значительно снижается, урожайность кукурузы бывает значительно выше. В острозасушливые 1979, 1980 и

Таблица 49. Урожайность зерновых культур в плодосеменном орошаемом севообороте при разной влагообеспеченности года, ц/га (1963—1983 гг.)

Культура, предшественник	Влагообеспеченность в годы исследований			
	влажные	средневлажные	средние	среднесухие
Кукуруза	77,8	82,9	65,7	69,0
Озимая пшеница по пласту люцерны	51,7	52,9	51,3	43,2
Озимая пшеница по силосной кукурузе	49,0	46,8	47,0	41,6
Яровой ячмень	40,5	35,5	39,1	25,8

1981 гг., урожай озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании ИОЗ на орошаемом участке составил 52,4, а кукурузы — 95,5 ц/га. Во влажные и прохладные 1976, 1978 гг., соответственно, 72,5 и 88,6 ц/га. Ясно, что в острозасушливые годы на устойчивой пашне необходимо размещать посевы зерновой кукурузы, как самой высокоурожайной культуры.

Но при этом необходимо использовать и другие выгодные ее особенности. Если воспользоваться, к примеру, среднеранними гибридами типа Пионер, после его уборки на зерно останется время для размещения в оптимальные сроки посевов озимой пшеницы. При таких условиях кукуруза обеспечивает 80—90 ц/га зерна, а озимая пшеница сорта Обрий дает 60—65 ц/га. Опыт таких маневров с сортами и видами культур накоплен в Каланчакском районе Херсонской области.

При уборке кукурузы следует учитывать сложности с доведением ее зерна до стандартной влажности. Промышленная сушка связана со значительными энергетическими затратами: 25—55 кг жидкого топлива на 1 т зерновой массы существенно увеличивает общую энергоемкость производства. А если влажность зериа 27—28 %, его необходимо дважды пропустить через сушильные агрегаты и, значит, удвоить энергетические затраты. В связи с этим в хозяйствах региона получает широкое распространение силосование и консервирование зерна кукурузы повышенной влажности. Его технология позволяет на 10—12 дней раньше освобождать поле без снижения продуктивности культуры. По данным Н. И. Володарского (1975), накопление сухого вещества в зеленой массе кукурузы имеет определенные закономерности (табл. 50).

Говоря об овоще-бахчевых культурах, отметим, что эта отрасль растениеводства, играя исключительно важную роль в обеспечении населения продуктами питания, занимает довольно скромное место на пахотном поле — 99,0 тыс. га, или 6,0 % посевной

Таблица 50. Продуктивность кукурузы при уборке в разные фазы вегетации

Фаза вегетации кукурузы при уборке	Урожайность, ц/га		
	зеленой массы	сухого вещества	протеина
Молочная спелость	267	61	6,6
Молочно-восковая спелость	277	85	8,5
Восковая спелость	241	95	10,2
Полная спелость	161	90	7,7

площади региона. Правда, по сравнению с 1966—1970 гг. данная группа культур уменьшилась в 2 с лишним раза.

В пригородных хозяйствах, расположенных около промышленных центров, поливные земли используют под овощные культуры. Это позволяет обеспечить свежими овощами всех сроков потребления не только население промышленных центров, но и консервную промышленность, появляется возможность определенное количество овощей в свежем и переработанном виде вывозить за пределы области и региона.

В увеличении производства овощей значительное место отводится культуре томатов. Они — одна из основных овощных культур, возделываемых на юге. Прекрасные консервные, питательные и вкусовые достоинства обуславливают большой спрос населения на свежие томаты, продукцию из них консервной промышленности. Более половины продаваемой хозяйствами региона овощеводческой продукции составляют томаты. В южных областях кроме того, выращивается более 80 % перцев и баклажанов, возделываемых в Украине.

Но культивирование томатов без орошения в условиях засушливой южной зоны тесно зависит от количества и своевременности осадков. Из-за недостатка влаги в почве растения помидор не могут в полной мере использовать тепло, свет и питательные вещества. Даже высокая агротехника не спасет, если о богаре забудут дожди.

Под картофель отводятся незначительные площади. Они в основном предназначены для обеспечения региона собственным ранним картофелем. Но в связи с перманентным удорожанием энергетических ресурсов и неуклонным повышением цен на транспортные услуги завозить картофель на зиму из северных областей Украины все более невыгодно. Его пытаются теперь выращивать для этой цели в неблагоприятных климатических условиях южного региона.

Анализ динамики посевных площадей бахчевых культур свидетельствует: наибольшие площади они занимали в 20—40-е годы. Точнее — в самые засушливые периоды из этих лет, как важный элемент устойчивого ведения земледелия в регионе бахчевые культуры отличаются высокой засухоустойчивостью, стабильной продуктивностью. В то же время они всегда были самым доступным продуктом питания человека, являясь, как известно, и лечебным средством. Юг Украины был и остается основным поставщиком бахчевой продукции, она в основном выращивается на неполивных землях, выступая постоянно важным фактором повышения эффективности богарного земледелия.

Таблица 51. Урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых и богарных землях региона, ц/га

Культуры	Орошение					Богара				
	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985	1986—1990
Кукуруза на силос и з/к	287,5	296,4	329,9	307,9	297,2	116,5	126,2	152,6	151,9	169,0
Кормовые корнеплоды	348,1	483,5	560,4	503,1	646,0	217	241,6	296,8	214,3	294,2
Однолетние травы, сено	33,8	36,8	47,3	52,8	62,2	20,8	22,4	24,3	26,3	29,3
Многолетние травы, сено	49,8	55,7	62,3	69,8	90,3	22,8	26,0	33,9	35,6	38,3
Кормовые, к. ед.	44,2	53,3	60,0	61,4	—	17,6	19,5	22,2	22,7	27,8
Зерновые	39,7	40,2	41,9	37,9	55,5	22,4	24,4	24,3	21,5	27,8
Оз. пшеница	38,9	41,0	43,1	38,8	47,1	23,9	26,6	27,6	23,4	33,6
Кукуруза на зерно	36,2	43,3	47,6	39,9	42,1	26,5	25,2	25,6	21,9	23,0
Сахарная свекла	337,1	326,1	323	241	304,1	229	203	250	176	220
Подсолнечник	17,4	18,0	18,0	17,8	18,9	15,4	14,8	14,4	13,4	15,2
Соя	10,7	11,9	10,0	11,6	14,7	6,6	4,4	7,8	7,0	7,9
Овощи	145,8	159,8	183,1	171,3	183,6	88,1	93,4	108,2	116,4	123,5

С развитием в регионе орошаемого земледелия начали формироваться зоны гарантированиого производства бахчевых культур. Опыты Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства убеждают в том, что в условиях орошеиия можно получать 40—60 т/га арбузов, на отдельных делянках — до 80 т/га. При этом качество плодов не хуже выращенных на богаре, а в ряде случаев — лучшее. Так, на делянках, где поливы проводились при 80 % НВ в активном слое почвы, а минеральные удобрения вносились на запланированный в 60 т/га урожай, фактически собрали по 63 т/га арбузов, в них сумма сахаров составила 9,1 %. На контроле без орошения урожайность 12 т/га, а содержание сахаров — 8,4 %.

Использование орошаемых земель позволило сократить площади под бахчевыми культурами, не уменьшая количества получаемой продукции. Освободившиеся земли представилась возможность использовать под расширение зернового клина.

Происходят существенные перемены и в структуре посевных площадей технических культур на орошаемых землях. Так, если в 1966—1970 гг. ведущей технической культурой региона считалась сахарная свекла, возделываемая в Николаевской, Одесской и Херсонской областях, то в 1971—1975 гг. почти половину посевных площадей технических культур занимал уже подсолнечник. В 1976—1985 гг. на первое место выходит соя. Особенно быстро увеличивались посевные площади под соей в Автономной Республике Крым и Херсонской области.

Соя не имеет себе равных по универсальности использования — хороша в пище, незаменима в кормах. Эта культура иакапливает за вегетационный период до 60 кг/га азота. Отличается богатым химическим составом. В ее семенах 38—45 % и более белка, а в зеленой массе его 16—20 %. Довольио высокое содержаиие масла — 19—24 %. Большое разнообразие зольных элементов, витаминов, ферментов и других ценных веществ. Белок по составу аминокислот и усвояемости блнзок к белкам животных. Сама природа отвела сое особое место в решении белковой проблемы. Это обуславливает расширение площадей под сою на орошаемых землях.

В Запорожской области ведущее место в структуре технических культур сохраняет подсолнечиик. Сахарная свекла осталась ведущей технической культурой лишь в Николаевской области. Здесь сосредоточено 96 % ее посевных площадей на орошаемых землях юга Украины. В последние годы расширяются площади ее выращивания в хозяйствах Херсонской области, как культуры экономически выгодной.

Стоит позаботиться о распространении на орошаемых землях региона такой важной культуры, как арахис. В довоенный и сразу в

послевоенный период здесь были сравнительно небольшие площади его посева на неорошаемых землях. Сегодня, когда появились проблемы с обеспечением арахисом, производимым в среднеазиатских республиках, следует его возделывать на песчаных орошаемых землях южного Приднепровья. Проведенные в 1993—1995 гг. исследования на Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства подтверждают реальность такой позиции.

Без арахиса Украине не обойтись. Он, будучи источником высококачественного масла и белков, находит разностороннее применение в пищевой промышленности. В семенах арахиса содержится до 50—55 % жира, 25 % белка, 13 % углеводов, а стебли этого растения по своим питательным качествам близки к люцерне, используются на корм животным, корни же обогащают почву азотом.

До 1930 года посевы арахиса в Украине незначительны, к началу Великой Отечественной войны их расширили до 11 тысяч гектаров, что было потом — известно. В 60-е годы эта культура выращивалась только отдельными энтузиастами.

Опыт передовых хозяйств Херсонской, Николаевской, Днепропетровской и других южных областей оставляет надежду на лучшее: 25 ц бобов арахиса с орошаемого гектара получают там, где профессионально работают с этой удивительной культурой.

Проведенный экономический анализ производства на орошаемых землях продукции технических культур указывает на их высокую рентабельность. Именно такие культуры, включая уже давно известные — сахарную свеклу, подсолнечник, рапс, сою — должны, в конечном счете, окупать затраты на оросительные мелиорации, дать ей второе дыхание в нелегкий период становления рыночных отношений.

3.3.2. "УСТОЙЧИВАЯ ПАШНЯ", КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ЮГЕ УКРАИНЫ

В условиях юга Украины особую значимость приобретает наличие "устойчивой пашни", которая учитывается при разработке интенсивных основ системы земледелия, разработке структуры посевных площадей на орошаемых и богарных землях. Под термином "устойчивая пашня" мы определяем ту ее часть, которая независимо от колебаний погодных условий способна ежегодно обеспечить более стабильную по отношению к остальной пашне продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур. Слагаемые "устойчивой пашни": орошаемые земли, гектары-спутники, паровые поля, а

также неорошаемые земли с высоким уровнем грунтовых вод, уровень минерализации которых до 1,5 г/л.

Удельный вес "устойчивой пашни" в общей площади пахотных земель по региону различен (табл. 52). Наибольший он в Херсонской области и Республике Крым (34,5 и 33 %), что вполне закономерио. Средняя сумма годовых осадков здесь самая низкая среди южных областей. Орошаемые земли позволяют вести устойчивое земледелие.

Важным компонентом "устойчивой пашни" являются гектары-спутники. Опыт хозяйств Белозерского, Каланчакского, Чаплинского районов Херсонской области позволяет прогнозировать: площадь таких земель можно довести до 15—20 % от всей орошаемой пашни (Лымарь А. О., 1982; Благодатный В. И., 1988).

По данным В. И. Благодатного (1988), примером правильного сочетания регулярного орошения с богарным земледелием являются названные выше три района Херсонской области, где в хозяйствах сложилась хорошая производственная практика рационального использования водных ресурсов крупных государствеиных оросительных систем (табл. 53).

Здесь за десятилетний период расширена площадь орошаемых земель, более высокими темпами увеличивается использование резервов оросительной воды от основного орошения на полив богарных площадей, прилегающих к орошаемому массиву так называемых гектаров-спутников.

Таблица 52. Наличие "устойчивой пашни" по региону 1981—1992 гг.

Области	Слагаемые "устойчивой пашни"						Всего "устойчивой пашни"	
	Орошаемая		Гектары-спутники		Пары			
	тыс. га	% от всей пашни	тыс. га	% от всей пашни	тыс. га	% от всей пашни	тыс. га	% от всей пашни
Запорожская	192,3	10,0	7,2	0,4	195,3	10,2	398,9	20,8
Республика Крым	257,5	21,4	68,8	5,7	71,2	5,9	397,5	33,0
Николаевская	154,5	9,1	5,5	0,3	130,5	7,6	290,5	17,1
Одесская	174,3	8,6	10,6	0,5	104,2	5,1	289,1	14,4
Херсонская	364,3	21,3	73,8	4,3	151,2	8,9	589,1	34,5
Итого:	1143,7	13,6	165,9	1,9	652,4	7,6	1965,6	23,0

На гектарах-спутниках целесообразно размещать культуры, которые на 60—70 % формируют свой урожай за счет осенне-зимних запасов влаги почвы. К числу таких культур относятся озимые зерновые, которые наиболее целесообразно и возделывать на гектарах-спутниках. Например, опыты, проведенные на Николаевской ГОСХОС, убеждают в том, что для достижения проектной урожайности озимой пшеницы достаточно одного влагозарядкового полива, который обеспечивает уровень урожая зерна 50—55 ц/га (Мирошниченко Л. Е., 1988). Наиболее существенным моментом в расширении площадей гектаров-спутников является то, что влагозарядковые поливы приходятся на период окончания поливов вегетирующих сельскохозяйственных культур.

Незаменимым компонентом "устойчивой пашни" являются чистые пары. Их роль возрастает особенно там, где нет орошаемых земель. В таких районах под чистые пары целесообразно отводить не менее 14—15 % пашни.

Таблица 53. Концентрация орошаемых земель и использование фактических резервов оросительной воды в отдельных хозяйствах Херсонской области

Район, хозяйство	1971—1976			1981—1985		
	всего оросительных площадей	гектары-спутники		всего оросительных площадей	гектары-спутники	
		площадь, га	удельный вес, %		площадь, га	удельный вес, %
Белозерский район						
КСП "Зоря"	1689,0	18	1,1	1675	332	19,8
фирма "Лиман"	2349,4	1441	61,3	3122	1569,4	50,3
КСП "12 лет Октября"	908,8	101	11,1	1732	667	38,5
по району	22079	5754,2	26,2	26566	10185,2	38,3
Каланчакский район						
КСП "Таврия"	1530	697	46,5	1530	1378,6	90,1
С-з "Красный чабан"	1118	509,2	45,5	1319	566,6	43
КСП"Жовтневый"	1587,8	625,2	39,3	1580	927,4	58,7
по району	18380	4049,8	22,0	18452	6849,2	37,1
Чаплынский район						
КСП "Родина"	1263,2	468,2	37,1	1854,2	987	53,2
КСП "Світанок"	1120	—	—	1964,6	572,8	29,2
по району	22681	4318,4	19,3	10212,6	10839,2	26,9

В засушливых условиях юга страны для получения устойчивых урожаев зерновых культур имеют определенное значение площади с близким залеганием грунтовых вод, минерализованных до 1,5 г/л. За счет использования последних растениия озимой пшеницы и кукурузы на зерно формируют соответственно урожай в 40—45 и 65—75 ц/га.

В целом о потеициальио большой роли "устойчивой пашни" в стабильности производства зерна свидетельствуют данные, приведенные в табл. 54. Как видно из таблицы, Каховский и Нижнесерогозский районы, расположенные в одном природно-сельскохозяйственном регионе, резко различаются по уровню урожая зерна, зависящего от наличия "устойчивой пашни". Особенно это различие проявляется в неблагоприятиые годы (Каховский — 32,6, Нижнесерогозский — 22,5 ц/га, по области — 27,4 ц/га).

Анализируя уровень концентрации "устойчивой пашнн" и урожайность зерновых по хозяйствам Херсонской области за 1986—

Таблнца 54. Уровеиь концентрацин "устойчивой пашни" и урожайность зерновых по Херсоиской области (1986—1992 гг.)

Районы областн	% к пашне				Урожайность, ц/га		
	"Устойчивая" пашня	в том чнсле			средняя	благоприятные годы	неблагоприятные годы
		черные пары	орошение	привязка к орошению			
Каховский	56,1	5,6	48,4	2,1	35,6	43,0	32,6
Нижнесерогозский	15,5	13,9	1,61	0,5	24,6	29,8	22,5
по области	37,6	8,6	25,0	4,0	30,0	36,4	27,4

Таблица 55. Уровень концентрацин "устойчивой пашни" (пары + орошеиие + привязка к орошеиию) и урожайность зерновых по Херсонской области (1986—1992 гг.)

N группы	Группировка хозяйств (% "устойчивой пашнн")	Черные пары, %	Орошение, %	Привязка к орошению, %	Урожайность, ц/га		
					средняя	благоприятные годы	неблагоприятные годы
1	27—39	9,0	23,4	3,6	27,3	41,5	25,6
2	40—52	6,4	31,6	7,3	31,6	37,9	29,1
3	52—64	8,3	44,3	7,8	32,8	38,9	30,4

1992 гг. (табл. 55) приходим к выводу: для стабильного ведения зернового хозяйства такого устойчивого клина по отношению ко всей посевной площади должно быть 40—50 %. Все эти факторы нельзя не учитывать при разработке, совершенствовании и освоении научно обоснованной системы земледелия, цель которой — обоснованная структура посевных площадей с воплощением ее в виде наукоемких высокопродуктивных севооборотов как на орошаемых, так и богарных землях.

3.4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ФАКТОРОВ В ИНТЕНСИВНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Для принятия правильных технологических решений по формированию оптимального агробиоценоза важно знать, как на его жизнедеятельность влияют различные факторы, с которыми часто связывают понятие "урожай". К этим факторам, наряду с другими общеизвестными, относятся пространство и время, поскольку все существует, развивается и ограничено в пространстве и времени. Это атрибутивные факторы, так как относятся к системам любой природы.

3.4.1. РОЛЬ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ В ИНТЕНСИВНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Время как фактор урожая по отношению к агробиоценозам выступает в виде отдельных процессов и их чередования. В зависимости от возможности управления временные показатели, или процессы, можно разделить на три группы:

— детерминированные (или заданные наперед) показатели: это продолжительность существования агробиоценоза и его элементов, чередование во времени этапов органогенеза, фаз развития и других биологических процессов;

— управляемые процессы — это чередование во времени мероприятий технологин возделывания;

— неуправляемые процессы и явления — изменчивость погоды и неблагоприятных явлений.

В организации и построении севооборотов на орошаемых землях существенное значение имеет оптимизация продолжительности ротации орошаемых севооборотов, а также выяснение возможностей бессменных посевов. По данным многочисленных научных учреждений, наиболее эффективны короткие ротации (шесть—семь лет).

Однако многие авторы отдают предпочтение 8-польным севооборотам. Так, предложениые И.И. Андрусенком (1989) принципы построения севооборотов и формированиия структуры посевных площадей реализованы в трех восьмипольных севооборотах с различным насыщением зериовыми культурами. Они исследованы в условиях юга Украины в 1968—1983 гг. на темиокаштановых почвах.

В то же время на Николаевской государственной сельскохозяйственной опытной станции В. П. Кириченко с 1971 г. проводил стациоиарный многофакторный опыт на южных черноземах для выявления закономериостей взаимодействия орошения, удобрений и обработки почвы и их влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур, сохраиение и повышение плодородия почвы в зерносвекловичном 8-польном севообороте. По итогам первой ротации севооборота (1971—1978 гг.) установлеиа возможность получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур: кукурузы на зерно — 90—95; сахарной свеклы — 650—700; люцерны на зеленую массу — 580—600 и озимой пшеницы — 60—65 ц/га при сохранении плодородия почвы.

Восьмипольные севообороты при всех положительных результатах недостаточно полио отвечают современным требованиям орошаемого земледелня и особенно — тенденции к специализации н концентрацин производства, а также кооперации в форме арендных отношений и фермерских хозяйств. В таком плане, а также для решения задачи сохранения и восстановления плодородия почвы весьма актуальным является внедрение севооборотов узкой специализации с более короткой ротацией — 6 полей и меньше и с насыщением их многолетними травами (А.О. Лымарь, 1991).

Минимальную продолжительность короткоротационных севооборотов определяет нспользование многолетних трав и прежде всего люцерны. По данным нсследований НПО "Селекция" Республики Молдова, люцерна весьма чувствительна к бессменному возделыванию. При повторном посеве ее урожай снизился на 70—100 ц/га зеленой массы, а при сопоставлении результатов возделывания в севообороте за те же годы снижение составило 200 ц/га зеленой массы. Люцерна требует обязательного чередования с другими культурами. Ее возврат на то же место оправдывается не раньше, чем через 3 года. Этим и обосновывается целесообразность и эффективность именно шестипольных севооборотов с двумя полями многолетних трав.

Короткоротационные севообороты пластичны, быстро осваиваются и дают возможность сократить набор сельскохозяйственных машин для обработки полевых культур. Общензвестная эффектив-

ность короткоротационных специализированных кормовых севооборотов по выращиванию сахарной свеклы и овощей, размещенных вблизи животноводческих ферм, населенных пунктов, позволяющих до минимума сократить расстояние и затраты на транспортировку кормов, трудовых ресурсов. Насыщение их промежуточными посевами способствует восполнению утраченных элементов плодосмены и более полному использованию агроэкологического потенциала, возможностей оросительных систем, сельскохозяйственной техники, трудовых ресурсов.

Внедрение и освоение интенсивных шестипольных севооборотов с двумя полями многолетних трав позволяет сократить основную энергоемкую обработку почвы на 25 % по сравнению с 8-, 9-польными севооборотами и уменьшить внесение дорогостоящих минеральных удобрений за счет большего насыщения полей бобовыми культурами.

Степень воздействия на продуктивность агробиоценоза любого агротехнического приема и особенно системы в целом можно реально оценить лишь с учетом фактора времени.

В соответствии с законом незаменимости факторов жизнедеятельности воздействие любого из них нельзя заменить или компенсировать воздействием другого. При этом важным является не только то, что невозможно, напрнмер, нехватку минерального питания восполнить оптимизацией радиационного режима или влагообеспеченности, а и то, что недостаток одного и того же фактора нельзя заменить во времени. Например, недостаточное минеральное питание при появлении всходов никак не поправить его оптимизацией в последующий период вегетации растений. Это одно из проявлений закона необратимости этапов развития агробиоценоза. Влияние времени, как фактора урожая, здесь проявляется прежде всего в действии этого закона. И — как следствие этого действия — в существенной зависимости формирования элементов продуктивности от своевременности выполнения технологических мероприятий. Поэтому время (сроки работ) не являются самостоятельным фактором интенсификации, но его действие носит всеобщий характер. Любые процессы в растительном организме, окружающей его среде всегда осуществляются во взаимодействии.

Именно поэтому фактор времени — обязательный компонент, присутствующий в параметрах каждого без исключения элемента технологии возделывания сельскохозяйственных культур и проявляется в различных формах. Прежде всего — в строгой последовательности технологических операций, вытекающей из основного свойства времени — его необратимости. Отсюда невозможность произвольно переставлять события, целенаправленные действия.

Интенсификация земледелия теснейшим образом связана с последовательностью выполнения всех технологических операций, притом в определенное время и заданные сроки. Здесь очень важна сознательная дисциплина труда, разумное управление всеми звеньями земледельческого комплекса. Этой цели служат технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур. В них предусмотрена четкая последовательность работ, способы, приемы, сроки их выполнения, система машин и орудий. Велики потери урожая от несвоевременного выполнения технологических операций, порой они достигают 30 %.

У растений наблюдается последовательность фаз развития, которая сама по себе необратима. Если, скажем, в организме растения вследствие отсутствия соответствующих внешних факторов не наступила очередная фаза развития, последующая не состоится даже при оптимальных дальнейших условиях (Куперман Ф. И., Ржанова В. И., 1963).

Система агротехнических мероприятий лишь тогда станет действенным средством управления ростом и развитием растений, когда она станет в полной мере соответствовать меняющимся во времени требованиям растений. Несвоевременное или преждевременное проведение агротехнического приема резко снижает его эффективность, а то и вовсе приводит к обратному результату.

Формирование растением хозяйственно полезных органов, как и всего организма в целом, проходит этапами, по ним с достаточной степенью достоверности можно судить о том, в какой стадии и в каком возрастном периоде находится конкретная культура. Если это так, то можно своевременно определить и комплекс необходимых условий для нормального роста и развития в зависимости от формообразовательных процессов органогенеза. Этот принцип является основополагающим при разработке технологий и осуществляется с целью направленного регулирования основных факторов жизни растений, учитывающего наиболее полное использование климатических ресурсов, плодородия почвы, удобрений, воды и материально-технических возможностей хозяйства в сочетании с требованиями охраны окружающей среды.

Сроки сева оказывают большое влияние прежде всего на прохождение первых этапов органогенеза. Так, первый этап органогенеза у озимой пшеницы наиболее благоприятно протекает при температуре воздуха 14—18 °С и запасах продуктивной влаги в пахотном слое почвы не менее 25—30 мм. Однако в условиях сухой осени и при несвоевременных сроках сева, а также при позднем осеннем севе, когда устанавливается погода со среднесуточными температура-

ми ниже 5 °С, всходы появляются только весной, что резко снижает урожай. Поздно взошедшие и перезимовавшие в фазе 1—2 листа растения также теряют почти все преимущества осеннего сева и по ходу развития приближаются к яровым формам.

Исследованиями В.П. Дмитренко (1968) установлена зависимость времени появления всходов у зерновых культур (Y) от среднесуточной температуры воздуха (x) и влажности почвы в слое 10—20 см (W)

$$Y = 9{,}1\frac{112}{x} + 0{,}0105(W-30)^2 .$$

Но следует иметь в виду: для прохождения очередных фаз развития требуются относительно постоянные для межфазного периода суммы активных температур, которые, как и пороговые температуры, являются биологическими постоянными сорта, мало зависящими от колебания температуры внутри периода (Подольский А.С., 1967). Так, наиболее зимостойкие и продуктивные сорта пшеницы в течение 50—60 дней от начала всходов формируют перед уходом в зиму 4—5 побегов. Сумма активных температур за этот период в пределах 520—670 °С. В этих условиях растения накапливают достаточное количество защитных веществ, а затем при устойчивом похолодании проходят вторую фазу закаливания и оказываются более подготовленными к зимовке (II этап органогенеза). Варьирование суммы активных температур в данном случае связано с сортовыми особенностями. Например, согласно исследованию А. Я. Гузевой (1970), сорта с различной способностью к новообразованию требуют различные суммы активных температур для достижения 4-х побегов от начала кущения до прекращения осенней вегетации: для сортов с низким побегообразованием ее минимум 350 °С, со средним — 300 °С, с высоким — 260 °С. Устанавливая сроки сева для каждой из этих групп сортов, необходимо в обязательном порядке учитывать это биологическое свойство озимых культур.

Известно, что чем выше морозостойкость сорта, тем длиннее интервалы оптимальных сроков сева. Возможность сеять в ранние сроки семена более морозостойких сортов обусловлена ярче выраженной у них фотопериодической реакцией, т. е. они сильнее, чем слабозимостойкие сорта, реагируют на короткий день задержкой своего развития. С другой стороны, морозостойкие сорта озимой пшеницы быстрее закаляются и не требуют особо плавного понижения температуры. Это позволяет сеять их и в более поздние сроки (В.Н. Ремесло и др., 1983).

Исследованиями А.П. Федосеева (1979) установлено, что сроки сева наиболее сильно влияют на прохождение первых этапов ор-

ганогенеза (до прекращения осенней вегетации) и в меньшей мере отражаются на темпах прохождения последующих этапов органогенеза (табл. 56).

При этом также установлено, что в условиях региона оптимальные сроки сева озимой пшеницы должны укладываться в 2—2,5 декады: выход за пределы допустимых сроков на 15—20 дней снижает урожайность на 30—45 %. Заметим, что это самый высокий уровень снижения урожайности по сравнению с другими зонами возделывания озимой пшеницы.

В табл. 57 приведены некоторые показатели структуры урожая, в т. ч. формирующиеся на поздних этапах органогенеза. Они раскрывают некоторые причины снижения урожайности озимой пшеницы при отклонении от оптимальных сроков сева (А. П. Федосеев, 1979).

Обращает на себя внимание различная устойчивость растений к болезням и вредителям при разных сроках сева. Все говорит о том, что время проведения сельскохозяйственных работ должно тесно увязываться не только с биологией растения, но и с биологическими особенностями основных вредителей и болезней конкретной культуры. К примеру, известно: шведская муха поражает растения на I—II этапе органогенеза, а интенсивно откладывает яйца при температуре 18—25 °С. Следовательно, ранние посевы озимых культур могут попадать в такие условия не только в фазе всходов, но и во время кущения.

В еще большей степени время посева влияет на яровые культуры. Метеорологические условия при отклонении этих сроков от оптимальных перестают соответствовать биологическим требованиям культуры. Иногда даже небольшие колебания во времени приводят к тому, что критические периоды развития растений приходятся на совершенно различные условия погоды.

Таблица 56. Средняя продолжительность фаз развития озимой пшеницы при разных сроках сева в степной зоне*

Сроки сева	Число дней от посева до:			Число дней от возобновления вегетации до:		
	полных всходов	начала кущения	прекращения вегетации	полного колошения	восковой спелости	уборки
10/VIII	10	25	90	61	98	108
20/VIII	12	27	80	61	98	108
30/VIII	16	30	70	62	100	100
10-IX	16	31	60	67	102	109
25.IX	16	46	46	68	103	110
5.X	17	159	31	69	104	110

* Среднее из 22 опытов.

Таблица 57. Структура урожая и другие показатели при возделывании озимой пшеницы разных сроков сева

Показатели	Отклонения от оптимальных сроков сева в днях ("+" ранние, "–" — поздние)						
	+30	+20	+10	0	-10	-20	-30
Число продуктивных стеблей	390	390	430	425	395	330	250
Масса 1000 зерен	32,9	37,4	37,3	37,9	36,2	—	34,7
Продуктивная кустистость	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
Повреждение злаковыми мухами, %	—	41	20	8	6	—	7
Пораженность ржавчиной	42	37	26	23	24	33	44
Содержание белка в зерне, %	—	13,1	13,7	14,0	13,5	13,5	12,1
Количество сохранившихся растений	64	69	78	87	82	69	67

Оптимальными сроками сева ранних яровых зерновых культур являются в основном ранневесенние. Однако чем короче период от перехода среднесуточных температур через 0 °С до перехода его через +10 °С, тем выше потери урожая, если опаздывают с севом. Значит темпы работ на посевной определяет сама природа. По скромным подсчетам, запаздывание с севом на 10—15 дней приводит к потерям 25—40 % урожая.

Меньшая напряженность в сроках сева семян поздних яровых культур, однако и здесь сроки проведения этой работы ограничено соответствующей продолжительностью вегетационного периода. Если рассмотреть такую скороспелую, засухоустойчивую культуру как просо, то поздний сев, жестко соответствующий вегетационному периоду культуры, даже в условнях удовлетворительной влагообеспеченности приводят к глубокой перестройке организма растения, изменением его хозяйственно-биологическнх признаков (табл. 58).

В самом деле опоздание с пожнивным посевом проса сократило продолжительность вегетационного периода, резко снизило продуктивность культуры, ухудшило ряд технологических показателей. Нашн подсчеты показали, что сев после 15—20 июля приводнт к ощутимой потере урожайностн: за каждый день опоздания надо расплачиваться 0,7—1 ц/га проса.

Таблица 58. Реакция сортов проса на пожнивный посев (1981-1984 гг.)*

Группы сортов	Урожай, ц/га	Вегетационный период, дни	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Выход крупы, %	Пленчатость, %
ПРИ ОБЫЧНОМ СЕВЕ (БОГАРА)						
Скороспелые	28,8	68	8,0	709	76,0	20,4
Среднеспелые	30,4	76	7,6	673	76,8	20,0
Позднеспелые	33,7	86	4,0	674	79,0	17,2
ПРИ ПОЖНИВНОМ СЕВЕ (ОРОШЕНИЕ)						
Скороспелые	17,4	60	7,6	728	76,6	21,0
Среднеспелые	14,8	62	7,2	683	76,3	20,5
Среднепоздние	14,2	65	6,4	660	74,2	22,3

*Данные Николаевской ГОСХОС. Шкумат В.В.

Биологически и экономически целесообразные сроки сева, особенно при пожнивном выращивании культур, могут быть установлены только с учетом сортовой специфики. В нашем примере (табл. 58) при обычных сроках сева, не ограничивающем вегетационный период, максимум урожайности обеспечивают среднепоздние сорта. При пожнивном севе, где вегетационный период вводится в жесткие рамки, преимущество у скороспелых сортов. В сельскохозяйственном производстве используется группа сортов и видов растений, дающих урожай при осеннем севе, как озимые, а при весеннем, как яровые, то есть двуручки. Их универсальность — находка для агронома: при изреживании, скажем, осенних посевов, вызванном неблагоприятными условиями зимы, двуручки можно подсеять весной, и по данным П.Н. Гаркавого, такой ячмень(сортов Одесский 17, Одесский 46), высеянный осенью семенами весенней репродукции, не отличаются от этого же ячменя осенней репродукции. Это особенно ценно, когда вопросы обеспечения семенами следующего осеннего посева приобретают огромное значение в годы с массовой гибелью озимых посевов.

При севе осенью правильно определенный срок сева для двуручек имеет значительно большее значение, чем для озимых. Сеять двуручки следует в такое время, которое не позволит им с осени выйти в трубку и приступить к формированию зачаточного колоса, но обеспечит развитие до фазы кущения.

При более глубоком изучении двуручек впервые обнаружено, что у растений имеются две несколько различающихся по степени проявления фотопериодической реакции. Первая проявляется у растений, не прошедших яровизацию, и выражается в задержке развития и роста при коротком дне. Такая особенность превратилась в

достоинство: четкая реакция на длину светового дня формирует устойчивость к предстоящим неблагоприятным зимним условиям. Вторая фотопериодическая реакция — характерна для растений уже прошедших яровизацию и меньше зависящих от фотопериода. Ослабленную реакцию на него связывают с приспособлением растений после зимовки весной, к вегетации. Характер ее определяется длиной естественного весеннего дня (А. К. Федоров, 1975).

Таким образом, сроки сева оказывают большое влияние на конечный урожай, его качество, и многие другие хозяйственно ценные признаки. Такие, например, как зимостойкость, засухоустойчивость, тип развития, темпы роста и др. Путем выбора тех или иных сроков сева представляется определенная возможность помещать растения в условия различной длины светлого времени суток, температуры, влажности воздуха и почвы. Сроки сева сказываются и на эффективности других агротехнических мероприятий, в частности системы питания растений.

До последнего времени в условиях производства уделялось недостаточное внимание дифференцированному внесению минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры. Сейчас, с внедрением интенсивных технологий, этот вопрос выдвигается на одно из первых мест. Наукой и практикой установлено: чем длиннее вегетационный период культуры и выше ее влагообеспечение, тем эффективнее дробное внесение удобрений.

На основании результатов исследований Николаевской ГОСХОС (1981—1985 гг.) можно сделать такой вывод: дробное внесение азотных удобрений повышает урожайность озимой пшеницы в условиях богары на 2—3 ц/га, орошения — на 4—5 ц/га. Но во всех случаях надо исходить из того, что система питания растений тесно связана с темпами прохождения ними этапов органогенеза. Например, на I—II этапах растения зерновых культур требовательны к фосфорному питанию, и это гарантирует высокую эффективность фосфорного удобрения, внесенного при севе.

На третьем этапе органогенеза, наступающем как правило, после завершения стадии яровизации у озимых, в начале весенней вегетации, для роста растения требуется усиление азотного питания. Однако, активность зародышевых корней, проникших в зону внесения основного удобрения в этот период невысока. В то же время активно поглощающая часть корневой системы расположена ближе к поверхности почвы. Этим объясняется высокая эффективность ранневесенней подкормки. Она, кроме того, способствует происходящей в этот период закладке сегментов на оси зачаточного колоса. Чем их больше, тем больше зачаточных колосьев.

При поздних сроках весенней подкормки ее эффективность заметно снижается ввиду того, что сегментация конуса нарастания происходит уже в более ограниченных его зонах (верхней и нижней). А после завершения четвертого этапа органогенеза невозможно увеличить число и размеры колосков. Пятый этап органогенеза происходит при высокой корнеобеспеченности растений (масса корней превышает массу надземной части), и в этот период интенсивно используются удобрения, внесенные с осени. К концу X — началу XI этапа, когда завершаются формирования генеративных органов, значение почвенного азота в повышении урожайности резко снижается. Однако внекорневая азотная подкормка в этот период в значительной мере обуславливает получение зерна с высоким содержанием белка.

На XII этапе органогенеза процессы транспортировки азота из листьев в зерно замедляются и прекращаются, поэтому внекорневое питание в этот период уже малоэффективно.

Следовательно, на примере озимой пшеницы отчетливо видно: сроки внесения удобрений определяют не только размер урожая, но и его качество.

Усложнения с влагообеспечением в любой период жизни растений приводит к задержке ассимиляционного процесса. Потери урожая обуславливаются длительностью засушливых явлений и накапливаются таким образом, что ни при каких благоприятных впоследствии условиях влагообеспеченности не удается получать урожай, максимально соответствующий уровням агротехники и плодородия почвы.

Устойчивость растений в онтогенезе к недостатку влаги различна во времени. Значит и степень влияния засухи на урожайность неодинакова во временном пространстве максимума в критические периоды. В зависимости от того, за счет каких элементов структуры продуктивности образуется урожай, действия засухи в той или иной мере приводят к различным потерям. Например, при ее воздействии на главные и боковые побеги, имеющие определенные различия, по темпам развития растений снижается это неодинаково. У слабокустящихся сортов негативные последствия засушливых условий выявляются в более ранний период.

Установлено, что для большинства растений критический период начинается с момента редукционного деления клеток генеративной ткани и продолжается до цветения и оплодотворения, включая VI—IX этапы органогенеза. Основная причина — высокая стерильность пыльцы. Но еще на V этапе органогенеза происходит закладка цветковых бугорков в количестве 5—7 штук. Обычно же нормально из них развивается 2—3 цветка. Вместе с тем реальный показатель 4—5 цветков, что равноценно удвоению урожая. Такую реальность

обеспечивает водоснабжение и пнтание растений прн оптимальной освещенности и — температуре воздуха именно в этот период.

Своевременное проведение очередных поливов согласно принятой технологии — важный момеит стратегии высокого урожая. Даже незначнтельное нарушение режима орошения вызывает антагоннстическне соотношения элементов почвенного плодородия, что снижает эффективность поливов. А в особо критические периоды, характеризующиеся сочетанием почвенной и воздушной засухи с высокими температурами воздуха, недостаток влаги может привести к необратимым изменениям в состоянии растений и вызвать их гибель. Например, при температуре 38—40 °С в течение суток или даже нескольких часов возможен запал растений. При этом наступает паралич устьичного аппарата. Широко раскрываясь, устьица не может больше регулировать испарение. В данном случае своевременность полива, даже небольшой нормой 50—70 $м^3/га$ (при мелкодисперсном дождевании) за считанные часы решает судьбу урожая.

Кстати, оптимальные сроки его уборки — также важнейший этап борьбы с потерями продукции, вызванными как осыпанием зерна, так и его недомолотом.

Потери при обмолоте находятся в прямой зависимости от влажности зерна. Для комбайна СК-4 эта зависимость выражается следующей формулой:

$$Y = 7{,}7x\ 13{,}22,$$

где x — влажность зерна (40), Y— потери урожая (10).

Например, при влажности 30 % потери достигают 5—7 % урожая. Согласно М. Г. Лубнину (1968), сроки высыхания зерна в валках и на корню для южных районов, а, следовательно, и сроки уборки, при которых будут минимальные потери от недомолота, устанавливаются по среднему дефициту влажности воздуха. По данным табл. 59 потери зерна от осыпання на юге Украины при перестое 10 дней после полной спелости — 6—8 %, 20 — соответственно, 10—12 %. Согласно другой работы М.Г. Лублина (1968), ежегодные потери урожая (Y, %) от перестоя, в зависимости от изменения среднесуточного дефицита влаги, (X, М бар) имеют следующую зависимость: для I декады после наступлення полной спелости — $Y = 0{,}05x + 0{,}10$; для II декады — $Y = 0{,}09x + 0{,}15$; для III декады — $Y = 0{,}13x + 0{,}20$.

Еще один характерный пример. Лучшим сроком раздельной уборки гороха, как подтверждают опыты Г. М. Белошниченко (1984), (Николаевская ГОСХОС), является скашивание его при влажности зерна среднего яруса 40 %. Если эта влажиость 60 %,

Таблица 59. Скорость и продолжительность высыхания зерна в зависимости от дефицита влажности воздуха

Среднесуточный дефицит влажности воздуха, мм	Скорость высыхания (% за сутки)		Продолжительность периода, дни		Влажность, %	
	в стеблях	в валках	в стеблях	в валках	зерна	соломы
4	7	7	14	14	19,2	32,2
6	8	11	11	9	16,8	25,0
8	10	15	10	7	15,6	22,0
10	11	19	9	5	14,2	19,2
12	12	21	8	5	13,4	17,8
16	14	26	7	4	12,2	14,8
20	16	30	6	3	11,3	13,1

то немннуемы потери урожая до 5—6 ц/га. К тому же семена будут мелкими и щуплыми. Уборка гороха через 5 и 10 дней после оптимальных сроков приводит к уменьшению урожая на 4—5 ц/га вследствие осыпания зерна при скашивании вегетатнвной массы.

В технологиях возделывания сельскохозяйственных культур предусматривается комплекс работ, выполняющихся в допосевной нли межвегетационный периоды. Эти работы также оказывают непосредственное воздействие на растения, поскольку создают условия, в той или иной мере благоприятствующие для последующего их возделывания. Надежным средством сохранения и накопления влаги в почве, устранения сорной растительности как в богарных, так и в орошаемых условиях зарекомендовано своевременное лущенне стерни. Ученые установилн, что невзлущенное поле ежедневно теряет от 2 до 4 % продуктивной влаги. В свою очередь, повторное лущение стерни лемешными лущильникамн на глубину 10—12 см позволяет дополнительно накопить в метровом слое почвы от 20 до 40 мм влаги и тем самым повысить урожай сахарной свеклы примерно на 25—30 %. Если пренебречь таким агроприемом, то поля неизбежно зарастут сорняками, в первую очередь особенно осотом.

Только своевременная подготовка почвы позволяет создать благоприятную структуру посевного поля, обеспечивающую капнллярное поступление воды к семенам и нормальные условня газообмена. Несвоевременное выполнение этих работ на площадях, отведенных, к примеру, под ознмые культуры, даже в условиях оптимального влагообеспечения может повлечь к значительным потерям урожая, о чем, кстати, свидетельствуют данные табл. 60 (Петр И., Черин В., Грушко Л., 1984).

Таблица 60. Влияние сроков вспашки на продуктивность озимых культур

Показатели продуктивности	Вспашка своевременная		Вспашка с опозданием на 4—5 дней	
	оз. пшеница	оз. ячмень	оз. пшеница	оз. ячмень
Количество взошедших растений, шт/м^2	276	274	260	228
Количество перезимовавших растений, %	81,6	63,5	77,4	58,4
Урожайность, ц/га	54,2	33,8	47,9	31,4

Следует отметить, что сроки проведения предпосевных работ тесно увязываются с биологией сорной растительности, вредителей и болезней культуры, возделываемой на конкретном поле, а также — с необходимостью экономного расходования влаги, почвенно-климатнческих н трудовых ресурсов. Последнее особенно важно учнтывать при выращивании промежуточных культур, где разрыв между уборкой предшествующей культуры и посевом последующей должен быть мннимальным. Если этот разрыв, к примеру, в летний период 10 дней, потери эффективных температур составят 220—250 °С, а влаги — 600—800 м^3 воды с гектара. Это равнозначно утрате примерно 20—25 % возможного урожая пожнивной культуры.

В последние годы успешно развиваются методы управления продуктивностью сельскохозяйственных растений на основе воздействия фитогормональными препаратами. Предполагается, что эндогенные гиббереллины относятся к лимитирующим факторам для короткодневных растений в условиях длинного дня. Проявление этого минимума неодинаково в разные периоды онтогенеза (Ларионов А.Г. и др., 1983). Поэтому при возделывании проса на орошаемых землях при интенсивном минеральном питании препарат гиббереллин рекомендуется применять в 4 срока (табл. 61).

Наибольший отклик на гиббереллин наблюдается при накоплении в растениях достаточного количества конечных продуктов ассимиляции. Отсюда — срок первого воздействия — замачивание семян. При этом осуществляется перераспределение питательных веществ, вследствие чего всходы появляются на 2—3 дня раньше. На долю эпикотиля остается меньшая часть питательных веществ, что укорачивает его размер на 4 см. И, как результат, узел кущения располагается глубже, т. е. может быть больше боковых побегов.

Таблица 61. Влияние числа обработок гиббереллином на продуктивность проса

Число обработок гиббереллином	Высота растений, см	Кустистость прод.	К-во зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Без обработки	80	1,0	260	6,7	24,9
1 обработка	85	1,0	308	6,76	26,9
2 обработка	96	1,38	356	7,05	33,1
3 обработка	124	1,73	694	7,7	50,7
4 обработка	125	1,74	728	8,16	53,2

Второе воздействие происходит в фазу кущения, должно быть связано с формированием репродуктивных органов и влиять на количество зерен в метелке за счет удлинения срока заложения метелки. В этот период гиббереллин усиливает гидролиз конечных продуктов в листьях, ускоряя отток продуктов ассимиляции и увеличивая продуктивность фотосинтеза. Это приводит к развитию большой листовой поверхности.

Третье воздействие проводится на фазу выметывания и связано с повышением интенсивности гидролиза в меристеме репродуктивных органов, что способствует лучшему их питанию и увеличению процента фертильных цветков.

Четвертое воздействие направлено на увеличение массы 1000 зерен и, улучшая трофический фактор налива зерна, морфологически аналогично третьему взаимодействию.

Таким образом, сроки обработки препаратом определяют степень воздействия на те или иные элементы продуктивности, которые формируют урожай, влияя на его максимальные величины. В данном примере урожайность увеличивалась в два с лишним раза.

Основной путь лучшего использования фактора времени — повышение продуктивности труда. Ее же определяют оптимальная техническая оснащенность, комплекс обновляемого машинно-тракторного парка, внедрение прогрессивных технологий и рациональных форм организации труда. Следует широко использовать скоростные агрегаты, выполняющие полевые работы на скоростях 9—15 км/ч, комбинированные агрегаты, позволяющие за один их проход выполнить несколько технологических операций. Свою лепту должны внести новые типы комбайнов "Сибиряк", "Дон-1500", "Джон-Дир" и др. Они повышают производительность труда при уборке на 50—100 %. Причем темпы и качество их работы в меньшей степени зависят от погодных условий.

3.4.2. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ УРОЖАЯ. ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

По отношению к агробиоценозам пространство как фактор урожая, выступает в виде размеров и расстояний, ограничивающих отдельные сельскохозяйственные угодия, определяющие их положение относительно других угодий и ландшафтных образований.

Пространство в этом смысле напоминает нам о том, что урожайность в определенной степени зависит от особенностей микро- и мезорельефа поля, а также от его размеров. Илгнер и др. (1985) установили, что в Германни увелнчение размеров поля от 60 до 80 га сопровождается ростом урожайности озимой пшеницы, а в пределах 80—133 га она стабилизируется. На более крупных полях отмечено снижение урожаев в прогрессирующей степени. За оптимальный размер принято поле в 80 га. Отмеченная закономерность, повидимому, объясняется тем, что указанные размеры позволяют оптимизировать микроклимат поля, и, кроме того, создают лучшие условия для реализации технологических мероприятий по уходу за посевами.

Но в условиях южного орошаемого земледелия нспользование широкозахватной поливной и обрабатывающей техники обуславливает укрупнение полей севооборотов. В настоящее время принято за оптимальные размеры полевых севооборотов — 700—1500 га, кормовых и овоще-кормовых — 600—700 га, овощных — 400 га. В специализированных севооборотах количество полей может быть уменьшено до 3—4, а площадь увеличена до 1500 га. Укрупненне полей севооборотов позволяет более производнтельно использовать технику, сокращая сроки работ. Создаются более благоприятные условия для улучшения контроля исполнения, дисциплины труда и его качественных показателей. Появляется возможность привлечения авиации к выполнению ряда технологических операций благодаря удлинению гона и улучшению технического обслуживания машин на крупных полях производительность труда на севе и обработке почвы возрастает на 25—30 %.

Не обойтись сегодня без совершенствования снстемы агробиологического контроля за ростом и развитием сельскохозяйственных растений, в течение всего вегетационного цикла и в отдельные его периоды. Единственной реальной базой для достнжения этой цели представляется централизованная ЭВМ и автоматическая система управления технологическими процессами, отдельные элементы которой уже внедряются на орошаемых землях.

Наряду с размерами полей важным пространственным фактором урожая является размещение растений в конкретном посеве. Этим

размещением определяются степень взаимодействия и взаимоотношения родственных объектов в агробиоценозе.

Характер взаимодействия составляющих агробиоценозов, в том числе отдельных растений, оказывается противоречивым, если оно проявляется в виде борьбы между объектами. И непротиворечивым, если взаимодействие наполняется взаимопополненнем, взаимоподдержкой и, кооперацией взаимодействующих объектов. Действительно: взаимодействие отдельных растений в посеве непротиворечиво пока спрос каждого из них на факторы жизнедеятельности полностью удовлетворяется, что практически везде характерно для начальных фаз развития или — изреженных посевов. По мере их загущения наступает момент, когда пути потребления начинают перекрываться и взаимодействие родственных объектов становится противоречивым — они вступают в конкурентную борьбу за источники жизни. Такое взаимодействие растений в посеве называют ценотическим (И.И. Ковтун, Н.И. Гойса, Б.А. Митрофанов, 1990).

Изменяя структуру растительного покрова с помощью способов сева, можно оказывать влияние на радиационный, термическнй и влажностный режим воздуха в посеве, меняя тем самым в нужном направлении условия развития культурных растений, сопутствующих им полезных и вредных организмов. Кроме того, изменение структуры посева сопровождается изменением площади питания растений. Это важно для реализации биологического потенциала конкретной культуры, который лучше используется в посевах с оптимальной густотой. Величина и качество урожая во многом зависит от правильного выбора площади питания растений. При оптимальном выборе открываются возможности для повышения уровня механизации процессов возделывания культур, более рационального использования солнечной энергии, питательных веществ, эффектнвного противодействия сорнякам.

На повестке дня ученых и практиков постоянно стоит вопрос о правильном выборе площади питания и равномерном распределении растений. Немецкий ученый Эриальдо Вольки в конце прошлого столетия провел глубокие и всесторонние исследования площади питания растений, дал теоретические обоснования этой проблеме. На основании своих опытов он пришел к выводу, что максимум урожая при прочих равных условиях достигается только при оптимальной площади питания. Поэтому, как увеличение, так и сокращение ее против оптимального размера приводит к снижению урожая.

Большое внимание проблеме площади питания растений уделяли в прошлом веке, такие известные ученые как А.Т. Болотов, И. М. Комов, П. А. Костычев, а в настоящем — В. И. Эдельштейн, И. И. Синягин.

П. А. Костычев в своей работе "Возделывание важнейших кормовых трав и сохранение их урожаев" (1885) отмечает, что кукурузу, лучше всего сажать в квадраты или близкие к нему формы, чтобы растения могли развиваться равномерно во все стороны.

В пятидесятые годы В. И. Эдельштейн, проводил фундаментальные исследования по изучению площади питания растений овощных культур. На основании этих исследований установил что коэффициент использования площади питания растений находится в прямом соответствии с коэффициентом использования потока лучистой энергии. Поэтому слабое использование растениями площади питания, ведет к меньшему поглощению ими лучистой энергии, и соответственно ниже формируется урожай. В то же время, чем короче период выращивания культур (поукосных, пожнивных), тем меньшей должна быть площадь их питания для получения максимального урожая.

И. И. Синягин (1970, 1975) в своих работах, касаясь площади питания растений, отмечает, что улучшение условий роста растений, создаваемое внесением удобрений, поливами, агротехническими приемами, позволяет увеличить густоту насаждения. А вследствие этого — более полно использовать земельную площадь для создания урожая. При таких благоприятных условиях растения полнее используют все факторы роста и развития для формирования биомассы. При нахождении одного из этих факторов в дефиците жизненные процессы растений нарушаются, урожай снижается.

На разных этапах онтогенеза далеко не одинакова площадь питания и зависит от культуры. Для кукурузы, свеклы и др. она в первые фазы роста и развития оптимальной может быть при нескольких сотнях тысяч растений на гектар, период интенсивного роста и формирования урожая такая густота на 1 га станет губительной для урожая. Поэтому оптимальную густоту стояния растений и площадь их питания следует определять и закладывать при посеве сеялками точного высева, ручных рыхлений с прорывкой, чтобы она была сформирована на начальных стадиях их роста, с учетом наличие питательных веществ и безперебойное обеспечение влагой в почве. При этом необходимо учитывать продукт, ради которого культура возделывается (зерно, зеленый корм, силос и т. д.).

Оптимизация густоты посева и площади питания растений берет свое начало с нормы высева семян. Эта проблема имеет долголетнюю историю. Большой вклад в ее изучение внесли Д. Н. Прянишников, М. С. Савицкий, К. Н. Саранин, П. П. Лукьяненко, В. Н. Ремесло и др. Основное требование, без учета которого невозможен оптимальный стеблестой, — обеспечение оптимальной площади пи-

тания. Такая площадь возможна только при оптимальной структуре посева и оптимальной густоте растений. В условиях практического земледелия агрономы стремятся компенсировать недостатки агротехники (опоздание с севом и др.) увеличением нормы высева. Но механическое загущение посевов вызывает повышение себестоимости продукции и ограничивает реализацию биологического потенциала культуры: снижается ее полевая всхожесть, в фазу кущения интенсифицируется самоизреживание, хуже развиваются узловые корни растений. В результате снижается продуктивность главного стебля, в целом ухудшается фитосанитарное состояние посева. В конечном счете, несмотря на хорошие условия выращивания и высокий урожай надземной массы, урожай зерна уменьшается (И.Фолтын, 1986). Кроме изложенного, загущение посева неблагоприятно сказывается на качестве зерна, что, по-видимому, связано с уменьшением площади питания и ухудшением питания единичных растений. Оптимальную площадь питания растений можно правильно установить только на основании результатов прямых опытов в конкретных почвенно-климатических зонах с учетом биологических, хозяйственных и агротехнических особенностей культуры сорта и целей их возделывания.

Чем равномернее растения распределены по площади, тем рациональнее они используют почвенную влагу и питательные элементы. Выдвинутое положение весьма четко проявлялось в наших опытах с соей. За годы исследований соя при одинаковой норме высева, при различном размещении растений по площади дала далеко не одинаковые результаты. Влияние на урожайность сои способов ее посева (сплошного с междурядием — 15 см и широкорядного с междурядием 45 см по предшественнику озимая пшеница) показало, что в среднем за годы исследований урожайность сои в сплошных посевах выше, чем при широкорядных, на 1,8—2,3 ц/га (табл. 62).

Опыты по изучению площади питания и продуктивности кормовой свеклы, проведенные В.В. Демедчуком на полях ИОЗ, показали:

Таблица 62. Влияние предшественника, схем посева на урожай сои, ц/га (1985—1987 гг.)*

Предшественники,	Схемы посева (ширина междурядьев, см)	
	45	15
Озимая пшеница	29,4	31,7
Кукуруза на з/к после озимой пшеницы	27,9	29,7
Кукуруза на зерно	27,8	29,7

*Николаевская ГОСХОС А.О.Лымарь, В.А.Ищенко, 1987.

средняя масса корнеплода в изреженных посевах значительно превосходит массу корнеплодов в загущенных вариантах. Эта разница сохранилась в течение вегетационного периода, а к концу вегетации масса корнеплода при густоте 60 тыс. растенни на гектар превышала в 1,6 раза — при густоте 100 тыс./га. В среднем за вегетацию среднесуточный прирост корнеплода при густоте растений 60 тыс./га составил 19,5 г/сутки, что на 5,9 г/сутки больше, чем при густоте 100 тыс./га. Однако формирование большей массы корнеплода при густоте стояния растений 60 тыс./га не обеспечило получение максимального урожая. Наибольшим он был при густоте растений 80 и 100 тыс./га. В среднем за годы исследований урожайность корнеплодов при густоте растений 80 и 100 тыс./га была практически одинаковой (1724—1722 ц/га) и на 73—75 ц/га превышала технологию, используемую при густоте растений 60 тыс./га. По сбору сухого вещества преимущественно густоты стояния растений 100 тыс./га над густотой 60 тыс./га составило 6,4 ц/га. Кукуруза сильнее, чем другие культуры, отзывается на изменение площади питания, и соответствующим подбором ширины междурядий и числа растений в ряду можно добиться существенного увеличения урожая, улучшения его качества.

При интенсивной технологии возделывания кукурузы пунктирные посевы на орошаемых землях не только не уступают продуктивности квадратно-гнездовых, но и несколько превосходят их. Так, в опытах ИОЗ в среднем за 6 лет при квадратно-гнездовом способе посева 70×70 урожай зерна составил 7,51 т/га, а при пунктирном, с той же густотой стояния растений (около 58 тыс. растенни/га) 8,18 т/га. В опытном хозяйстве Института зернового хозяйства в среднем за 3 года получили соответственно 6,57 и 6,72 т/га, на Запорожской государственной областной сельскохозяйственной опытной станции в среднем за 5 лет — 8,92 и 9,07 т/га.

В пунктирных посевах с междурядиями 70 см расстояние между растениями в рядках при орошении, по данным Запорожской и Луганской государственных областных сельскохозяйственных опытных станций, должно быть 20—25 см. Оно обеспечивает густоту стояния растеиий 60—70 тыс./га. Использование пунктириого сева и высокое качество предпосевной обработки почвы позволяют создать необходимую густоту без последующего прореживания. Устанавливая оптимальную густоту стояния растений кукурузы, следует принимать во внимание агротехнический фон возделывания, т.е. планируемый уровень орошения и минерального питания. В исследованиях Института зернового хозяйства отмечена прямая связь между режимом орошения и густотой стояния растений. Так, в ОПХ этого института в среднем

за 5 лет самые высокие урожаи позднеспелых гибридов получены при 5 поливах (оросительная норма 3800 м^3/га) и густоте стояния растений 60 тыс./га. С уменьшением предполивного порога увлажнения необходимо снизить и густоту стояния. Так, при четырех поливах (оросительная норма 2800 м^3/га) — 40—50 тыс./га. На Снегиревском орошаемом массиве Николаевской области (опорный пункт Институтта зернового хозяйства при предполивной влажности не ниже 70 % НВ и густоте стояния растений 50 тыс./га урожай зерна составил 7,84 т/га, а при 80 % НВ и густоте 60 тыс./га — 9,27 т/га. Аналогичные данные получены за ряд лет и в ИОЗ, когда на фоне оптимального поливного режима и при густоте 40 тыс./га урожай составил 7,86 т/га, а при густоте 60 тыс./га — 8,43 т/га.

Значительный резерв повышения эффективности орошаемых земель региона — поукосные посевы подсолнечника. Здесь имеется возможность получать устойчивые урожаи его семян, уборочная влажность которых позволяет применять на уборке комбайн (Институт орошаемого земледелия УААН Н. Г. Гусев, Т. Н. Антипчук, 1993). Но при этом следует всегда учитывать: условия вегетации поукосных посевов складываются иначе, чем при обычном весеннем севе. Особенности роста и развития подсолнечника в поукосных посевах необходимо учитывать при выборе густоты растений и способа сева.

По данным Института орошаемого земледелия, при выращивании скороспелых сортов и гибридов подсолнечника в поукосных посевах наибольший урожай обеспечнл гибрид Харьковский 49— 27,6 ц/га и сорт Кавказец — 21,8 ц/га. Прирост урожая семян от сплошных посевов семян составнл 4,7—4,9 ц/га. Больше реагирует на загущенность растений (90—120 тыс./га) гибрид Харьковский 49 (табл. 63).

Многолетние исследования Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства показали, что конфигурация размещения на поле растений бахчевых культур не связана с продуктивностью последних. А правильно подобранная схема их размещения на поле позволяет увеличить объем механизированных работ по уходу и повысить товарность, качество плодов.

Предметом тщательного изучения на Николаевской ГОСХОС были площади питания помидоров сорта Велетенский 5. Анализ опытов показал: расширение междурядий с 70 до 1,4 см не снизило продуктивности растений и их качество, что повысило возможности проведения механизированных работ по уходу, производительность труда на сборе урожая за счет увеличения крупности плода.

Таблица 63. Урожайность семян послеуборочного подсолнечника в зависимости от сортового состава, способа посева и густоты растений, ц/га*

Сорт, гибрид (А)	Способ посева (Б)	Год	Густота растений, тыс./га (С)			Средняя урожайность за фактором	
			60	90	120	А	В
Кавказец	сплошной на 30 см	1990	26,5	24,6	27,0	24,0	26,0
		1991	21,9	21,4	24,3	21,2	22,0
		1992	24,0	22,6	25,9	20,4	24,2
		среднее	24,1	22,9	25,7	21,8	24,2
	широкорядный на 60 см	1990	20,8	22,9	22,4	—	22,0
		1991	21,5	19,4	18,4	—	19,8
		1992	17,1	17,3	15,3	—	16,6
		среднее	19,8	19,9	18,7	—	19,5
Харьковский 49	сплошной на 30 см	1990	32,3	33,1	37,2	32,2	34,2
		1991	28,4	28,8	28,6	25,8	28,6
		1992	25,4	27,9	29,0	24,9	27,4
		среднее	28,7	29,9	31,6	27,6	30,1
	широкорядный на 60 см	1990	28,4	31,8	30,5	—	30,2
		1991	22,1	22,1	24,9	—	23,0
		1992	22,8	25,3	18,8	—	22,3
		среднее	24,4	26,3	24,7	—	25,2
Средняя урожайность за фактором (С)		1990	27,0	28,1	29,3	—	—
		1991	23,5	22,9	24,0	—	—
		1992	22,3	23,3	22,2	—	—
		среднее	24,2	23,3	25,2	—	—
			А	В	С		
$НСР_{05}$ за фактором		1990	2,0	2,0	1,4	—	—
		1991	2,1	2,1	1,9	—	—
		1992	0,7	2,4	1,5	—	—

*Институт орошаемого земледелия Н. Г. Гусев, Т. Н. Антипчук.

Правильному формированию густоты стояния растений и их размещению по площади производственникам необходимо уделять первостепенное внимание с учетом культуры и целей ее возделывания.

3.5. СЕВООБОРОТЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

3.5.1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ

Севооборот — это способ формирования структуры и состава фитоценоза агроэкосистемы с целью обеспечения максимума ее производительности и устойчивости (А.П. Щербаков, В.М. Володин, 1991). Пути достижения устойчивости агроэкосистемы сводятся к выращиванию культур и сортов с разными биологическими особенностями (гетерогенность посевов), созданию бездефицитного баланса гумуса и питательных веществ, что отвечает технологическим требованиям культур и экотипа. Являясь основой рационального ведения хозяйства, севооборот исходит из структуры посевных площадей и связывает систему земледелия со всей системой хозяйствования.

На поливных, как и на неполивных землях главное агротехническое назначение севооборотов заключается в том, чтобы для каждой культуры создавать лучшие условия роста и развития, предопределяющие такие же условия последующим культурам. Изложенное служит основой для формирования основных принципов построения севооборотов.

При разработке севооборотов следует стремиться к созданию агрофитоценозов, близких к естественному ландшафту. В таких ландшафтах вся поверхность почвы постоянно покрыта плотным пологом живых растений и их отмершими остатками. Здесь нет полного отчуждения органического вещества, все остается на месте, систематически увеличивается общий энергетический потенциал. В агрофитоценозах густота стояния культурных растений в несколько раз ниже. В посевах пропашных культур поверхность почвы значительную часть времени (6—8 месяцев в году) совсем лишена растительности, а отмершие остатки растений на поверхности почвы практически отсутствуют. Кроме того, происходит интенсивное отчуждение продукции путем изъятия значительной части выращенного там органического вещества в виде собранного урожая, а также за счет потерь при эрозии. В балансе органических ресурсов процессы деградации доминируют над процессами гумусообразования. Этим объясняется неустойчивость агроландшафтов. Поэтому при составлении интенсивных севооборотов устойчивость агроландшафтов в условиях орошения в большей мере зависит от того, с какой мерой приближения удается смоделировать естественный фитоценоз в се-

вооборотах. При решении этой задачи основное место отводится агротехническим мероприятиям: расширению посевов многолетних трав, применению промежуточных посевов, особенно подсевных культур, наличию на поверхности почвы максимально возможного остающегося количества побочного урожая (соломы, стеблей, ботвы и др.), минимальной обработке почвы без оборота пласта, щелеванию и др.

Основным принципом построения и освоения севооборотов является правильный подбор и сочетание основных и промежуточных культур на одном поле. При размещении основных и промежуточных культур в севообороте каждую из них оценивают, как предшественник последующей с учетом коэффициента их эрозионной опасности. При правильном чередовании каждая предшествующая культура обеспечивает наилучшие условия для развития последующей. В этом свете повторные посевы одной и той же культуры допустимы до тех пор, пока они, даже на высоком агрофоне, не снижают продуктивности.

В практике земледелия необходимость чередования культур установлена давно. Введение севооборотов стало для сельского хозяйства неизбежным. Сменяемость культур, возделываемых на одном и том же поле, проводится для накопления органического вещества в почве, более полного обеспечения растений питательными веществами и водой, усиление борьбы с сорняками, вредителями и болезнями. Д. Н. Прянишников доказал своими исследованиями необходимость установления чередования культур по четырем причинам, которые заключаются в следующем:

1. Разные группы сельскохозяйственных культур отличаются неодинаковым выносом питательных веществ и различной способностью усваивать их из почвы. Различия в особенностях корневых систем позволяют растениям потреблять питательные вещества из различных почвенных слоев. Если посевы бобовых культур обогащают почву органическими веществами и азотом, повышая ее плодородие, то чередование культур способствует более равномерному использованию почвенного плодородия.

2. Неодинаковая потребность культур к рыхлости пахотного слоя, состоянию воздушного режима, требует чередования посевов бобовых культур с небобовыми; культур с глубоко проникающей корневой системой с мелко проникающей; пропашных культур с культурами сплошного посева, что оказывает положительное влияние на физические свойства почвы и рациональное использование влаги.

3. Неодинаковое отношение растений к засоренности почвы и посевов различными группами сорняков, возбудителям болезней и вредителям при соблюдении чередования культуры может быть использовано как важное средство в интегральной системе защиты растений.

4. Чередование культур в севообороте определяется различными затратами средств и времени на их возделывание, обусловленными неодинаковыми сроками сева, уборки. Полный учет всех этих элементов позволяет равномерно использовать оросительную воду, технику и трудовые ресурсы хозяйства. Так, при выращивании озимой пшеницы на зерно 50—55 % всех затрат уходит в июле на уборку, затраты труда по возделыванию люцерны распределяются более равномерно в течение четырех месяцев, пиковое напряжение создают посевы кукурузы, для которых 70—85 % всех затрат приходится на уборку в августе–сентябре. Исходя из этого, культуры севооборотов надо подбирать с различной трудоемкостью, возделываемые культуры, не совпадающие по пикам затрат. Тогда легче обеспечить равномерное и эффективное распределение труда в течение вегетационного периода для выполнения агротехнических приемов в оптимальные сроки.

Ниже приводятся (табл. 64) научные и производственные материалы, характеризующие ценность отдельных культур, как предшественников других, выращиваемых на орошаемых землях. При этом следует заметить, что качество предшественников может существенно изменяться в зависимости от степени окультуренности почвы, уровня агротехники, вносимых удобрений.

И.Г. Пихтин и В.П. Горьков (1983), изучая в течение десяти лет роль различных факторов в повышении продуктивности севооборотов в центральном черноземном регионе, приходят к выводу, что при правильном наборе культур и высоком уровне земледелия общая продуктивность севооборотов может быть практически независимой от условий погоды. Насыщение же севооборотов одноименными или близкими по циклу своего развития культурами резко снижает их устойчивость к неблагоприятным погодным условиям года и эффективность удобрений.

В опытах ИОЗ (В.И. Остапов и др., 1984) при бессменном выращивании озимой пшеницы в течение десяти лет даже внесение достаточно высоких доз минеральных удобрений не предотвратили снижение урожая на 8,5 ц/га, или на 17,5 % по сравнению с урожаем в севообороте. За этот же период при монокультуре урожай корней сахарной свеклы уменьшился на 81 ц/га, или на 13,2 %, зерна кукурузы — на 9,6 ц/га. По данным И.П. Кружилина и др. (1989), урожай озимой пшеницы снизился в бессменных посевах по сравнению с севооборотами на 16,4, зеленой массы люцерны — на 421,5, кукурузы на силос — 190,2, кукурузы на зерно — 17,0 ц/га (табл. 66).

Оптимальные севообороты помогают земледельцам, не прибегая к химическим средствам, во многом ограничивать действия вредителей растений, возбудителей их болезней, противодействовать рас-

Таблица 64. Агротехническая оценка предшественников в севооборотах на орошаемых землях

Культуры	Предшественники										
	озимая пшеница	кукуруза на зерно	кукуруза на силос	подсолнечник	сахарная свекла	корм. свек.	люцерна	томаты	перец, баклажаны	лук	огурцы
Озимая пшеница	Д	Н	Х	Д	Н	Н	Х	Н	Н	Х	Х
Кукуруза на зерно	Х	Д	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Кукуруза на силос	Х	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Подсолнечник	Х	Д	Х	Н	Х	Х	Д	Х	Х	Х	Х
Сахарная свекла	Х	Н	Д	Н	Н	Н	Д	Х	Х	Х	Х
Кормовая свекла	Х	Д	Д	Д	Н	Н	Д	Х	Х	Х	Х
Люцерна	Х	Д	Д	Д	Д	Д	Н	Д	Д	Х	Х
Томаты	Х	Д	Д	Н	Д	Д	Х	Н	Н	Х	Х
Перец, баклажаны	Х	Н	Д	Н	Д	Н	Х	Н	Н	Х	Х
Лук	Х	Н	Н	Н	Д	Н	Н	Х	Х	Н	Х

Примечание: Х — хороший; Д — допустимый; Н — не допустимый.

Таблица 65. Зерновая продуктивность специализированных зерновых севооборотов в зависимости от степени насыщения зерновыми культурами*

Процент насыщения севооборотов зерновыми культурами			Выход зерна с 1 га севооборотной площади, ц	Урожайность зерновых культур, включая промежуточные посевы, ц	Урожайность зерновых культур без промежуточных посевов, ц	Урожайность озимой пшеницы, ц
всего	в т.ч. озимыми	из них озимой пшеницей				
50	50	50	30,7	61,5	61,5	61,3
67	67	50	49,6	74,4	56,5	59,1
100	67	16,7	68,4	68,4	53,3	60,3

*Данные Николаевской ГОСХОС в среднем за ротацию.

Таблица 66. Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га*

Место возделывания	Озимая пшеница	Люцерна зеленой массы	Кукуруза на силос	Кукуруза на зерно
Севооборот	56,5	612,2	533,2	70,8
Бессменный посев	40,1	190,7	343,0	53,8

*По данным И.П. Кружилина и З.П. Гудковой (1989 г.).

пространению сорняков. Вредоносность корневых гнилей в севообороте можно ограничить при выращивании их не раньше чем через два года на одном поле с обязательным включением невосприимчивой к этим болезиям культуры в основном и пожнивном посевах. При этом важно отметить: уровень урожайности озимой пшеницы практически не зависит от степени насыщения севооборота зерновыми культурами.

Насыщение севооборотов промежуточными культурами также отрицательно не сказывается на продуктивности озимой пшеницы. Поэтому на орошаемых землях зерновая продуктивность специализированных севооборотов зависима от степени насыщения их зерновыми культурами.

В условиях орошения большинство культур хорошо отзывается на плодосмеи и отрицательно реагирует на посевы по однородным предшественникам, тем более бессменные посевы.

Бобовые относятся к хорошим предшественникам для большинства культур. Под озимую пшеницу следует подбирать предшест-

венников с ранним сроком уборки, чтобы своевременно подготовить почву, провести влагозарядочный полив и посев в оптимальные сроки. В орошаемых севооборотах хорошие предшественники озимой пшеницы — это пласт и оборот пласта люцерны, зернобобовые и кукуруза на силос. По данным И. П. Кружилина и З. П. Гудковой (1989), максимальная урожайность озимой пшеницы — 60 ц/га зерна — получена при размещении ее по подсолнечно-гороховой смеси, обороту двухлетнего (58,0 ц/га) и четырехлетнего (53,0 ц/га) пласта люцерны. В бессменном посеве она снижалась до 41,0 ц/га. Повторный посев озимой пшеницы после озимой пшеницы допускается в течение двух лет по пласту многолетних трав.

Подсолнечник и сахарная свекла сильно истощают почву, но поливы и удобрения в значительной мере устраняют это явление. Сахарная свекла является наиболее интенсивной культурой орошаемых земель, обеспечивающей самый высокий выход с га к. ед. и наиболее высокий КПД ФАР — 3 %. При оптимальных органоминеральном удобрении, режиме орошения и других условиях возможно без ущерба для урожая сократить допустимый период возврата сахарной свеклы (в основном за счет внесения высоких доз органических удобрений — 60 и 120 т/га полуперепревшего навоза).

Анализ результатов наших исследований динамики урожайности сахарной свеклы за 1980—1988 гг. позволяет утверждать, что в посевах с сокращенным периодом возврата по предшественнику соя, ее урожайность со временем не снижается, а, наоборот, за последние четыре года по сравнению с предыдущими увеличилась на 69 ц/га. Если обратимся к кукурузе, то по сравнению с другими культурами она легко переносит повторные посевы, меньше снижает урожай при бессменных посевах, снимает напряженность в севообороте при насыщении другими культурами. У нее только с четвертого года бессменного выращивания начинается заметное снижение урожайности. Вот почему при необходимости увеличивать производство зерна кукурузы допустимо размещением ее на одном поле в специализированных севооборотах 2—3 года подряд. При этом должна быть применена соответствующая система удобрений, предупреждающая односторонний вынос питательных веществ, а также необходимо предусмотреть дополнительные меры против болезней, вредителей и специальные способы обработки почвы для подрезания, измельчения и заделки пожнивных остатков кукурузы (В.И. Остапов и др., 1976).

По своей роли кукурузу можно считать альтернативной культурой, которая улучшает качество почвы, ее фитосанитарное состояние. Полученные экспериментальные данные на Николаевской

ГОСХОС (1988) свидетельствуют о высокой отзывчивости кукурузы, размещаемой по пласту люцерны. Этот предшественник весомо оплачивается прибавкой урожая зерна, снлоса. Что касается других предшественников (озимая пшеница, кукуруза), то по сбору кукурузной силосной массы они оказались примерно равноценными. Но прн выращивании на зерно предпочтительным предшественником оказалась озимая пшеница в сочетании с пожнвными посевамн и кукуруза.

Овощные культуры более требовательны к предшествеиникам. Хорошими предшественниками для томатов, перцев и баклажанов являются миоголетние травы, горох на лопатку, озимая пшеница, бобово-злаковые смеси, огурцы, кабачки. Желаемые предшественнн-ки капусты — многолетние травы (пласт, оборот пласта), горох на лопатку, томаты, перцы, баклажаны, бобово-злаковые смеси. Лук менее требователен к предшествеиникам. В то же время, в агрофирме "Щербани" Возиесенского района Николаевской области на протяжении 20 лет выращивают лук иа одних и тех же обеспеченных высоким агрофоном, поддерживающим иеизмеиную высокую урожайность площадях. Огурцы, кабачки размещают после озимой пшеницы, бобово-злаковых смесей, томатов, перца, баклажанов. При построении овощного севооборота избегают посева паслеиовых культур (томатов, баклажанов, перца) по пасленовым, так как в этом случае распространяются опасные вирусные и другие заболевания.

Озимые зерновые широко используют как предшественники пропашных, овощных, зернобобовых, яровых зерновых культур. Их ценность состоит в раинем освобождении поля, после чего можно своевременно обработать почву, внести удобрения, провестн борьбу с сорняками.

Яровые колосовые — менее ценные предшественники, чем озимые. Оии позднее освобождают поля, их посевы бывают обычно больше засорены н, кроме того, после них почва меньше обеспечена влагой, питательиыми веществами. При оцеике яровых зерновых, а также других культур, как предшественников, учитывают, после какой культуры нх размещали и по какой технологин выращивали их предшественник. Особое место в севооборотах отводится сое.

Многолетиие травы (люцерна, эспарцет, доиннк, соя) должны быть обязательными культурами орошаемых севооборотов. Это позволяет наряду с укреплением кормовой базы, увеличеннем производства растительного белка, решить ряд основополагающих проблем орошаемого земледелия. Люцерна — лучший предшественник для многих культур. Пласт и оборот пласта ее используют под са-

мые ценные культуры. В севообороте ее размещают после культур, обедняющих активный слой почвы.

Оптимальное насыщение посевами люцерны зерно-травяных плодосменных, овоще-кормовых и рисовых севооборотов составляет 25—33 %, кормовых — 35—40, специализированных по производству кормов — 40—60 %.

Таким образом, научные основы интенсивных севооборотов сводятся к:

— максимальному использованию вегетационного периода путем создания агрофитоценоза, приближенного к естественным условиям за счет возделывания в севообороте культур, сортов, гибридов интенсивного типа, многоукосного использования (люцерна, донник, суданская трава), с длинным вегетационным периодом (сахарная свекла, кукуруза на зерно и др.), применения промежуточных посевов, т. е. такого чередования культур, при котором растения способны максимально аккумулировать солнечную энергию, эффективно использовать осадки, поливные и грунтовые воды и давать наивысший выход продукции с единицы площади;

— созданию для выращивания культур, сортов, гибридов в севооборотах оптимальных условий питания за счет совершенствования структуры посевов, внесения органо-минеральных удобрений, эффективного использования накопленного биологического азота бобовыми культурами;

— применение почвозащитной, энергосберегающей системы обработки почвы, интегрированной системы защиты растений.

На юге Украины с большим разнообразием возделываемых культур, прежде всего интенсивного типа в сложных погодных условиях, роль севооборота в повышении продуктивности и устойчивости земледелия неизмеримо возрастает.

Все другие технологические приемы (химизация, индустриальные технологии, орошение и др.) не дадут желаемого результата, если не будут соблюдены основополагающие требования севооборота, на первом месте среди которых правильная организация территории, оптимальное размещение и чередование культур.

К сожалению, основополагающее значение севооборотов в орошаемом земледелии не вызывает адекватного внимания к его проблемам. Проведенный анализ материалов инвентаризации севооборотов по южному региону показывает: процент освоения их на орошаемых землях еще низок. В ряде хозяйств рекомендуются к освоению 9—12-польные севообороты, практически трудно осваиваемые. В настоящее время лишь в немногих хозяйствах полностью освоены рекомендуемые и утвержденные севообороты. Медленное

их внедрение на орошаемых землях объясняется многими причинами. Среди них перераспределение земель между землепользователями (разукрупнение КСП, совхозов, организация фермерских хозяйств и др.), изменение размеров полей севооборотов, недостаточный контроль и требовательность к службам, отвечающим за выполнение этого агроприема. Но главным тормозом остается постоянное изменение структуры посевных площадей и рекомендация к внедрению длинноротационных севооборотов в 9 и более полей, освоение которых достаточно проблематично.

Приход на орошаемые поля многоопорных дождевальных машин "Днепр", "Фрегат", "Кубань" и другой мощной высокопроизводительной техники требует увеличения среднего размера поля в севообороте для более эффективного его использования. Отсюда и необходимость внедрения севооборотов с более короткой ротацией — 6 и менее полей с насыщением многолетними травами до 30 и более процентов.

Уже многие хозяйства, фермеры региона применяют севообороты с короткой ротацией. Их легче вводить, осваивать и соблюдать технологические требования. К тому же, открывается простор для маневрирования в конкретно складывающихся погодных условиях. Эффективность освоенных севооборотов на орошаемых землях общеизвестна и задача специалистов хозяйств, фермеров получать возможный эффект от этого агроприема, повышать продуктивность поливного гектара.

Конечно, у всех севооборотов, независимо от их специализации есть общие главные задачи: улучшение использования и повышение плодородия почвы, противодействие эрозионным процессам, создание условий для рационального потребления растениями атмосферных осадков, поливной воды и питательных элементов. "Функциональная обязанность" совершенного севооборота — создание эффективных преград на пути сорняков, вредителей и болезней, эффективная организации территории, должная нарезка полей, удобная дорожная сеть, создание лесных полос. Все это невозможно сделать на уровне современных требований без "фундамента", каким является рациональный севооборот.

В заключение следует отметить, что основой конструирования научно-обоснованных севооборотов любой специализации должно быть отведение более одной трети севооборотной площади под бобовые культуры (люцерна, эспарцет, донник, соя, горох, зернобобовые смеси), которые снижают эрозионные процессы, повышают плодородие почвы, позволяют улучшить экологическую обстановку агроландшафта региона.

3.5.2. ТИПЫ СЕВООБОРОТОВ ДЛЯ ИНТЕНСИВНЫХ СИСТЕМ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

На юге Украины распространены все типы севооборотов — полевые, кормовые и специальные. Из полевых получили распространение плодосменный, травяно-пропашной, зернотравяной.

Набор культур в севооборотах необходимо согласовывать с водообеспеченностью, техникой полива, наличием устойчивой пашни и другими условиями.

Согласование насыщения поливных земель отдельными сельскохозяйственными культурами с водообеспеченностью оросительной системы производится по преобразованной формуле гидромодуля:

$$a=\frac{д \cdot 8640 \cdot т}{м},$$

где а — удельный вес культуры или нескольких культур с близким режимом орошения, %; д — гидромодуль системы, л/с/га. т — поливной период, дни; м — поливная норма, $м^3$/га.

По данным ИОЗ, допустимым пределом насыщения поливных земель культурами с близким режимом орошения на оросительных системах с гидромодулем 0,3 л/с/га является 43 %; 0,4 л/с/га — 58 %; 0,5 л/с/га — 72 % и 0,6 л/с/га — 86 %. (И.И. Андрусенко, В.И. Остапов, А.А. Собко, 1985).

Установлено рациональное соотношение зерновых и кормовых культур на орошаемых землях в зависимости от специализации хозяйства и наличия этих земель (табл. 67).

Таблица 67. Примерная структура посевов зерновых и кормовых культур на орошаемых землях в зависимости от концентрации поливных земель в хозяйстве*

Удельный вес зерновых культур на всех землях, %	Наличие орошаемых земель, % от всей пашни	Площадь орошаемых земель, %, под	
		кормовыми	зерновыми
45—50	до 15	70—85	10—20
	15—30	40—60	20—40
	более 30	30—45	45—50
55—60	до 15	55—75	20—40
	15—30	35—45	40—50
	более 30	22—30	55—65

*По обобщенным данным ИОЗ за 1978—1982 гг.

В хозяйствах с малой площадью поливных земель их целесообразно использовать под кормовые культуры. Так, в многоотраслевых хозяйствах при орошении 15 % пашни под кормовые культуры необходимо отводить 70—85 % площади поливных земель. В хозяйствах, где орошается от 15 до 30 % пашни, площадь под кормовыми культурами на орошаемых землях можно уменьшить до 40—60 %, а в хозяйствах с развитым орошением — до 30—45 %.

В хозяйствах, специализированных на производстве товарного и фуражного зерна, площадь под кормовыми культурами на полнвиых землях несколько снижается и составляет по рассмотрениым выше группам хозяйств, соответственно, 55—75, 35—45 и 20—30 %.

На оросительных системах с гидромодулем 0,34 л/с/га основной зерновой культурой должны быть озимые пшеница и ячмень, полнв которых прекращается до начала максимального водопотребления кукурузы, свеклы, овощных культур.

В южном регионе научно-исследовательские институты рекомендуют следующие примерные чередования культур и схем севооборотов для основных направлений использования поливных земель.

Полевые севообороты:

1) 1 поле — кукуруза на зеленый корм с подсевом многолетних трав; 2 и 3 — многолетиие травы; 4 — озимая пшеница + пожиивные; 5 — кукуруза на зерио; 6 — кукуруза на зерно. В этом севообороте зерновые и кормовые культуры занимают до 50 % площади, в том числе кукуруза на зерно и многолетние травы — по 33,5 %. Индекс использования поливной земли — 1,16.

2) 1 поле — озимая пшеница + летний посев многолетних трав; 2 и 3 — многолетние травы; 4 — люцерна на 1 укос + поукосная кукуруза МВС; 5 — озимая пшеница + пожнивная кукуруза на зеленый корм; 6 — озимая пшеница + пожнивная кукуруза на корм. Этот севооборот имеет преимущества и недостатки. Он насыщен промежуточными культурами и благодаря этому индекс использования орошаемых земель доведен до 1,5. Озимая пшеница высевается три года подряд. Чтобы снизить опасность развития корневых гнилей, на этих полях размещают пожнивные посевы кукурузы на зеленый корм, а также вносят по 10 т/га полуперепревшего навоза.

Включение в севооборот люцерны увеличивает накопление азота в почве и способствует меньшей минерализации гумуса в течение трех с половиной лет. В результате за ротацию севооборота получен положительный баланс гумуса. Это обеспечивает постоянное повышение плодородия почвы и улучшение ее водно-физнческих свойств. В данном севообороте зерновые колосовые (озимая пшеница) занимают 50 % площади, остальная площадь — под кормовыми. Кроме

того, на трех полях размещены промежуточные культуры на зеленый корм. Таким образом, в этом севообороте предусмотрено наиболее интенсивное использование орошаемых земель и выращивание планируемых урожаев озимой пшеницы, кормовых культур, в основном, люцерны.

Недостаток данного севооборота — включение в него пожнивных культур, затрудняющих в отдельные годы подготовку почвы под озимую пшеницу, особенно на 6 поле, где вносят полуперепревший навоз. Здесь должен четко действовать такой график работ, который обеспечивает уборку пожнивной кукурузы в первой половине сентября, внесение удобрений, подготовку почвы под озимые независимо от складывающихся погодных условий. Необходимо в этих условиях обеспечивать высокую организацию труда на уборочных работах, а затем — на предпосевных, где уплотняют время, используя все средства, в том числе технологическне. Например, безотвальную обработку, когда она эффективна для определенных культур.

3) 1 поле — озимая пшеница + летний посев люцерны; 2 и 3 поле — многолетние травы; 4 — озимая пшеница + пожнивные; 5 — кормовые корнеплоды; 6 — кукуруза на зерно; 7 — кукуруза на силос. Зерновые культуры в нем занимают 42,8 %, из них озимая пшеница — 23,5 %, кормовые культуры — 57,2 %, в том числе многолетние травы — 33,2 %. Индекс использования поливной земли — 1,14.

4) Исследования опорного пункта Института сахарной свеклы при Николаевской ГОСХОС доказали возможность внедрения севооборотов с сахарной свеклой в хозяйствах области при еще более короткой ротации: 1 — яровой ячмень с подсевом люцерны; 2 — люцерна; 3 — озимая пшеница; 4 — сахарная свекла. Продуктивность этого севооборота, прошедшего уже две ротации, существенно не снижается и урожайность кориеплодов остается на уровне 650—800 ц/га. Зерновые в севообороте составляют 50 %, в том числе озимая пшеница — 25 %. Удельный вес сахарной свеклы и кормовых культур — по 25 %. При севе на третьем поле после озимой пшеницы на зерно пожнивных культур (смеси редьки масличной с овсом) индекс использования орошаемой земли достигнет 1,25. Севооборот обеспечивает, главным образом, производство сахарной свеклы, зерна и кормов.

Кормовые севообороты:

1) 1 поле — злакобобовые смеси с подсевом многолетних трав; 2 и 3 — многолетние травы; 4 — озимая рожь + поукосная кукуруза на силос; 5 — кукуруза на зерно. Кормовые культуры в севообороте составляют 80 %, в том числе многолетние — травы 40 %, зерновые культуры — 20 %;

2) 1 поле — кукуруза на зеленый корм с подсевом многолетних трав; 2 и 3 — многолетние травы; 4 — многолетние травы на один укос + поукосная кукуруза на силос; 5 — кормовая свекла; 6 — злакобобовые смеси + поукосная кукуруза на силос. В этом севообороте кормовые культуры занимают 100 % площади, в том числе многолетние травы — 33,3 %; индекс использования поливной земли — 1,16.

Определенный интерес представляет прифермский севооборот: 1 поле — злакобобовые смеси с подсевом многолетних трав; 2, 3 и 4 — многолетние травы; 5 — озимые на зеленый корм + поукосная кукуруза на зеленый корм + поукосные злакобобовые смеси. Вся площадь севооборота отведена под кормовые культуры. Индекс использования поливной земли — 1,40.

С учетом специализации и концентрации животноводства на орошении можно осваивать шестипольные севообороты со следующим чередованием культур:

1 — озимая пшеница с викой на з/к + поукосная кукуруза на з/к с подсевом эспарцета; 2 — эспарцет на 1 укос + поукосная кукуруза МВС с соей; 3 — озимая рожь с викой + поукосная кукуруза МВС с соей; 4 — многокомпонентные смеси + поукосная кукуруза МВС с подсевом эспарцета; 5 — эспарцет на 1 укос + поукосная кукуруза МВС с соей; 6 — озимая рожь с викой на з/к + поукосная кукуруза МВС с соей. Такой севооборот особенно эффективен для бесперебойного обеспечения животноводческого комплекса зелеными кормами. Анализ их по балансу гумуса раскрывает ценность эспарцета как для получения высоких урожаев зеленой массы, так и для улучшения плодородия почвы. Ценность этого севооборота заключается еще и в том, что он позволяет перевести земледелие на двухурожайную систему.

Увеличению производства кормов способствует шестипольный севооборот со следующим чередованием культур: 1 поле — тритикале с викой на зеленый корм + поукосная кукуруза на зеленый корм с подсевом люцерны; 2 и 3 — люцерна; 4 — люцерна на 1 укос + поукосная кукуруза МВС с соей; 5 — озимая пшеница с викой на зеленый корм + поукосная кукуруза МВС с соей; 6 — озимая рожь с викой на зеленый корм + поукосная кукуруза МВС с соей. Кормовые культуры в севообороте составляют 100 %, в том числе многолетние травы — 40 %. Индекс использования пашни — 1,67. Поукосные посевы размещены на четырех полях. Такой севооборот, безусловно обеспечивает положительный баланс гумуса в почве, но его может освоить лишь хозяйство с достаточно высокой энерговооруженностью, организацией труда и обеспеченностью рабочей силой.

Определенный интерес по сравнению с приведенными выше севооборотами представляет кормовой люцерно-кукурузный севооборот, менее трудоемкий в освоении: 1 поле — кукуруза на зеленый корм с подсевом люцерны; 2 и 3 — люцерна; 4 — люцерна на 1 укос + поукосная кукуруза МВС; 5 — кукуруза МВС; 6 — кукуруза МВС. Преимущество такого севооборота в создании возможностей эффективнее противодействовать сорнякам, не прибегая к дополнительным затратам. Так, посевы люцерны чаще всего засоряются пастушьей сумкой, одуванчиком лекарственным, яруткой полевой, а посевы кукурузы — марью белой, куриным просом, щирицей и другими сорняками, редко встречающимися в посевах люцерны. Следовательно, сочетание возделывания кукурузы и люцерны в севообороте позволяет до минимума свести применение гербицидов. Результаты наших исследований этого севооборота показывают, что люцерна является хорошим предшественником для кукурузы и положительно сказывается на фитосаинтарном состоянии ее посевов. Внесение в севооборот высокопродуктивных культур люцерны и кукурузы способствует повышению его продуктивности.

Хорошо себя зарекомендовала и технология посева люцерны под покров кукурузы на зеленый корм. К моменту уборки урожая ботанический состав растений поля составил: кукурузы — 74,6 %, люцерны — 19,6 %, сорняков — 6,8 %. Сорняки в посеве были представлены в основном группой однолетних двудольных растений. Продуктивность севооборота — сбалансированные по протеину 120 ц к. ед. с гектара. В опытном хозяйстве Николаевской ГОСХОС севооборот прошел ротацию на 2 рядом расположенных поля по следующей схеме (табл. 68).

Таблица 68. Размещение культур люцерно-кукурузного севооборота в опытном хозяйстве Николаевской ГОСХОС

Годы	Поле N 1	Поле N 2
1980	Кукуруза на з/к с подсевом люцерны	Многокомпонентные смеси поукосная кукуруза МВС
1981	Люцерна	Кукуруза МВС
1982	Люцерна	Кукуруза МВС
1983	Люцерна на 1 укос поукосная кукуруза МВС	Кукуруза на з/к с подсевом люцерны
1984	Кукуруза МВС	Люцерна
1985	Кукуруза МВС	Люцерна

Такое размещение культур на полях севооборота благоприятно сказывается на организации и проведении междурядных рыхлений, поливов, уборки урожая.

На современном этапе развития земледелия, характеризующемся углублением его специализации, особую значимость приобретает севооборот с еще более короткой ротацией (два поля). Интерес к таким севооборотам возрос в связи с возможностью быстрого освоения благодаря минимальному набору культур и, следовательно, шлейфа орудий для их возделывания. Особую значимость эти факторы приобретают в арендных коллективах, фермерских хозяйствах. По результатам исследований Николаевской ГОСХОС пронзводству рекомендуется следующие севообороты: 1 поле — эспарцет на один укос + поукосная кукуруза МВС с соей; 2 — озимая пшеница на з/к + поукосиая кукуруза на з/к с подсевом эспарцета. Продуктивность севооборота с гектара пашни составляет 155,5 ц к. ед. и 20,6 ц переваримого протеина.

В этом севообороте предусмотрена двухурожайная система полей с выращиванием озимой пшеницы на зеленый корм. При выращивании ее на зерно (1 поле — эспарцет на 1 укос + поукосиая кукуруза МВС; 2 — озимая пшеница на зерно + пожнивная кукуруза на зеленый корм с подсевом эспарцета) продуктивность орошаемой пашни остается практически на том же самом уровне, что и в предыдущем севообороте — 152 ц к. ед. с гектара севооборотной площади. В обоих севооборотах ценным компонентом был и есть эспарцет, как промежуточная культура. Он эффектнвно использует время с августа предыдущего года по первую половину мая следующего года, обеспечивая 350 и более ц/га сбалансированной по протеину зеленой массы. Технология августовских посевов эспарцета достаточно проста и легко осваивается. Ценно еще и то, что почва хорошо обогащается органическим веществом за счет корневых остатков эспарцета и нет сложности в приобретении его семян.

Высокой эффективностью отличаются также специализированные зерновые севообороты с посевами сои, в частностн севооборот: 1 поле — озимая пшеннца, 2 — соя, где урожай озимой пшеницы достигает 60 ц/га, а сои — 30 ц/га. Данный севооборот может быть усовершенствован путем внесения пожнивной кукурузы, выращиваемой после озимой пшеницы (1 — озимая пщеница + пожнивная кукуруза на з/к). При этом продуктивность гектара севооборотной площади возрастает на 35 %. При замене озимой пшеницы на зерновую кукурузу (1 поле — кукуруза на зерно; 2 — соя) существенно увеличивается выход зерна с севооборотной площади.

Эти двухпольные севообороты составлены таким образом, что пики работ по уходу за культурами и в поливах не совпадают (за исключением соево-кукурузного). Такие севообороты отвечают всем требованиям, предъявляемым к чередованию культур на орошаемых землях. Они обеспечивают положительный баланс гумуса в почве при внесении под пропашные культуры рекомендуемых доз навоза.

Овоще-бахчевые севообороты. В овощных хозяйствах применяют специальные севообороты:

1) восьмипольный севооборот со следующим чередованием культур: 1—2 — люцерна; 3 — томаты; 4 — капуста; 5 — лук, огурцы; 6 — корнеплоды (морковь и столовая свекла); 7 — зернобобовые (овощной горох) + пожнивная культура; 8 — яровые зерновые + люцерна. В этом севообороте на четвертом поле можно возделывать раннюю капусту и после нее — столовую свеклу, и на пятом поле разместить озимую пшеницу с полупаровой обработкой почвы и внесением почвенных гербицидов, затем на шестом, очищенном от сорняков поле, высевать ранние овощные — лук, морковь, поздние огурцы. Такая перестройка севооборота уменьшает засоренность посевов, снижает затраты на уход за раниими овощами, посеянными в грунт, которые часто бывают засорены специфическими сорняками (просянками, щирицей, лебедой и др.).

Овощные севообороты, как наиболее интенсивные, кроме овощных, должны включать культуры, хорошо очищающие поля от сорняков, в частности озимую пшеницу с последующей полупаровой обработкой.

2) 1 поле — кукуруза на зеленый корм с подсевом многолетних трав; 2 и 3 — многолетние травы; 4 — озимая пшеница; 5 — помидоры, перец, баклажаны; 6 — огурцы, кабачки, капуста; 7 — столовые корнеплоды и лук. Здесь под овощные и кормовые культуры в севообороте отведено по 42,8 % площади, под зерновые — 14,4 %;

3) 1 поле — злако-бобовые смеси с подсевом многолетних трав; 2 и 3 — многолетние травы; 4 — помидоры, перец, баклажаны, капуста; 5 — кабачки, огурцы, лук (сборные овощи). Овощные культуры в этом севообороте составляют 40 %, кормовые — 60 %. На Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства установлено, что лучшими в нашей орошаемой зоне являются травопольные севообороты, а лучший предшественник для бахчевых культур из всех существующих — пласт многолетних трав. Однако использовать пласт многолетних трав под бахчевые культуры можно не более 2-х лет подряд. При монокультуре арбуза установлено, что по мере увеличения кратности использования пласта многолетних трав под бахчевые культуры наблюдается четкая тенденция к снижению

урожая, уменьшению массы плода, ряда качественных показателей (содержания сахаров, сухих веществ и др.). Для орошаемой зоны региона рекомендуется севооборот со следующим чередованием культур: 1 поле — многокомпонентные смеси с подсевом многолетних трав; 2 и 3 — люцерна; 4—5 поля — бахчевые; 6 — озимая пшеница + поукосная кукуруза на корм.

Для рисосеющих хозяйств Украины необходимы специализированные севообороты с травами и промежуточными культурами. Рассмотрим севообороты рекомендуемые ИОЗ и Украинской станцией рисосеяния со следующим чередованием культур:

1) 1 поле — яровые зерновые с подсевом многолетних трав; 2 — многолетние травы; 3 и 4 — рис; 5 — агромелиоративное поле; 6 — рис. Рис и кормовые культуры в севообороте занимают 50 % площади.

2) 1 поле — яровые зерновые с подсевом многолетних трав; 2 — многолетние травы; 3, 4 и 5 — рис + сидерат в 5-м поле; 6 — агромелиополе; 7—8 — рис. Степень насыщения рисом — 62,5 %.

3) 1 поле — яровые зерновые с подсевом многолетних трав; 2 — многолетние травы; 3 и 4 — рис; 5 — агромелиополе; 6 и 7 — рис сидерат на 6-м поле.

Следует отметить, что в основу выше приведенных схем севооборотов легла выдвинутая нами концепция короткоротационных севооборотов с усовершенствованной структурой посевных площадей, предусматривающей отведение более одной трети орошаемой пашни под бобовые культуры (люцерну, эспарцет, донник, сою, горох, злакобобовые смеси). Эта концепция имеет принципиальное значение не только с агротехнической, экологической, но и экономической точки зрения. Особенно сейчас, когда резко возросли цены на азотные удобрения. Все это позволяет улучшить экономическую ситуацию в агроэкосистеме создавать условия для ежегодного накапливания значительного количества биологического азота.

3.6. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ПОСЕВЫ — НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

3.6.1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОСЕВОВ

Промежуточные посевы являются составной и неотъемлемой частью интенсивных систем земледелия на орошаемых землях. Они были известны давно, а возникли с потребностью густо населенных стран более эффективно использовать пашню и увеличивать произ-

водство сельскохозяйственной продукцин с единицы площади. Родиной многоурожайных систем земледелия стали Индия (И. Клинген, 1960), Китай (А. Г. Грум-Гржимайло, 1936), Египет (Плиний, 1957).

В России промежуточные посевы начали применяться в конце XIX столетия. Пионером изучения и внедрения двух урожаев в дореволюционной России был профессор П. Бурдин (1899).

В начале XX столетия эффективность промежуточных посевов была подтверждена опытами Полтавского опытного поля (сборник работ 1903, 1914), Сумской и Носовской опытных станций (В.М. Сазанов, 1913, И. Фомичев, 1922, С.П. Кульжинский, 1921, 1926) и Красноградской опытной станции (В.В. Кукоев-Яснопольский и др., 1926).

Инициатором изучения и внедрения подсевных и пожнивных посевов на Украине стал С. О. Воробьев (1935), который, изучив и обобщив опыты и производственные достижения получения двух урожаев, рекомендовал набор культур для этих посевов.

В России и Украине за последние 50 лет проведены исследования промежуточных посевов. Их результаты обобщены в работах П.Ф. Котова (1963), А.М. Гаврилова (1965), В.Х. Зубенко (1963), В.А. Ушкаренко (1986), С.В. Бегея (1969, 1984), О.С. Кузьменко (1971, 1985), Ю.К. Новоселова (1972), В.С. Кочеткова (1977, 1986), А.О. Лымаря (1982, 1987) и др.

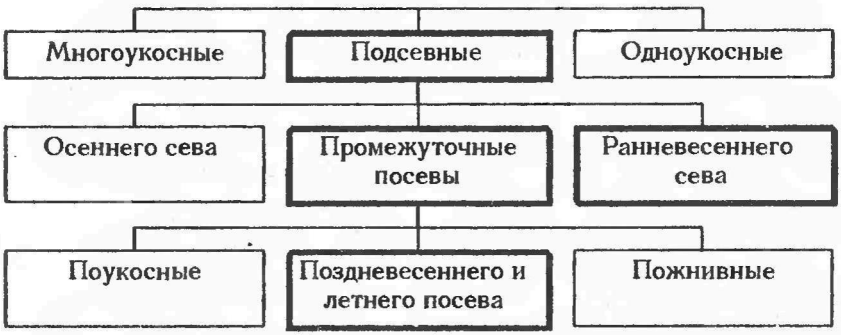
Промежуточные посевы стали неотъемлемым условием структуры посевных площадей и в последнее время все более широкое применение находят в странах Европы, Африки, Азии, Америки.

Основное назначение таких посевов сводится к максимальному и эффективному использованию природно-климатических, материально-технических и трудовых ресурсов при возделывании сельскохозяйственных культур и получением за счет этого дополнительной продукцин растениеводства.

3.6.2. КЛАССИФИКАЦИЯ И АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОСЕВОВ

Промежуточные — это такие культуры, которые возделываются в промежутках между основными культурами севооборота. Общепринятая классификация промежуточных посевов базируется на различных сроках сева и использованин урожая сельскохозяйственных культур. В связи с этим такие посевы подразделяются на озимые (осеннего посева), раниие яровые (ранневесеннего посева) и летние (включая поздневесенние посевы), которые называются также культурами промежуточного посева (поукосные и пожнивные). К

Рис. 2. Классификация промежуточных посевов



промежуточным относятся также подсевные культуры, которые выращиваются под покровом других культур (рис. 2).

Главное отличие промежуточных посевов от обычных заключается в том, что в течение периода вегетации с одного и того же поля получают два-три урожая, один из которых считается основным (по наибольшей продолжительности вегетационного периода). В то время как у обычных посевов за период вегетации собирают один урожай культуры — в смеси или в чистом виде.

Озимые промежуточные культуры занимают пашню в осенний и ранневесенний периоды до сева основных культур севооборота — период после уборки основной или пожнивной культуры предыдущего года до сева основной культуры текущего года.

Высевают эти культуры осенью, а урожай зеленой массы используют весной следующего года. У озимых промежуточных посевов интенсивный темп формирования урожая, особенно у озимого рапса, озимой сурепицы и перко. Они быстро накапливают массу ранней весной, дают большое количество корма высокого качества и рано освобождают поля для посевов основных культур.

Урожай зеленой массы промежуточных культур колеблется от 230 до 500 ц/га в зависимости от биологического потенциала культуры, сроков сева, режимов питания и орошения.

По срокам укосной спелости и уборки промежуточные культуры подразделяются на ранне-, средне- и позднеспелые. К раннеспелым культурам относятся: озимая сурепица, рапс, перко; к среднеспелым — озимые рожь, вика, ячмень; к позднеспелым — озимая пшеница, тритикале, а также посевы люцерны и эспарцета, которые ранней весной дают один укос кормовой массы. После уборки озимых промежуточных культур почву обрабатывают, вносят удобрения и высевают основную культуру. Культуры промежуточных посевов могут

вегетировать в зимних условиях, эффективно используя периоды потепления.

Они рано освобождают поля для сева основных культур и дают возможность получать урожай последних, равный или близкий к урожаю при их обычных весенних сроках сева.

Ранние яровые промежуточные культуры высевают ранней весной, урожай получают в первой половине лета, до сева поздних культур. Этот период длится 45—80 дней. Обычно высевают горохо-овсяные и вико-овсяные смеси, а в последнее время — капустные культуры — яровой рапс, редьку масличную, горчицу белую, сурепицу и др.

Поукосные культуры высевают после уборки однолетних и многолетних трав на один укос, озимых на зеленые корм и других культур, убираемых на зеленую массу, силос и сенаж. Они формируют урожай летом и осенью. Этим культурам остается от 80 до 120 дней вегетационного периода.

Поукосные посевы используются для получения зеленых кормов, зеленой массы для закладки сенажа и силоса, зерна. С этой целью на зерно высевают ранние и среднеранние сорта кукурузы; просо, гречиху, сою, сорго; на зеленый корм и силос — среднеспелые и среднепоздние сорта кукурузы, многокомпонентные кормовые смеси, сорго в чистом виде и в смеси с кукурузой, подсолнечник, овощные культуры — капусту позднюю, летние посевы огурцов, морковь, свеклу столовую и кормовую, томаты для осеннего использования, картофель; технические культуры — подсолнечник на семена, сою, сахарную свеклу.

Разнообразен перечень поукосных культур, выращиваемых после озимых промежуточных культур. Каждое поле может дать хороший урожай зерна, семян подсолнечника, сои, кормов и овощных осенних сроков пользования. В таких погодных посевах региона можно выращивать все культуры как на зерно, так и зеленый корм.

Очень ценной культурой для промежуточных посевов является кукуруза и ее смеси с соей, горохом. По нашим наблюдениям установлено, что кукурузу нецелесообразно сеять основной культурой (особенно на силос) на орошаемых землях, так как много теряется драгоценного тепла и неэффективно используется биоклиматический потенциал. Орошаемая почва в весенний период медленнее нагревается, отставая от богарной на 7—8 дней.

Исследования и производственный опыт показывают, что срок сева кукурузы в период, когда почва на глубине 8—10 см достигает 10—12 °С, не является оптимальным. Урожайность кукурузы, посеянной в более поздние сроки, как правило, выше по сравнению с севом при указанной выше температуре почвы.

Установлено, что для кукурузы период "посев—всходы" при температуре почвы 12 °С длится 20 дней, а при 20 °С — 7 дней, т.е. сокращается на две недели. Период "всходы—выметывание" по мере повышения среднесуточной температуры воздуха с 18 по 24 °С сокращается с 52 до 37 дней, т. е. еще на 15 дней. Поэтому, используя биологические особенности кукурузы, можно отодвинуть срок сева ее на вторую половину мая без потери урожая зерна и зеленой массы и, таким образом, получить до ее сева урожай промежуточной культуры.

В пожнивных посевах период роста и развития растений приходится на конец лета — начало осени и длится 80—90 дней. В связи с этим культуры должны иметь короткий вегетационный период с высокими темпами формирования урожая как в начале развития, так и в более поздние фазы, переносить кратковременные заморозки, возобновлять после них вегетацию с интенсивным накоплением надземной массы, быть устойчивыми к засушливым условиям, особенно в начале вегетации.

После озимого и ярового ячменя, озимой пшеницы, гороха, раннеспелых сортов кукурузы в качестве пожнивных культур на зерно высевают просо, гречиху, раннеспелые сорта кукурузы и сою. На зеленый корм или для силосования используют кукурузу в чистом виде, в смеси с суданской травой и сорго, многокомпонентные кормовые смеси с участием овса, гороха, ярового рапса, горчицы белой, редьки масличной, подсолнечника. Культуры и их сорта подбирают так, чтобы после уборки второго урожая оставалось достаточно времени для подготовки почвы под посев озимых или яровых культур. Целесообразно в качестве пожнивных посевов использовать овощные культуры — огурцы, кабачки, укроп, морковь, столовую свеклу, а также летние посадки картофеля.

Подсевные культуры имеют некоторые преимущества перед другими промежуточными культурами. Они не требуют специальной обработки почвы, так как первые периоды развития проходят под покровом других культур.

Подсевные люцерну, эспарцет, клевер, райграс одиолетний, суданскую траву, донник и т. д. высевают под основные озимые, яровые зерновые и другие. Первые растут и развиваются под покровом вторых, после уборки которых формируют хозяйственно-полезный урожай подсевных культур. Подсевают их и в пожнивные посевы проса, кукурузы на зеленый корм, сорго. Подсев, как упоминалось, не требует дополнительной обработки почвы, содействует минимизации ее обработки и лучшему использованию почвенно-климатических условий из-за отсутствия обычного в других случаях

разрыва вегетационного периода между уборкой покровной культуры и севом последующей.

Подсевные культуры играют важную роль при освоении специализированных высокопродуктивных севооборотов, в которых преимущественное место занимают многолетние травы. В зависимости от сроков сева и хозяйственной целесообразности урожай подсевных культур может быть использован в одном или нескольких укосах. Необходимо учитывать также продолжительность вегетации каждой культуры, потребность в сумме активных температур, требования к термическим факторам по фазам развития, степень полезного использования воды, фотопериодическую реакцию, что позволит правильно оценить климатические возможности региона, чтобы рационально сочетать основные и промежуточные культуры с целью максимального использования всего вегетационного периода и получения наивысшего выхода продукции с единицы площади.

На урожай промежуточных культур влияют как погодные условия, так и сортовой состав. Установлено, что межсортовые различия весьма значительны, и поэтому выбор сорта может оказывать решающее влияние на одну или группу культур, способных эффективно использовать весь вегетационный период либо его определенную часть.

В современном земледелии факторы интенсификации и жизни растений взаимозависимы и взаимообусловлены. Сопоставляя данные об уровнях агроклиматических факторов с потребностью растений, можно определить условия, лимитирующие получение высоких урожаев, и наметить меры по оптимизации их.

Промежуточные посевы могут размещаться во всех севооборотах, а удельный вес их зависит от схемы чередования культур и обеспеченности почвы влагой в период выращивания. Такие посевы существенно повышают продуктивность неорошаемых и орошаемых земель. На орошаемых землях они выступают неотъемлемым звеном интенсивного использования пашни и обязательным элементом севооборота.

Особую значимость приобретают специализированные кормовые севообороты с короткой ротацией и потенциальной насыщенностью кормовыми культурами на 100 %. В этих севооборотах можно достигнуть наиболее высокой степени уплотнения промежуточными посевами с 2—3 урожаями в год.

Исследованиями Николаевской ГОСХОС установлено, что при 50 %-ном насыщении севооборотов промежуточными посевами на 1 га севооборотной площади выход кормовых единиц составил 143 ц., а переваримого протеина — 19,1 ц; при 100 %-ном насыщении — соответственно 156 и 19,4 ц.

После уборки озимой пшеницы на зерно (при урожае зерна 60 ц/га) собнрали зеленой массы кукурузы 581 ц/га, зерна проса — 21,1, гречихи — 11,3 ц/га. По данным ИОЗ (В.И. Остапов, 1984), при возделыванни озимой ржн с озимой сурепицей (491 ц/га) + поукосная кукуруза с соей (671 ц/га) + поукосный овес с редькой масличной (536 ц/га), т. е. в сумме с одного гектара получено 1698 ц зеленой массы с содержаннем в ней 261,8 ц кормовых единнц и 33,8 ц переваримого протеина.

В хозяйствах региона распространены такие три типа севооборотов:

1) 1 и 2 поля — люцериа, 3 — озимая пшеница, 4 — кукуруза на зерно, 5 — кукуруза на силос, 6 — озимая пшеница, 7 поле — злако-бобовые смеси + люцерна;

2) 1, 2, 3 поля — люцерна; 4 — ознмая пшеница, 5 поле — злако-бобовые смеси;

3) 1 поле — озимая пшеница + пожнвный посев люцерны, 2—3 — люцерна, 4 — озимая пшеница, 5 — кукуруза на силос, 6 — озимая пшеннца, 7 поле — злакобобовые смесн.

При высокой культуре земледелия в первом севообороте пожнвные культуры можно разместить после озимой пшеницы на 3 и 6 полях. В этом севообороте под зерновые отведено 42,9 %, кормовые — 57,1 %, в том числе под люцерну — 28,6 %. Индекс использования пашни — 1,28.

Во втором севообороте пожнвную культуру можно высевать на 4 поле после ознмых на зерно н 5 поле — поукосную кукурузу после злаковых смесей на зеленый корм. Индекс использования пашни — 1,4.

В третьем севообороте пожнвные посевы можно размещать на 4 поле, а после озимой пшеницы на 7 поле — поукосную кукурузу. Удельный вес зерновых культур — 42,9 %, кормовых — 57,1 %. Индекс нспользовання пашни — 1,43.

По данным Украинской станции рисосеяния, надежным резервом повышения продуктивности гектара чеков остаются промежуточные озимые культуры, подсеянные под созревающий рис. Они позволяют более полно использовать вегетационный период осенью и весной, до посева риса, получать дополннтельное колнчество кормов и повышать урожай основной культуры. К числу наиболее эффективных культур относятся озимая рожь, ознмая пшеннца, люцерна и клевер.

Авиапосев проводят в период восковой спелости зерна риса при слое воды в чеках не более 2—7 см. Воду сбрасывают не позже, чем через двое суток после посева, а уборку риса начинают через 7—12 дней после появления всходов промежуточной культуры. Обмолачивают валки в течение 3—5 дней. Такой способ сева снижает себе-

стоимость зерна на 19 % и увеличивает производнтельность труда на 93 % по сравнению с наземным посевом и подготовкой почвы после уборки риса.

Отличительная особенность овощных и овоще-кормовых севооборотов — большой набор возделываемых культур, собираемых по агротехническим и биологическим прнзнакам в сборные поля. Промежуточно здесь можно высевать овощные, кормовые и зерновые культуры. Насыщение овоще-кормовых севооборотов овощнымн культурами и картофелем 20—45 %, а овощиыми — до 60—70 %.

В прифермских севооборотах размещают в основном малотранспортабельные культуры, выращиваемые на зеленый корм. Узко специализнрованные севообороты с максимальным насыщением промежуточиыми посевами призваны обеспечить кормами животноводство в теченне 230—250 дней в году. Здесь поля блнже к источникам потребления зеленой массы — фермам, АВМ-0,4, летним лагерям по откорму крупиого рогатого скота и т. д. Это позволяет в 2—3 раза уменьшить затраты на доставку кормов, на горюче-смазочные материалы, сократить потребность в транспортных средствах.

Основу прифермских севооборотов составляют люцерна, кукуруза, злако-бобовые смеси, выращиваемые в обычиых н промежуточных посевах. Схемы их должны предусматривать круглогодичное использование всех полей с широким примеиением промежуточных посевов.

Включение в севооборот промежуточных культур разных сроков сева и уборки позволяет легко организовать систему зеленого конвейера. Для бесперебойного поступления сбалансированных зеленых кормов на молочнотоварные фермы в условиях региона рекомендуется внедрять в севообороты 2—3 урожайные звенья.

В производственных условиях широко распространены следующие звенья для выращивания двух урожаев с одного поля:

— озимая рожь, озимая пшеница нли тритикале в смеси с викой или рапсом + кукуруза с соей;

— ознмая пшеница на зерно с пожнивным посевом кукурузы на зеленый корм или многокомпонентных смесей;

— многокомпонентные смеси с викой + кормовая свекла и др.

Для получения трех урожаев в течение вегетационного пернода рекомендуются следующие варианты сочетания культур в промежуточных посевах:

— озимая рожь с озимой викой + кукуруза на зеленый корм с подсевом суданской травы, отава суданской травы;

— озимая рожь с рапсом + кукурузу на силос с подсолнечником;

— овес + горчица белая + горох на зеленый корм;

— овес + редька масличная, кукуруза на зеленый корм, перко или озимый рапс.

Длительное изучение различиых звеньев зеленого конвейера убеждает в том, что их основу должны составлять многолетние травы. В условиях орошения они хорошо отрастают после укосов и дают в течение почтн всего вегетационного периода корм высокого качества, богатый протеином.

В системе зеленого конвейера эффективны кукуруза на силос, суданская трава, тритнкале, озимая рожь, овсяно-гороховые и подсолнечниково-гороховые смеси. Промежуточные посевы в таких севооборотах могут занимать до 80 % севооборотной площади, в том числе озимые промежуточные — 40 %, пожнивные — 20 % и поукосные — 20 %.

В табл. 69 приведены примерные схемы зеленого конвейера для орошаемых земель юга Украиины с учетом использоваиия урожая кормовых культур и сочетания обычных и промежуточных посевов.

Вопрос о допустимой степени насыщения промежуточными культурами решается, исходя из конкретных условий — типа и вида севооборотов, а также хозяйственно-экономических возможностей, определяющий коэффнциент полезного использования вегетационного периода.

На орошаемых массивах с низким гидромодулем системы площади под промежуточиые культуры необходимо планировать в таком размере, чтобы обеспечить достаточным количеством поливной воды. Учитывая все возможные факторы региона, рекомендуется занимать под промежуточные посевы 30 % и более севооборотной площади.

Что же касается возделывания пожнивных культур, то целесообразность их выращивания диктуется условиями влагообеспеченности второй половниы лета или возможностью получения полноценных всходов.

Исследования показывают, что при рациональном иасыщении севооборотов промежуточными посевами, урожайность этих посевов находится на уровне осиовных посевов. А для ряда культур промежуточные посевы благоприятиее основных, поэтому они более продуктивны.

О высокой эффективности сочетания осиовиых и промежуточных посевов свидетельствует их продуктивиость в стациоиарном опыте Николаевской ГОСХОС (1981—1987 гг.). Важно отметить, что при насыщении севооборотов промежуточными посевами урожай культур основного посева не снижается. Проведениый опыт показал, что озимая пшеиица, выращиваемая бессменно на орошении в

Таблица 69. Календарь сева и использования кормовых культур в зеленом конвейере на орошаемых землях региона*

Культура и смесь	Срок сева	Срок использования		Урожай, ц/га
		начало	конец	
озимая сурепица	05—15.IX	15—20.IV	1—5.V	200
озимый рапс	5—15.IX	20—25.IV	5—10.V	200
кукуруза + соя поукосная	25.IV—15.V	5—10.VII	25—30.VII	350
овес + редька масличная или рапс после кукурузы с соей (3-й урожай)	5—10.VIII	20—25.X	10—20.XI	200
озимая рожь + сурепица + рапс	10—20.IX	24—30.IV	10—15.V	300
кукуруза + суданская поукосная трава	5—20.V	2—5.VII	15—20.VII	200
суданская трава (2-й укос)	—	10—15.VIII	25—30.VIII	120
суданская трава (3-й укос)	—	15—20.IX	25—30.IX	80
озимые (пшеница или тритикале + вика или рапс)	10—15.IX	10—12.V	25—30.V	200
кукуруза + суданская трава поукосно	20.V—5.VI	15—20.VII	1—5.VIII	200
суданская трава (2-й укос)	—	1—15.IX	20—25.IX	150
кукуруза + соя поукосная	20.V—5.VI	25—30.VII	10—15.VIII	300
овес + горох + рапс или редька масличная после кукурузы с соей (3-й урожай)	5—20.VIII	25—30.X	10—15.XI	200
люцерна + многолетние злаковые травы: 1-й укос	Прошлых лет	15—20.V	30.V—5.VI	200
2-й укос	то же	20—25.VI	10—15.VII	150
3-й укос	то же	1—5.VIII	15—20.VIII	150
4-й укос	то же	15—20.IX	1—5.X	100
ячмень + горох + гречиха	Рано весной	25.V—VI	5—10.VI	180
кукуруза поукосная	1—15.VI	10—15.VIII	25—30.VIII	250
кукуруза + суданская трава поукосная	1—15.VI	5—10.VIII	20—25.VIII	250
суданская трава (2-й укос)	—	15—20.IX	1—5.X	100
овес + вика яровая + редька масличная	Рано весной	5—10.VI	20—25.VI	250
кукуруза поукосная	10—30.VI	1—5.IX	15—20.IX	250
кукуруза + суданская трава	20—30.IV	25—30.VI	10—15.VII	250
суданская трава (2-й укос)	—	5—10.VII	25—30.VIII	100
суданская трава (3-й укос)	—	20—25.IX	1—5.X	80
кукуруза пожнивная после пшеницы на зерно	10—20.VII	15—20.IV	1—5.X	250
овес + вика яровая + редька масличная или рапс пожнивный	20.VII—20.VIII	1—5.X	10—15.XI	200

*ИОЗ, М. П. Исичко, Н. Г. Гусев, 1987.

Таблица 70. Эффективность возделывания озимой пшеницы бессменно и с промежуточными посевами*

Удобрение	Севооборотные звенья		
	озимая пшеница (бессменно), ц/га	озимая пшеница + кукуруза пожнивная (бессменно)	
		урожай, ц/га	
		зерна	зеленой массы
Без удобрений (контроль)	32,6	38,8	289
$N_{90}P_{80}$	49,2	51,0	474
$N_{180}P_{120}$	55,8	56,0	548

*По данным Николаевского ГОСХОС, 1981—1987 гг.

сочетании с пожнивной кукурузой, отличается высокой урожайностью даже на вариате без внесения удобрений (табл. 70). Следовательно, включение пожнивной культуры позволяет получать дополнительную продукцию в виде зеленой массы, не влияя на урожай основной культуры.

Поукосные и пожнивные посевы ряда культур обладают более высокой кормовой ценностью, чем при весеннем севе. Прежде всего речь идет о наиболее ценных белках. Так, в вегетативной массе кукурузы при поукосном и пожнивном выращивании возрастает содержание белков, жиров, безазотистых экстрактивных веществ, золы, формируется более нежная, хорошо поедаемая зеленая масса.

Севообороты с промежуточными посевами имеют большое агротехническое значение. Так, пожнивные и поукосные посевы более интенсивно накапливают органические вещества в почве. Только за счет повторных посевов в почву их поступает в 1,5—3 раза больше, чем при выращивании одного урожая.

Это содействует накоплению гумуса как в отдельных почвенных горизонтах, так и в целом гумусном профиле.

Промежуточные посевы способствуют окультуриванию почвы и улучшению ее фильтрационных свойств. Повышение содержания водопрочных агрегатов связано с обогащением почвы органическими веществами, структурообразующей ролью корневой системы, высоким содержанием окисн кальция в растительных остатках, который оказывает цементирующее действие.

Улучшение агрофизических свойств почвы и постоянное наличие растительного покрова изменяют характер поверхностного стока. Последний может быть почти полностью исключен, благодаря чему увеличивается эрозионная стойкость севооборотов.

3.6.3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОСЕВОВ

При совершенствовании элементов технологии возделывания промежуточных посевов следует уделить внимание особенностям их развития. Им отводнтся неиспользованная часть вегетационного периода, часто менее благоприятная по метеорологическим условиям по сравнению с условнями вегетации основной культуры.

Поукосные и пожнивные посевы, начиная с появления всходов н до уборки урожая, развиваются в условиях постоянного снижения продолжительности освещения и температур. Культуры короткого дня в таких условиях ускоряют прохождение фенофаз в процессе развития, сокращая продолжительность межфазных периодов, а у культур длинного дня отмечается более высокая облиственность. При снижении температур ниже 10 °С у теплолюбивых культур и 5 °С у других — практически прекращаются процессы накоплення вегетативной массы.

Вот почему в технологии промежуточных посевов должны быть предусмотрены агротехнические приемы, позволяющие в короткие сроки создавать листовую поверхность в 40—50 тыс. м^2 на гектар, способную полнее поглощать солнечную энергию и обеспечивать фотосннтетический потенциал, достаточный для формирования высокого урожая.

Технология возделывания промежуточных посевов в условиях орошаемого земледелия направляется на максимальное сокращение сроков между уборкой предшествующей и севом второй культуры или смеси. О важности фактора времени в образовании урожая указывают в своих работах А.М. Гаврилов (1965), В.А. Ушкаренко (1976), А.О. Лымарь (1982).

Система обработки почвы является наиболее ответственным агротехническим приемом возделывання промежуточных культур. Одни авторы считают, что для промежуточных культур более эффектнвна вспашка (В. Т. Барыльник и др., 1979, В. И. Остапов, Н.К. Дударь, 1979, П. Д. Шевченко, В. И. Кобзарь, 1982), другие предлагают вспашку заменить безотвальным рыхлением, а в некоторых случаях проводить посев в стерню (А. О. Лымарь, В. А. Ушкаренко, 1975).

Последняя группа авторов, а также Г. Кант (1982), В.Г. Лошаков (1980) считают, что промежуточные посевы, обогащая почву гумусом, оструктуривая, разрыхляя ее корневой системой, эффективно подавляя в севообороте сорняки, болезни н вредителей, создают условия для минимилизации обработок и даже прямого посева.

Однако до настоящего времени нет единого мнения о глубине и способах обработки почвы, а также — применении орудий рыхления.

В то же время следует считать, что обработка почвы должна быть тесно увязана с другими факторами интенсификации, в частности — с системой удобрений и режимом орошения. Из-за более короткого периода развития промежуточных посевов, меньшего содержания в почве легкодоступных питательных веществ и более слабой сравнительно с основными культурами, корневой системой возрастает значение оптимального подхода к удобрению почвы, поддержанию влажности в слое 0—50 см. Изменения в обеспеченности почвы элементами питания здесь происходят особенно быстро. Оперативно реагируя на это, система удобрений должна способствовать не только прогрессивному увеличению урожайности промежуточных культур, но и обеспечивать бездефицитный баланс питательных веществ в почве.

В последние годы за рубежом (Колев Н.И., Клочков Б., 1982; Buchnez W Koller, 1984; Жолобов А.И., 1984) все более широкое распространение получают новые технологии возделывания промежуточных культур на основе минимилизации обработки почвы. Однако как за рубежом, так и у нас в стране переход на такую минимилизацию выявил недостаточную изученность большинства элементов технологии. Новая система обработки почвы требует и новых подходов к составляющим технологии возделывания промежуточных культур.

В этой связи нами проводились временные и стационарные многофакторные опыты с различными культурами по изучению влияния способов и глубины обработки почвы на другие элементы технологии, прежде всего — систему удобрений и режимы орошения. Эти ведущие факторы интенсификации орошаемого земледелия тесно увязываются с севооборотами, приемами возделывания основных и промежуточных культур.

Необходимость в дальнейшем совершенствовании технологии для промежуточных посевов потребовала более тщательного изучения ряда специфических вопросов, связанных с предшественниками, сроками сева, нормами высева. Они, собственно, и легли в основу создания моделей программированного выращивания урожая (А.О. Лымарь, 1987).

3.6.3.1. ОЗИМЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ПОСЕВЫ

Озимые промежуточные посевы на зеленый корм занимают пашню до посева осиовной культуры. Речь, следовательно, идет о 60—70 днях конца лета и начала осени, примерно о таком же количестве дней весеннего периода очередного сельскохозяйственного года.

Земледельцы региона при посеве промежуточных культур на орошаемых полях отдают предпочтение озимым колосовым в смеси с другими компонентами. Они требуют меньшего расхода воды, высокоэффективно используют осенние и зимние осадки, удовлетворяются в итоге скромным количеством поливной воды на формирование урожая.

Наибольшее распространение получили злаково-виковые озимые смеси. В них злаковый компонент выполняет важную функцию поддержания благоприятных условий для бобового компонента. Проведенные нами многолетние опыты на фоне конкретного вида злакового компонента по изучению продуктивности злаково-виковых озимых смесей, фактических способов обработки почвы и удобрений и многофакторной схемы дали результаты, изложенные в табл. 71.

На основании полученных данных установлено, что на долю фактора "злаковый компонент" приходится 36 % изменчивости урожая. Злаково-виковая смесь с компонентом озимая пшеница дала урожайность зеленой массы в среднем по опыту — 311 ц/га. Замена озимой пшеницы на тритикале обеспечила урожайность 354 ц/га. Примерно такой же урожайностью отмечались и ржано-виковая

Таблица 71. Продуктивность злако-виковых озимых смесей в зависимости от вида злакового компонента, способов обработки почвы и удобрений, ц/га*

Злаковый компонент смесей А	Отвальная обработка В			Безотвальная обработка С		
	зеленая масса	кормовые единицы	переваримый протеин	зеленая масса	кормовые единицы	переваримый протеин
	Фон $N_{90}P_{50}$					
Озимая пшеница	288	50,0	7,5	298	50,7	7,7
Тритикале	314	56,5	7,2	320	57,6	7,3
Рожь	351	63,2	7,7	322	58,0	7,1
	Фон $N_{180}P_{100}$					
Озимая пшеница	325	55,3	8,5	329	55,9	8,5
Тритикале	377	67,3	8,6	393	70,7	9,0
Рожь	344	61,9	7,6	360	64,8	7,9
$НСР_{05}$ ц/га						
А	22,5	4,2	0,5			
ВС	18,4	3,4	0,1			
АВ:АС	31,9	5,9	0,7			
ВС	26,0	4,8	0,6			
АВС	45	8,3	1,0			

*Николаевская ГОСХОС, 1981—1986 гг. А. О. Лымарь.

смесь — 349 ц/га. Такая же закономерность отмечена и в сборе кормовых единиц. Следовательно, если судить о продуктивиости и кормовой ценности, то преимущество остается за рожью и тритикале. Эти культуры содержат больше переваримого протеина, кальция и фосфора.

Но для ответа на поставленный вопрос этих показателей, оказывается недостаточно. Нами изучалась динамика накопления зеленой массы каждой культурой, а также — сроки формнрования ими наиболее весомого и качественного урожая.

Рожь накапливает большое количество массы, причем более интенсивно и в более ранние сроки, чем пшеница и тритикале. Своего пика этот процесс достигает в иачале колошения. Но и у ржи есть свои иедостатки. Зеленая масса ее охотно поедается животными в течеиие 6—8 суток, после этого она сильио грубеет и довольно быстро теряет кормовую ценность.

По нашим данным, в сухом веществе озимой ржи, убранной в фазу выхода в трубку, протеина содержится 20 %, в фазу колошения — до 14,6 %, в конце колошения — до 8 %, а при цветенин — до 7 %. Значнт, уже в фазу цветения рожь, будучи зеленой, имеет кормовую ценность, приравненную практически к обыкиовенной ржаной соломе. Чтобы корм окончательно не потерял питательной цеииости, приходится в сжатые срокн, буквально за день–два, скашивать его для хозяйственного пользованнн.

У пшеницы период использования значительно продолжительнее: в чистом виде 10—12 суток, а в смеси с викой 18—20 суток. Кроме того, с пшеницей вика растет и развивается лучше, чем с рожью. По нашим данным, продуктивность бобовых компонентов в смеси с рожью снижалась до 10—12 %, с тритикале — до 40 %, в то время как с озимой пшеницей достигала 50 %. Поэтому сбор переваримого протеина у вико-пшеничных смесей на 5 % выше, чем у вико-ржаных.

Включеиие в злаково-бобовую смесь тритикале позволяет закрыть полноценным зеленым кормом окно между использованием вико-ржаной и вико-пшеничной смеси. Кстати, тритикале обладает высокими качествами — содержит много сахаров, каротиноидов, хорошо силосуется.

Оценка фактора "дозы удобрений" показывает, что на его долю приходится 43 % варьирования продуктивиости. В среднем по опыту двойная доза азотно-фосфорных удобрений дала следующую прибавку урожая по сравнению с рекомендуемой: зеленой массы — 40,3 ц/га; кормовых единиц — 7,0; переваримого протеина — 1,0 ц/га. Самые высокие прнбавки обеспечивают смеси вики с тритикале — соответственно 61; 11,3; 7,4 ц/га. Окупаемость урожаем зеленой массы, кормовых единиц и переваримого протеина двойной дозы удобрений

по сравнению с рекомендуемой в данном случае почти в 2 раза выше, чем у вико-ржаных и вико-пшеничных смесей. Это говорит о том, что тритикале относится к культурам интенсивного типа и обладает большим потенциалом урожайности. Так, в производственных условиях опытного хозяйства Николаевской ГОСХОС в 1980 году получен рекордный урожай смеси тритикале с викой — 720 ц/га зеленой массы на фоне основного удобрения $N_{180}P_{100}$.

Анализ различных способов обработки почвы показывает, что этот фактор не оказывает существенного влияния на продуктивность злако-бобовых смесей (поля его участия в изменчивости урожая менее 1 %), а многолетние исследования позволяют рекомендовать широкий набор злаковых культур, прежде всего озимую рожь, озимую пшеницу, тритикале. В смеси с бобовыми культурами они могут в течение 25 суток сформировать урожай зеленой массы в 350 и более ц/га, или в 2 раза выше, чем при использовании только однотипных злаково-бобовых смесей. Повышение против рекомендованной дозы основного минерального питания ($N_{90}P_{50}$) более целесообразно использовать под смеси вики и тритикале.

Кроме того, сконструированные нами агрофитоценозы озимых злаковых культур с викой позволяют им не только эффективно воспользоваться осенне-зимними запасами влаги в почве, экономя поливную воду, но и рационально на протяжении всего периода вегетации использовать еще два фактора — температурный и световой.

Для хозяйств, занимающихся орошением земель, мы рекомендовали приемы возделывания озимых промежуточных посевов, базирующихся на элементах противоэрозионной обработки почвы. Рекомендации вызывают интерес, находят широкое применения. При этом конкретное соотношение озимых злаковых культур в структуре посева озимых злаково-виковых смесей решается конкретно в хозяйствах. Руководствуются специалисты, как правило, потребностями в зеленых кормах и зеленой массе для раннего силосования.

Так, в КСП "Волна революции" Геического района Херсонской области орошаемую площадь в 148 га отводят под промежуточные посевы, причем на долю смесей с рожью здесь приходится 35 %, а с пшеницей — 75 %. При таком соотношении крупный рогатый скот получал зеленые корма в течение 25 дней. Это продолжительнее в 2 раза по сравнению с периодом использования для этой цели только озимой ржи. Кроме того, появилась возможность ежегодно закладывать с промежуточных посевов более 700 т раннего силоса.

Аналогичные результаты полученные в КСП "Ингулец" Херсонской области, но при несколько ином соотношении озимой ржи и пшеницы, а именно — 2:1.

3.6.3.2. РАННЕВЕСЕННИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ПОСЕВЫ ИЗ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ

Ранневесенние многокомпонентные смеси в условиях региона могут продлить зеленый конвейер еще на 20—25 дней после использования озимых культур. В отечественной и зарубежной литературе речь идет в основном о смесях, состоящих всего лишь из 2-х и не более 3-х культур (Кутузова А.А. и др., 1984; Ливенский А.И., 1982; Chdian G.S. Dwngarnal H.S., 1980; Dalal R., 1977) Предназначение первой культуры (злаковой) — дать обильную зеленую массу, второй (чаще бобовой) — обогатить эту массу переваримым протеином. Сочетанием таких двух компонентов можно увеличить урожай зеленой массы и довести содержание переваримого протеина в кормовой единице до 140 и больше граммов.

В начале семидесятых годов хозяйства на своих орошаемых землях стали осваивать ранневесенние промежуточные посевы с разным количеством компонентов. Поэтому в 1973 г. по поручению сельскохозяйственных органов Херсонской области была создана оперативная группа под руководством и непосредственным участием автора настоящей работы, куда вошли научные работники ИОЗ, Аскания-Нова, Херсонского СХИ, студенты, специалисты хозяйств, руководители механизированных звеньев.

Пять хозяйств области, в которых проводились испытания многокомпонентных смесей, были выбраны таким образом, чтобы каждое из них было типичным для своей зоны. Эта группа хозяйств включала все основные почвенные разности: легкие супесчаные почвы (КСП им. Ленина Голопристанского района); южные смытые черноземы (КСП "Днепр" Нововоронцовского района); темнокаштановые почвы с равной степенью солонцеватости (КСП "Серп и молот" Каланчакского района и "Родина" Генического района); южные солонцеватые черноземы (КСП "Ингулец" Белозерского района Херсонской области).

Во всех пяти приведенных выше хозяйствах применялась трехкомпонентная смесь — овес, горох, подсолнечник высевались при одной и той же норме и соотношении компонентов (см. табл. 72). Как видим, если по урожайности зеленой массы колебания между хозяйствами не превышают 5—6 %, что вполне возможно и нормально, то по количеству кормовых единиц они достигают 25 %, а по содержанию протеина в кормовой единице — 45 %.

На такие значительные колебания по качеству полученного корма, конечно, сказалась не только почвенная разность, но и различное развитие компонентов. Если указанную трехкомпонентную смесь взять за основу сравнения (вариант № 1) и добавить к ней

Таблица 72. Продуктивность раннепосевных промежуточных посевов (среднее за 2 года)

Наименование смесей и нормы высева (млн/га семян)	Выход с 1 га (ц)			Перевариимого протеина г/к. ед.	Возможный выход молока, ц/га	
	зеленой массы	кормовых единиц	кормопротеиновых единиц		по кормовой единице	по перевариимому протеину
КСП им. Ленина Голопристанского района						
1. Овес (2,6) + горох (0,5) + подсолнечник (0,14)	328	46,3	57,0	149	35	49,3
2. То же + вика (1,2)	323	45,5	58,7	158	34,5	52,1
3. Овес (3) + горох (0,5) подсолнечник (0,28) + вика (2)	330	48,0	57,0	137	36,4	47,1
4. Овес (2,3) + горох (0,43) + вика (1,0) + гречиха (1,0)	318	44,4	56,2	153	33,6	48,4
5. Овес (3,3) + горох (0,33) + вика (2,5) + гречиха (2,5)	359	49,1	64,0	161	37,2	56,5
КСП "Днепр" Нововоронцовского района						
1. Овес (2,6) + горох (0,5) + подсолнечник (0,14)	320	45,6	58,3	156	34,5	50,7
2. То же + вика (1,2)	357	39,4	57,7	193	29,8	54,2
3. Овес (3) + горох (0,5) + подсолнечник (0,28) + вика (2)	372	39,0	54,0	177	28,5	49,2
4. Овес (2,3) + горох (0,43) + вика (1,0) + гречиха (1,0)	357	38,8	52,4	170	29,1	47,2
5. Овес (3,3) + горох (0,33) + вика (2,5) + гречиха (2,5)	317	41,6	54,8	164	31,5	48,6
КСП "Серп и молот" Каланчакского района						
1. Овес (2,6) + горох (0,5) + подсолнечник (0,14)	309	44,7	50,8	128	33,9	40,8
2. То же + вика (1,2)	345	43,1	56,5	162	32,7	50,1
3. Овес (3) + горох (0,5) + подсолнечник (0,28) + вика (2)	345	52,7	66,8	154	39,9	57,9

Наименование смесей и нормы высева (млн/га семян)	Выход с 1 га (ц)			Перевариимого протеина г/к. ед.	Возможный выход молока, ц/га	
	зеленой массы	кормовых единиц	кормопротеиновых единиц		по кормовой единице	по перевариимому протеину
4. Овес (2,3) + горох (0,43) + вика (1,0) + гречиха (1,0)	292	39,3	49,1	150	29,8	42,2
5. Овес (3,3) + горох (0,33) + вика (2,5) + гречиха (2,5)	292	36,7	47,3	159	27,7	41,4
КСП "Родина" Геничеиского района						
1. Овес (2,6) + горох (0,5) + подсолнечник (0,14)	325	40,2	58,6	192	30,5	55,1
2. То же + вика (1,2)	289	33,8	48,9	189	25,6	45,7
3. Овес (03) + горох (0,5) + подсолнечник (0,28) + вика (2)	351	40,7	58,3	187	30,8	54,2
4. Овес (2,3) + горох (0,43) + вика (1,0) + гречиха (1,0)	277	38,8	56,9	193	29,4	53,6
5. Овес (3,3) + горох (0,33) + вика (2,5) + гречиха (2,5)	328	43,6	65,3	199	33,0	62,1
КСП "Ингулец" Белозерского р-на						
1. Овес (2,6) + горох (0.5) + подсолнечник (0,14)	318	50,9	67,9	188	38,5	60,8
2. То же + вика (1,2)	305	49,5	68,7	178	37,5	62,9
3. Овес (3) + горох (0,5) + подсолнечник (0,28) + вика (2)	393	55,7	74,8	169	42,2	67,2
4. Овес (2,3) + горох (0,43) + вика (1,0) + гречиха (1,0)	353	52,9	62,9	138	40,1	52,2
5. Овес (3,3) + горох (0,33) + вика (2,5) + гречиха (2,5)	371	51,9	67,4	160	39,3	59,3

вику, новый компонент (вариант № 2), то во всех хозяйствах мы видим заметное улучшение качества корма за счет увеличения содержания переваримого протеина в кормовой единице на 17 г. Урожайность зеленой массы увелнчилась при этом незначительно — в среднем на 1 %.

Увеличение нормы высева злакового, бобового компонентов н подсолнечника (вариант № 3) хотя и дает максимальный урожай зеленой массы (в среднем 358 ц/га), но несколько снижает качество корма вследствие уменьшения содержания в кормовой единице переваримого протеина (на 10 г по сравнению с вариантом № 2).

Интересно проследить за тем, каким образом изменится продуктивность и качество корма при замене подсолнечника (в варианте № 2) на гречиху (варнант № 4).

Такая замена приводит к меньшим потерям зеленой массы (3 %), но к большим — переваримого протеина в кормовой единице (9 %). Увеличение нормы высева компонентов смеси овес + горох + вика + гречиха (вариант № 5) хотя и позволяет сравняться с продуктивностью вариаита № 2, но все же не достигает лучшего варнанта № 3.

Таким образом, в условиях конкретных хозяйств, сочетающих различные компоненты и нормы их высева, возможно в значительной степени управление качеством корма. Обобщая эту работу с учетом экономических показателей и возможного выхода животноводческой продукции, нельзя не признать перспективными и не рекомендовать для широкого внедрения варианты №№ 2, 3, 4 для супесчаных почв; вариант № 3 для темнокаштановых почв, вариант №№ 1, 2, 3 для южных черноземов.

Нами изучалось в севообороте влияние обработкн почвы, удобрений на продуктивность многокомпонентных смесей (табл. 73).

Анализ данных этой таблицы показывает, что под многокомпонентные смесн эффективна безотвальная обработка почвы. На ее фоне достаточно высокая эффективность минеральных удобрений.

Таблица 73. Влияние обработки почвы, удобрений на продуктивность многокомпонентных сиесей, ц/га (среднее за 1980—1986 гг.)

Обработка почвы	Фон удобрений	
	рекомендуемый	двойной
Отвальная обработка на 20—22 см	305,3	363,7
Безотвальная обработка на 20—22 см	338	361,8

3.6.3.3. ПОУКОСНЫЕ ПОСЕВЫ КУКУРУЗЫ

Значительным резервом увеличения производства кормов являются поукосные посевы кукурузы. Проведенными исследованиями с поукосной кукурузой установлено (табл. 74), что наибольшую урожайность зеленой массы обеспечнвают рано убранные предшественники. Так, ее выход после ржано-виковой смеси в среднем 627 ц/га. Поздно убранная многокомпонентная смесь (ранневесеннего посева) снижает урожай кукурузы до 565 ц/га, или на 11 %. В целом по опыту на долю предшественника приходится 22 % общей изменчивости урожайности.

Безотвальная обработка почвы на 18—20 см в среднем по опыту обеспечила урожайность 616 ц/га, отвальная — на такую же глубнну — 563 ц/га, или на 9 % нпже. Существенного взаимодействия тнпа обработки почвы и предшественнпков не выявлено (доля взаимодействия составила 3,5 % от общего влияния всех факторов).

Двойная доза азотно-фосфорных удобрений по сравнению с рекомеидуемой обеспечивает существенную прибавку урожая — в среднем 83 ц/га зеленой массы.

Таблица 74. Влияние предшественников, обработки почвы и удобрений на урожай поукосной кукурузы, ц/га (1980—1986 гг.)*

Предшественник	Удобрения (В)			
	$N_{90}P_{50}$		$N_{180}P_{100}$	
	Обработка почвы (С)			
	отвальная на 18—20 см	безотвальная на 18—20 см	отвальная на 18—20 см	безотвальная на 18—20 см
Озимая пшеница + оз. вика	517	538	600	660
Озимая рожь + оз. вика	552	602	652	702
Тритикале + озимая вика	494	555	539	665
Многокомпонентная смесь	530	553	553	624
Люцерна	568	587	645	677
$НСР_{05}$ ц/га	А = 15		АВ, ВС = 21	
	В = 10		ВС = 13	Р = 1,5 %
	С = 10		АВС = 30	

* Данные Николаевской ГОСХОС, А. О. Лымарь.

При этом поукосная кукуруза после многокомпонентной смеси хуже реагирует на увеличение доз удобрений (прибавка урожая 47 ц/га). Это связано с меньшим поглощением питательных веществ кукурузой вследствие более короткого периода возделывания после поздно убранного предшественника.

Эффективность повышенных доз минеральных удобрений имеет тенденцию к росту при безотвальном способе обработки почвы. Прибавка урожая от двойной дозы удобрений составила по отвальной обработке — 69, по безотвальной — 99 ц/га зеленой массы.

3.6.3.4. ЛЕТНИЕ ПОУКОСНЫЕ ПОСЕВЫ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ

Нами было продолжено испытание поукосных многокомпонентных смесей в тех же хозяйствах, где испытывались ранневесенние посевы (табл. 72). Смеси состояли из 3—4 компонентов теплолюбивых и холодостойких культур. Такой подбор гарантировал урожай в известной степени и в том случае, если вторая половина лета будет теплой, и в годы с ранним наступлением холодов. В первом случае большой прирост массы давали кукуруза, сорго, суданская трава, во втором — подсолнечник, горох.

Таким образом и создавалась гарантия устойчивости урожая при любых погодных условиях во второй половине лета и осенью. Вегетативная часть компонентов смесей располагалась ярусами как в надземной части, так и в почве, эффективно используя почвенные и тепловые ресурсы.

Приведенные данные показывают (табл. 75), что рост урожайности зеленой массы зависит от доли злакового компонента. С другой стороны, нельзя забывать и о том, что увеличение нормы высева злаковых ведет к заметному подавлению бобовых растений, и, следовательно,— к уменьшению содержания переваримого протеина в кормовой единице. Поэтому искусство управления питательностью кормов в данном случае сводится к отысканию оптимального варианта соотношения компонентов.

Согласно полученным результатам очень эффективными и заслуживающими широкого распространения явились смешанные посевы кукурузы с суданской травой и подсолнечником, а также — сорго с соей и подсолнечником, которые в большинстве случаев обеспечивают более высокий выход кормовых единиц с гектара. В то же время четырехкомпонентная смесь (кукуруза + сорго + горох + вика), где бобовый компонент составляет 50 %, обеспечивает самый высокий выход переваримого протеина.

В целом, с учетом экономических показателей и возможного выхода животноводческой продукции, признаны перспективными и ре-

Таблица 75. Урожай и качество зеленой массы поукосных многокомпонентных смесей в зависимости от состава компонентов (среднее за 3 года)

Многокомпонентные смеси	Урожай, ц/га				Переваримый протеин, г/к. ед	Себестоимость, руб/ц			Возможность выхода молока	
	Зеленой массы	Кормовых единиц	Переваримого протеина	Кормопротеиновых единиц		Зеленой массы	Кормовых единиц	Переваримого протеина	по кормовым единицам, ц/га	по переваримому протеину
КСП им. Ленина Голопристанского района										
1. Кукуруза + суданская трава + подсолнечник	365	80,0	9,1	85,5	114	0,40	1,85	16,3	60,6	65,1
2. Кукуруза + сорго + горох + вика	294	75,7	9,7	86,3	128	0,44	1,73	13,5	57,3	69,2
3. Сорго + соя + подсолнечник	355	81,3	10,2	91,5	126	0,38	1,68	13,4	61,6	72,9
КСП "Днепр" Нововоронцовского района										
1. Кукуруза + суданская трава + подсолнечник	348	41,9	4,1	41,4	98	0,29	2,42	24,5	31,7	29,3
2. Кукуруза + сорго + горох + вика	237	32,8	5,5	43,9	162	0,45	2,42	19,3	24,8	39,2
3. Сорго + соя + подсолнечник	276	27,3	4,0	33,6	147	0,40	3,31	27,8	20,7	28,6
КСП "Серп и молот" Каланчакского района										
1. Кукуруза + суданская трава + подсолнечник	397	74,4	5,6	65,3	75	0,39	3,39	27,8	56,6	40,1

Многокомпонентные смеси	Урожай, ц/га				Перевариимый протеин. г/к. ед	Себестоимость, руб/ц			Возможность выхода молока	
	Зеленой массы	Кормовых единиц	Переваримого протеина	Кормопротеиновых единиц		Зеленой массы	Кормовых единиц	Переваримого протеина	по кормовым единицам, ц/га	по переваримому протеину
2. Кукуруза + сорго + горох + вика	244	32,8	6,5	53,9	152	0,67	3,04	25,3	32,4	46,4
3. Сорго + соя + подсолнечник	425	57,8	7,4	65,9	128	0,39	2,50	27,3	43,6	52,9
КСП "Родина" Генического района										
1. Кукуруза + суданская трава + подсолнечник	234	37,4	4,3	40,2	115	0,42	2,63	22,8	28,1	30,7
2. Кукуруза + сорго + горох + вика	218	34,7	4,6	40,3	133	0,52	3,06	23,1	26,3	32,9
3. Сорго + соя + подсолнечник	203	34,5	3,1	32,7	89	0,46	2,94	32,7	26,1	22,1
КСП "Ингулец" Белозерского района										
1. Кукуруза + суданская трава + подсолнечник	488	44,6	4,6	45,3	103	0,39	4,27	41,4	33,8	32,9
2. Кукуруза + сорго + горох + вика	368	42,2	5,9	30,6	140	0,38	5,05	36,2	32,0	42,2
3. Сорго + соя + подсолнечник	505	46,2	4,5	45,6	97	0,41	3,14	46,6	35,0	35,2

комендованы для внедрения на супесчаных почвах — вариант смеси 3; на смытых южных черноземах — вариант 2; на темнокаштановых почвах и слабосмытых южных черноземах — варианты 1 и 3.

Дальнейшее совершенствование элементов технологии возделывания пожнивных посевов открывает большие потенциальные возможности роста продуктивности орошаемых земель.

3.6.3.5. ПОЖНИВНЫЕ ПОСЕВЫ ГРЕЧИХИ, ПРОСА И КУКУРУЗЫ

Пожнивные культуры, выращиваемые на зерно (гречиха и просо), несколько по-иному реагируют на предшественники, чем поукосные культуры. Это обусловлено тем, что предшествующие культуры по срокам созревания и уборки оказались примерно равноценными. Самый высокий урожай пожнивного проса (21,5 ц/га) получен при посеве его после гороха. При возделывании проса после озимой пшеницы и озимого ячменя урожай оказался равным и составил 19,6 ц/га (табл. 76). При возделывании пожнивной гречихи ценность озимых зерновых, как предшественника, оказалась также равноценной. Урожай гречихи после озимого ячменя был на 1,1 ц/га выше, чем после озимой пшеницы, что не выходит за пределы ошибки опыта.

Таблица 76. Влияние предшественников, обработки почвы и удобрений на урожайность проса и гречихи в пожнивном посеве, ц/га (1981—1986 гг.)

Предшественники (А)	Просо		Гречиха	
	Обработка почвы (В)			
	отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная
	Фон $N_{60}P_{60}$ (С)			
Озимая пшеница	16,8	18,8	19,5	21,2
Озимый ячмень	16,8	19,0	21,4	22,2
Горох	19,6	20,4	—	—
	Фон $N_{120}P_{120}$			
Озимая пшеница	20,2	22,9	22,0	23,5
Озимый ячмень	20,4	22,3	23,4	24,7
Горох	21,9	24,0	—	—
$НСР_{0,5}$ ц/га А	1,0		1,2	
В,С.	0,9		1,2	
АВ, АС	1,5	Р % = 2,5	1,8	Р % = 2,5
ВС	1,2		1,8	
АВС	2,1		2,5	

*Николаевская ГОСХОЗ 1981—1986 гг., А. О. Лымарь.

Наиболее снльнодействующим фактором оказались минеральные удобрения, которые на 72 % определяют изменчнвость урожая проса и на 81 % — гречихи. Двойная доза минеральных удобрений по сравнению с рекомендуемой обеспечила прнбавку 3,4 ц/га (18 %) проса и 2,3 ц/га (11 %) гречихн.

Замена отвальной обработки почвы на глубнну 20—22 см плоскорезным рыхлением на такую же глубину оказалась эффективным как для проса (прибавка урожая 2 ц/га), так и для гречихи (прибавка урожая 1,3 ц/га). Предшественники и дозы минеральных удобрений не оказали существенного влияння на реакцию сортов, способы обработки почвы.

Учитывая положительные результаты исследований по замене отвальной обработки под пожнивные культуры на глубину 20—22 см безотвальным рыхлением на такую же глубину, проаналнзнруем опыты с включением варнантов менее нитенсивных (мннимальных) обработок почвы (табл. 77).

Полученные результаты показали, что замена вспашки на 20—22 см мелким плоскорезным рыхлением (на 10—12 см) не снижает урожай зерна пожнивного проса и зеленой массы пожнивной кукурузы. То же самое можно связать и в отношении обработки почвы фрезой.

Мелкая обработка почвы дисковыми орудиями уменьшила урожай зерна проса на 11 % (2 ц/га), а нулевая обработка — на 29 %

Таблица 77. Влияние различных способов обработки почвы и доз удобрений на продуктивность пожнивных культур, ц/га (1979—1982 гг.)*

Способы обработки почвы (А)	Просо (зерно) (В)		Кукуруза з/к (В)	
	$N_{60}P_{40}$	$N_{120}P_{80}$	$N_{60}P_{40}$	$N_{120}P_{80}$
Вспашка на 20—22 см	18,4	22,5	383	490
Плоскорезное рыхление на 20—22 см	18,8	22,5	399	525
Плоскорезное рыхление на 10—12 см	18,2	21,5	378	484
Фрезерование на 10—12 см	17,4	22,7	362	498
Дискование на 10—12 см	16,6	20,3	368	472
Без обработки	14,1	17,6	371	472
$НСР_{0,5}$ ц/га	А	1,1	21,2	
	В	0,6	12,2	
	АВ	1,5	30	
	Р %	1,8	1,6	

*Николаевская ГОСХОЗ 1979—1982 гг., А. О. Лымарь.

(4,6 ц/га). Что касается урожая пожнивной кукурузы, то дисковая обработка и варнант без обработки оказались равноценными вспашке на 20—22 см.

Как у проса, так и у кукурузы неодинаковые дозы минеральных удобрений не повлияли на эффективность различных способов обработки почвы. В то же время, как самостоятельный фактор, удвоенная по сравнению с рекомендуемой, доза минеральных удобрений оказалась весьма эффективной. Прнбавка урожая зерна проса составила 4 ц/га, зеленой массы кукурузы — 100 ц/га.

В опытах, проведенных совместно с Херсонским сельскохозяйственным институтом (А.О. Лымарь, В.А. Ушкаренко, 1976), установлено, что режим орошения является важным регулирующим фактором эффективности минимилизацин обработки почвы под пожнивную культуру (табл. 78). Из приведеиных результатов видно, что в условиях умеренного орошения как при пунктирном, так и при сплошном способе посева наивысший урожай (291—404 ц/га) получен на вариантах, где почву обрабатывали на 20—22 см и вносили азотно-фосфорные удобрення. Глубокая обработка (на 27—30 см) преимуществ не показала.

Усиление режима орошения и уменьшенне глубины обрабатываемого слоя почвы до 14—16 см на фоне $N_{120}P_{60}$ обеспечило еще более высокий урожай зеленой массы — 555 ц/га. Азотные удобрения, как и следовало ожидать, оказались более эффективными, чем фосфорные. При интенсивном орошении самый высокий выход урожая они обеспечили при внесении на глубину 14—16 см и 20—22 см. Глубокая запашка азотных удобрений (на 27—30 см) оказалась менее эффективной.

Такнм образом, повышение дозы азота, интенсивное орошение и загущение посева снижают влияние глубины обработки почвы на урожайность зеленой массы пожнивной кукурузы и создают благоприятные условия для мнннмилнзации обработки.

Как уже было отмечено, на формирование урожая пожнивных культур, кроме отмеченных факторов, значительно влияют сроки их сева. За 10 дней вегетации в июле кукуруза накапливает больше зеленой массы, чем за 20—25 дней в сентябре.

Согласно ранее принятой в регионе технологни уборки и подготовкн почвы, пернод от уборки основной культуры до посева пожнивной продолжается 12—16 дней, а иногда и 20 дней. А это равноценно потере 350—450 °С бнологически активных температур. Кроме того, до появления всходов проходит еще 8—10 дней. Все это в значительной мере ограничивает возможности получения высоких урожаев пожнивных культур. Отсюда необходимость максимально сократить этот период.

Таблица 78. Зависимость урожая пожнивной кукурузы от обработки почвы, удобрений и способов посева при различных режимах орошения, ц/га (среднее за 3 года)

Глубина отвальной обработки почвы (А)	Дозы удобрений (В)									
	Без удобрений		N_{60}		P_{60}		$N_{60}P_{60}$		$N_{120}P_{60}$	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Умеренное орошение (60—75 % НВ) (Д)										
14—16	189	228	258	329	191	228	275	346	295	375
20—22	198	242	262	338	204	247	291	371	316	404
27—30	208	255	260	332	219	269	290	372	305	394
интенсивное орошение (75—80 % НВ) (Д)										
14—16	246	316	344	467	251	325	373	491	410	555
20—22	258	332	344	460	270	347	388	488	427	531
27—30	273	352	337	446	294	374	379	471	410	507
$НСР_{0,5}$ ц/га	А = 7									
	В = 7,8									
	С и Д = 5,0									

* 1 — пунктирный способ посева; 2 — сплошной рядовой.

Автор работы совместно с группой специалистов Херсонского областного управления сельского хозяйства в 1972 году внес рационализаторское предложение о широком применении при посеве повторных культур на орошаемых землях противоэрозионной сеялки СЗС-2,1.

Известно, что сеялка СЗС-2,1 позволяет совместить несколько операций — предпосевную культивацию, внесение минеральных удобрений, посев, прикатывание почвы, что открывает более широкие возможности для использования ее при посеве повторных культур.

В 1972 г. на легких каштановых почвах КСП "Россия" Голопристанского района Херсонской области были заложены производственные опыты. Контролем служили делянки, где повторную культуру выращивали по общепринятой технологии: внесение удобрений, вспашка, влагозарядковый полив, боронование, предпосевная культивация, посев, прикатывание, до и после всходов боронование.

С 1973 г. опыты по использованию противоэрознонных сеялок расширяются и проводятся на почвах со средним тяжелым механническим составом в учхозе "Приозерное" и КПС "Зоря" Белозерского района Херсонской области.

Посев кукурузы сеялкой СЗС-2,1 по стерне обеспечил появление дружных всходов на 4—5 день после уборки основной культуры. Рост и развитие растений при этом более интенсивный, чем на контроле, а вегетационный период — короче. Остатки стерни прн этом создавали своеобразный мульчирующий слой. В табл. 79 показано среднесуточное накопление зеленой массы кукурузы по вариантам опыта.

Благодаря более раннему севу по стерне среднесуточный прирост зеленой массы в этом варианте даже на неудобренном фоне был выше, чем при севе по вспашке. Азотные удобрения увеличивали прирост зеленой массы, особенно при севе по стерне.

В формированни урожая, как известно, большую роль играет площадь листовой поверхности растений, которая создает фотосинтетический потенциал посева. В наших опытах (колхоз "Россия") более благоприятные условия для формирования высокого фотосинтетического потенциала создавались в посевах по стерне с внесением азотных удобрений дозой N_{60-120}.

Увеличение глубины вспашкн под пожнивную кукурузу на всех изучаемых фонах питания привело к снижению интенсивности нарастания листового аппарата.

В годы исследований в слое почвы 0—40 см посевы по стерне содержали 48,1—53,2 ц/га корней, а по вспашке — 52,6—56,2 ц/га. Но посев по стерне способствовал более интенсивному развитню растений в верхнем (0—10 см), наиболее продуктнвном слое почвы.

Таблица 79. Среднесуточное накопление зеленой массы пожнивной кукурузы в зависимости от удобрений и обработки почвы, ц/га (среднее за 2 года)

Обработка почвы	Минеральный фон		
	без удобрений	N_{60}	N_{120}
КСП "Россия" Голопристанского района Херсонской области			
Вспашка на 28—30 см	2,8	5,0	6,2
Вспашка на 20—22 см	3,0	5,8	6,8
Без обработки	3,6	6,1	7,4
"Зоря" Белозерского района Херсонской области			
Вспашка на 20—22 см	2,3	4,0	4,6
Без обработки	2,6	5,4	7,0

Таблица 80. Урожай зеленой массы пожнивной кукурузы в зависимости от обработки почвы и удобрений, ц/га (среднее за 2 года)

Обработка почвы	Минеральный фон		
	без удобрений	N_{60}	N_{120}
КСП "Россия" $НСР_{0,5}$ = 33 ц/га			
Вспашка на 20—22 см	194	364	424
Вспашка на 28—30 см	174	312	385
Без обработки	252	416	506
КСП "Зоря" $НСР_{0,5}$ = 39 ц/га			
Вспашка на 20—22 см	138	242	274
Без обработки	177	356	460

Самый высокий урожай зеленой массы кукурузы на обоих типах почв получен при внесении азотных удобрений (N_{120}) и севе сеялкой СЗС-2,1 (табл. 80). Эффективность нулевой обработки по сравнению со вспашкой возрастает по мере увеличения доз азотных удобрений в 2—6 раза. Так, если прибавка урожая при севе сеялкой СЗС-2,1 на неудобренном фоне по сравнению со вспашкой на 20—22 см составляли 58 ц/га, то на фоне N_{60} — 52—114 ц/га, а при N_{120} — 82—186 ц/га.

Окупаемость азотных удобрений прибавкам урожая посева на стерневом фоне увеличивается в 1,5—2 раза по сравнению с вариантами вспашки.

Дальнейшие исследования показали, что даже при более поздних сроках сева пожнивных культур более эффективным оказалось выращивание их по стерне. Так, в КПС "Зоря" урожай зеленой массы

кукурузы, посеянной по стерне в начале августа без внесения удобрений, составил 190 ц/га, что на 54 ц/га выше, чем в тех же условиях при вспашке. На фоне удобрений он, соответственно, достиг 433 и 294 ц/га.

Засоренность посевов, как и следовало ожидать, была выше на стерневом фоне. Без удобрений по стерне сорняков насчнтывалось в 1,8—2,8 раза больше, чем по вспашке. Действне удобрений на прорастание семян сорных растенний повышалось с увелнчением из дозы. Хотя однолетних сорняков на стерневом фоне всходит больше, они не успевают обсемениться благодаря короткому вегетационному периоду пожнивной кукурузы. Это, в свою очередь, снижает потенциальную засоренность поля н создает лучшую фитосанитарную обстановку для вегетации последующих культур.

Посев пожнивной кукурузы сеялкой СЗС-2,1 в сравнении со старой технологией ее возделывания обеспечивает экономию общих затрат средств до 20 %, а прямых — до 36—43 %. На формирование 1 ц зеленой массы прямые затраты снижаются до 57 %.

Внедрение такой технологии повторных посевов кукурузы в совхозе им. Кудри Херсонской области позволило внести существенные изменения в принятые севообороты и между двумя полями озимых на зерно получать урожай кукурузы на зеленый корм.

По такой же технологин в колхозе "Россия" Новотроицкого района Херсонской области высевают пожнивную кукурузу на площади 250 га. После уборки озимой пшеницы, урожай которой собирают по 50—55 ц/га, получают зеленую массу кукурузы с урожайностью 230—250 ц/га.

Такая технология возделывания пожнивных культур на корм позволяет быстрыми темпами увелнчивать их площади посева. Только за первый год после внедрения этой технологии на Херсонщине площади под повторными посевами возросли на 10 тыс. га.

а.6.3.6. ПОЗДНЕЛЕТНИЕ ЗЛАКО-БОБОВЫЕ И ЗЛАКО-КРЕСТОЦВЕТНЫЕ ПОСЕВЫ

В последние годы шнрокое распространение получилн смешанные посевы злаковых и крестоцветных культур. По продуктивности, кормовым достоинствам и содержанию протенна они не уступают злаково-бобовым смесям (В.С. Клюй и др., 1986).

Следует отметить, что еще недостаточно изучены такне важные элементы технологии возделывання позднелетних злаково-бобовых и злаково-крестоцветных смесей как способы обработки почвы, соотношение элементов питания и их дозы. Особенно актуальным остается вопрос о способах основной обработки почвы.

До последнего времени при выращивании пожнивных и поукосных посевов, включающих крестоцветный компонент, рекомендовалась отвальная обработка почвы в агрегате с катком и бороной и в исключительных случаях (на незасоренных участках) — поверхностная обработка (В.П. Черепанов и др., 1984).

Зачастую отвальная обработка, проведенная без учета свойств почвы, условий агротехники, режима орошения и других факторов, приводит к неоправдано высоким затратам энергетических средств, труда и, особенно, времени. Между тем подсчитано, что каждый день задержки с посевом позднелетних пожнивных смесей оборачивается 3 % недобора урожая.

Изучая влияние способов обработки почвы и удобрений на продуктивность поздних зерновых смесей, в схему опыта включили следующие варианты основной обработки почвы: вспашка на 20—22 см (ПН-4-35); плоскорезное рыхлеиие на 20—22 см (КПГ-250); обработка почвы фрезой на 10—12 см и обработка дисковой бороной на 10—12 см (БДТ-7).

Результаты исследований показали, что независимо от применяемых систем обработки почвы и фонов минеральных удобрений наиболее высокий урожай зеленой массы, сухого вещества, кормовых единиц и переваримого протеина обеспечивают смесь овса с редькой масличной (табл. 81, 82).

Второе место по этим показателям занимает горохо-овсяная смесь и третье — смесь овса с рапсом. Следовательно, замена бобового компонента на редьку масличную является целесообразным приемом при выращивании пожнивных кормовых смесей. При этом хозяйственная целесообразность такой замены очевидна не только в плане повышения продуктивности гектара. Она выгодна еще и тем, что только за счет посевного материала на каждом гектаре экономится 200 кг высокобелкового зерна.

Для всех изучаемых типов кормовых смесей и уровней минерального питания наилучшими вариантами основной обработки почвы оказалось плоскорезное рыхление и вспашка.

По большинству показателей продуктивности между отвальной и безотвальиой обработкой почвы не выявлено существенных различий у всех типов смесей, независимо от доз минеральных удобрений.

Наиболее эффективными оказались азотные удобрения, особенно для овсяно-редьковой смеси. Так, доза удобрений N_{60} увеличивала выход кормовых единиц и переваримого протеина по сравнению с неудобренным фоном, соответственно, у овсяно-рапсовой смеси на 41 и 82 %, у овсяно-редьковой на 35 и 46 %, у овсяно-гороховой — на 32 и 62 %.

Таблица 81. Влияние способов обработки почвы и удобрений на продуктивность поздних кормовых смесей, ц/га (1982—1985 гг.)*

Обработка почвы	Овес + редька масличная				Овес + рапс				Овес + горох			
	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин
БЕЗ УДОБРЕНИЙ												
1. Вспашка на 20—22 см	304	58,5	45,6	4,3	189	32,0	22,7	3,0	165	34,0	27,9	3,5
2. Плоскорезное рыхление на 20—22 см	281	55,4	42,2	4,2	172	29,9	20,6	2,8	168	34,9	28,6	3,6
3. Фрезерование на 10—12 см	273	52,6	41,0	3,8	167	29,0	20,4	2,7	151	31,3	25,7	3,2
4. Дискование на 10—12 см	271	52,2	40,6	3,9	173	30,0	20,8	2,7	156	37,0	26,5	3,4
N_{60}												
1. Вспашка на 20—22 см	346	59,0	58,8	6,0	236	39,3	33,0	5,4	205	39,6	35,9	5,3
2. Плоскорезное рыхление на 20—22 см	341	58,1	58,0	6,2	211	35,2	29,5	5,0	203	39,2	35,5	5,7
3. Фрезерование на 10—12 см	334	56,9	56,8	6,0	210	35,0	29,4	4,9	207	39,9	36,2	5,7
4. Дискование на 10—12 см	327	55,8	55,6	5,9	196	32,8	27,4	4,9	201	38,8	35,2	5,3

Продолжение табл. 81

Обработка почвы	Овес + редька масличная				Овес + рапс				Овес + горох			
	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин
					P_{60}							
1. Вспашка на 20—22 см	309	58,0	64,4	4,8	215	36,6	28,0	4,4	168	33,7	28,2	4,1
2. Плоскорезное рыхление на 20—22 см	290	54,4	43,6	4,6	198	33,2	25,7	4,0	167	33,4	28,0	4,1
3. Фрезерование на 10—12 см	288	54,0	43,2	4,4	180	30,2	23,7	3,7	163	32,6	27,3	4,0
4. Дискование на 10—12 см	285	53,5	42,7	4,6	184	30,7	23,9	3,7	168	32,5	27,1	3,9
					$N_{60}P_{60}$							
1. Вспашка на 20—22 см	386	62,0	65,0	7,5	247	41,6	39,5	6,3	212	39,6	38,2	6,0
2. Плоскорезное рыхление на 20—22 см	367	59,0	62,4	7,2	226	38,0	36,2	5,6	210	39,3	37,8	5,9
3. Фрезерование на 10—12 см	364	58,5	61,9	7,0	209	35,2	33,4	5,2	203	38,0	36,5	5,7
4. Дискование на 10—12 см	350	56,3	59,5	6,7	221	37,2	35,4	5,5	198	37,0	35,6	5,6

Продолжение табл. 81

Обработка почвы	Овес + редька масличная				Овес + рапс				Овес + горох			
	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин	зеленая масса	сухое вещество	кормовые единицы	переваримый протеин
					$N_{120}P_{60}$							
1. Вспашка на 20—22 см	439	70,6	79,0	9,1	267	42,7	45,4	7,0	240	45,2	40,6	7,1
2. Плоскорезное рыхление на 20—22 см	427	68,8	76,9	8,8	246	39,4	41,8	6,4	236	44,4	42,0	7,0
3. Фрезерование на 10—12 см	416	66,9	74,9	8,4	227	36,3	38,6	6,0	217	40,9	38,5	6,2
4. Дискование на 10—12 см	410	65,9	73,8	8,0	241	38,6	41,0	6,3	223	47,0	39,6	6,6
					$НСР_{0,5}$, ц/га							
Для обработки (А)	11	1,9	1,8	0,2	8	1,9	1,8	0,2	6	1,2	1,0	0,2
Для удобрений (В)	10	1,7	1,6	0,2	7	1,7	1,6	0,2	6	1,1	0,9	0,2
Для взаимодействия (АВ)	23	3,8	3,7	0,4	15	3,8	3,7	0,5	13	2,4	2,1	0,4

*Данные Николаевской ГОСХОС, А. О. Лымарь.

Таблица 82. Продуктивность позднелетних пожнивных кормовых смесей, ц/га (1982—1985 гг.)*

Кормовая смесь	Зеленая масса	Сухое вещество	Кормовые единицы	Переваримый протеин
Овес + горох	193	37,4	33,5	5,1
Овес + рапс	211	35,2	30,8	4,8
Овес + редька масл.	340	58,8	56,4	6,1

* Николаевская ГОСХОС, А. О. Лымарь.

Окупаемость азотных удобрений смесью с редькой масличной свелась к прибавке кормовых единиц в 1,8 раза выше, чем в смесях остальных типов, а содержание переваримого протеина осталось на уровне последних.

Максимальный выход кормовых единиц и переваримого протеина отмечен при дозе $N_{120}P_{60}$. При этом прибавки урожая на этом фоне в сравнении с $N_{60}P_{60}$ несколько ниже, но все же достоверны и достаточно эффективны: по выходу кормовых единиц и переваримого протеина составили, соответственно, 22—30 % у редьки с овсом, 15—14 % — у рапса с овсом, и 16 % — гороха с овсом. Окупаемость азота прибавкой кормовых единиц в этом случае у редьки с овсом уже в 2—6 раз выше, чем по другим типам смесей. Кроте того, под влиянием азотных удобрений содержание переваримого протеина в корме можно увеличить на 30—40 %, каротина — почти в 3 раза.

Различные типы обработки почвы практически не оказывали влияния на эффективность минеральных удобрений.

В этой связи считаем, что в условиях региона на орошаемых землях вопрос о способах основной обработки почвы при возделывании злако-бобовых и злако-крестоцветных смесей в пожнивном посеве так же может быть решен в пользу менее энергоемкой и более производительной — безотвальной.

3.6.3.7. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛАГОЗАРЯДКОВЫХ ПОЛИВОВ ПОД ПОУКОСНЫЕ ПОСЕВЫ

Нами также изучалась эффективность влагозарядковых поливов под повторные посевы овощных культур. В повторных посевах высевали огурцы и впервые разместили столовую свеклу. Место для них отвели в севообороте после гороха на лопатку. Как уже отмечалось, наиболее важным условием в организации повторных посевов является быстрая уборка предшествующей культуры. Поэтому в условиях совхоза "Городний Велетень" разработана и освоена специальная схема уборки гороха на лопатку (А.О. Лымарь, 1961), как основного предшественника повторных посевов.

После уборки гороха участок вспахали на глубину 22—25 см, провели влагозарядковый полив, затем поле прокультивировали и забороновали. Посев проводили до 10 июля с одновременным прикатыванием катком для лучшего контакта семян с почвой. При посеве без влагозарядки (предпосевного полива) рассчитывали на получение всходов за счет остаточной влаги после уборки гороха на лопатку. Опыт показывает неустойчивость и недостаточность этого запаса. Повышенная влажность почвы перед посевом на варианте с влагозарядкой обеспечила появление дружных и полных всходов, а на контроле получены изреженные и слабые всходы. Да и то они появлялись только после первого вегетационного полива.

Влагозарядковые поливы очищают почву от сорняков. По нашим подсчетам, после проведения влагозарядкового полива на 1 м^2 насчитывалось 208,3 шт. сорняков, которые уничтожались последующей предпосевной культивацией под повторные посевы овощных культур. Это обеспечило и получение во все годы исследований более высокого урожая на варианте с влагозарядкой.

Средняя прибавка урожая столовой свеклы от влагозарядки составила 96,8, огурцов — 62,8 ц/га. Следует отметить, что качество корнеплодов свеклы, полученных при повторных посевах, оказалось вполне удовлетворительным. Корнеплоды летних посевов хорошо сохранялись в течение зимы, были нежнее и с высокими вкусовыми качествами. Хорошее качество свойственно и плодам огурцов.

Таким образом, влагозарядковые поливы, очищающие поля от сорняков и создающие оптимальные условия для получения дружных всходов и начального развития поукосных посевов, — необходимый элемент технологии.

3.6.4. ПОДСЕВНЫЕ КУЛЬТУРЫ, ОСОБЕННОСТИ РАДИАЦИОННОГО РЕЖИМА УПЛОТНЕННЫХ ПОСЕВОВ

Значительную роль в повышении эффективности орошаемых земель играют подсевные культуры. Они позволяют без расширения площадей пашни увеличить производство кормов, ликвидировать разрыв в использовании вегетационного периода между высевом подсевных и уборкой основных культур, не требует дополнительной обработки почвы. Все это, вместе взятое снижает затраты на выращивание подсевных посевов гарантирует получение более дешевых кормов.

В наших опытах на Николаевской ГОСХОС изучалась продуктивность посевов люцерны и эспарцета в чистых (беспокровных) и покровных посевах. Набор покровных культур при выращивании многолетних трав был весьма широк (озимая пшеница, яровые зерновые и пропашные, кормовые и др. культуры).

3.6.4.1. О РАДИАЦИОННОМ РЕЖИМЕ ПОДПОКРОВОЧНЫХ КУЛЬТУР

Покровные культуры влияют на подпокровные прежде всего через изменение радиационного, температурного и влажностного режимов, в которых подпокровная культура проходит первые фазы развития. В связи с этим нами были поставлены опыты по изучению радиационного режима уплотненных посевов (Гойса Н.И., Лымарь А.О., 1989), поскольку его изменение может оказать существенное влияние на состояние растений подпокровных культур.

Во всех посевах подпокровной культурой была люцерна. Исходя из этого, цели указанных измерений свели к следующему:

1. Получить данные о радиационных характеристиках всех вариантов опыта, выяснив степень благоприятности той или иной покровной культуры для выращивания люцерны.

2. Изучить особенности дневного хода элементов радиационного режима внутри уплотненных посевов.

Методика измерений такова. Они, подчеркнем, проводились с помощью фотоинтегратора Б.И. Гуляева. Определяли ФАР, приходящей на посев, (Qф), отраженной от посева, а также от почвы под посевом Rп, ФАР (Rр. п), проходящей сквозь посев радиации. Измеряли ФАР на двух уровнях: на высоте растений люцерны P_1 (определили условия освещенности этой культуры) и под посевом P_2 (оценили количество поглощенной верхней и нижней частями посева). Схема измерений представлена на рис. 3.

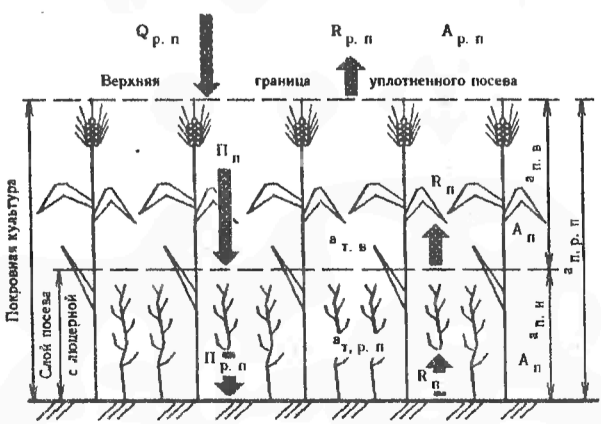


Рис. 3. Схема потоков ФАР в уплотненном посеве люцерны и яровых культур

Измерения P_1 и P_2 производились в трех междурядиях, в каждом из которых прибор перемещали на 2 м. Такая методика обеспечивала достаточное осреднение для каждой исследуемой делянки. По измеренным величинам Qф, P_1, P_2, Rр,п и Rп определялись следующие характеристики: коэффициент пропускания ФАР верхней частью посева до уровня растений люцерны ат.в и всем посевом ат,рп ат,в = $P_1/Оф$; ат,рп = $P_2/$ат,в.Qф альбедо верхней границы посева Ар,п и в посеве на уровне растений люцерны Ал и почвы под посевом:

Ар,п = Рр,п/Qф; Ал = Rл/Ат,в.Qф; Ап = $Rп/P_2$.

По этим величинам рассчитывались коэффициенты поглощения ФАР верхним ап,в и нижним апи слоями посева, а также всем посевом, ап,рп в целом —

$$ап,в = 1 — ат,в — Ар,п + ат,в Ал;$$
$$ап,рп = 1 — ат,рп — Ар,п + ат,рп.Ап;$$
$$ап,н = ап,рп — ап,в.$$

Альбедо почвы под посевом для ФАР, по нашим данным, в среднем равно 7 %.

Таблица 83. Средневзвешенные за день значения прошедшей до люцерны $a_{тв}$ и поглощенной слоем растительности люцерной ФАР $a_{пн}$ (в % от приходящей на верхнюю границу посева) в уплотненных посевах яровых культур*

NN пп	№ варианта	Покровная культура	Норма высева, кг/га	$a_{тв}$, %		$a_{пн}$, %	
				14,06	29,06	14,06	29,06
1	1б	Чистая люцерна	23	100	100	77,6	84,0
2	7г	Яровая пшеница на зерно	129	77,8	90,5	50,0	59,1
3	7б	Яровая пшеница на зерно	184	73,0	79,6	48,0	55,8
4	8б	Просо на зерно	25	51,2	63,2	29,6	41,9
5	5г	Овес на зеленый корм	110	32,6	58,2	23,6	41,1
6	3г	Яровой ячмень на зеленый корм	136	42,0	52,0	29,3	34,0
7	4б	Овес на зерно	156	35,3	40,8	25,7	25,1
8	4г	Овес на зерно	110	32,6	58,2	23,6	41,1
9	2б	Ячмень на зерно	195	42,3	44,5	25,9	23,0
10	6б	Многокомпонентная смесь	261	23,5	21,4	17,8	16,0
11	9б	Кукуруза	90	21,0	15,0	15,0	13,0
12	10в	Суданка	24	15,2	13,4	10,5	9,5
13	10б	Суданка	35	16,7	9,5	11,7	4,5

*Данные Николаевской ГОСХОС, 1979 г.

Анализ полученных данных позволяет сделать выводы. Во всех посевах покровных культур, кроме суданской травы, радиационные условия благоприятны для развития люцерны, особенно в околополудеиное время (с 9 до 15 часов), когда до растений люцерны доходит от 15,2 до 77,8 % приходящей на посев радиации (табл. 83). Такая особенность этих посевов объясняется особенностями вертикального распределения площади листьев. Последняя у злаковых распределяется относительно равномерно по всей высоте посева.

Эти культуры пропускают к растениям люцерны 32—80 % ФАР. В отличие от этого, в посевах кукурузы и суданской травы основная масса листьев сосредоточивается в верхней части (максимум площади листовой поверхности находится примерно на уровне 2/3 высоты растений). В результате в посеве формируется "шатер", сильно затеняющий почву и благоприятные условия для развития покровной культуры и неблагоприятные в течение некоторой части вегетационного периода — подпокровных культур, вплоть до уборки покровной культуры на зеленый корм. Понятно, какое важное значение приобретает срок уборки покровной культуры.

Следует обратить внимание иа интересную особенность суточного хода коэффициентов поглощения ФАР для покровной культуры (ее верхней части) и для нижней части посева, в которой развивается люцерна. Если коэффициенты поглощения ФАР всем посевом и его верхней частью уменьшаются с высотой солица (т. е. уменьшается к полудню и увеличивается в утренние и вечерние часы), то в инжнем слое наблюдается обратный ход. В околополудеиные часы коэффициенты поглощения ФАР нижиим слоем посева максимальны, а в вечернне и утреннне часы минимальиы. Эта обеспеченность уплотнеиных посевов в определенной мере позволяет оптимизировать радиационные условия при выращивании подпокровных культур.

Люцерну испытывали под покровом среднеспелых гибридов кукурузы, овсяно-гороховых смесей, убираемых на зеленый корм, а также низкостебельных сортов озимой пшеницы, ярового ячменя, проса, овса. Подпокровное выращивание на зеленый корм увеличивает общий урожай зеленой массы по сравнению с посевамн люцерны в чистом внде. Наибольший дополнительный урожай дает посев люцерны под покров кукурузы на зеленый корм. При этом, в год посева в условиях региона можно получить 320—340 ц/га зеленой массы кукурузы и 150 ц/га зеленой массы люцерны.

Однако в целом рекомендуемый иабор покровных культур в орошаемых условнях очень ограничен, что не позволяет быстро внедрять и расширять посевы люцерны, прежде всего в севооборотах различной специализации.

Наличие покровных культур заметно снижает как количество приходящей к растениям люцерны, так и поглощенной ими ФАР (табл. 83). Из таблицы видно, что в фазу цветения люцерны наилучший радиационный режим складывается под покровом злаковых культур. Причем из покровных злаковых культур лучше всего пропускает ФАР к растениям люцерны яровая пшеница с нормой высева 129 кг/га (77,8 % в середине и более 90 % в конце июня). Благодаря этому средневзвешенное за день количество поглощенной люцерной ФАР в этом варианте составляет 50 и 59 % от приходящей на посев, соответственно, в середине и конце июня. Увеличение нормы высева до 184 кг/га привело к уплотнению посева покровной культуры и, как следствие,— к некоторому снижению пропускания ФАР к растениям люцерны (до 73—80 %) и поглощения ее ими до 48—55 %. В результате урожай зерна пшеницы увеличился на 3,2 ц/га, а урожай зеленой массы люцерны снизился в 1979 г. на 20 ц/га. В 1980 г. различие в урожайности люцерны между этими вариантами практически отсутствовало, оно составляло всего 1 ц/га.

Уплотнение посевов других покровных культур за счет увеличения нормы высева приводит к аналогичным изменениям в радиационном режиме подпокровной люцерны и к соответствующим изменениям в урожайности как люцерны, так и самой покровной культуры. Так, урожайность ярового ячменя, овса и проса за счет этого фактора возросла в среднем за 1979 и 1980 гг. на 1,2, 1,9 и 3,9 ц/га, а урожайность зеленой массы уменьшилась, соответственно, на 15, 11 и 8 ц/га.

3.6.4.2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСЕВНЫХ КУЛЬТУР

Подбор покровной культуры неразрывно связан с такими элементами технологии, как сроки сева, нормы высева и сроки уборки. Существующие по этому поводу рекомендации весьма неопределенны в отношении нормы высева покровного и подпокровного компонентов промежуточных посевов. Например, М. Масленков и др. (1985) норму высева покровной культуры рекомендуют снижать по сравнению с чистым посевом в довольно широких пределах — на 25—50 %, и в несколько меньших пределах (на 15—20 %) увеличивать норму высева семян люцерны.

Естественно, что в каждом конкретном случае, при изменении нормы высева, в особенности покровной культуры, люцерна попадает в различные условия освещенности, водного, питательного режима и т. д.

В связи с этим в задачу наших исследований входила оценка влияния покровных культур на условия выращивания люцерны, эспарцета, а также — на нормы высева покровной и подпокровной культур.

Таблица 84. Продуктивность люцерны при выращивании под покровом яровых культур на зерно, ц/га (среднее за 5 лет)*

Покровная культура	Нормы высева, в % от принятых в чистом виде		Урожай покровной культуры	Зеленая масса люцерны по годам			В сумме за 3 года		
	покровной культуры	люцерны		1	2	3	зеленая масса	кормовые единицы с учетом покровной культуры	переваримого протеина
Без покровной культуры	—	100	—	120	612	735	1467	253	20,3
То же	—	75	—	129	675	606	1410	246	19,8
Яровой ячмень	100	75	29,3	112	626	565	1303	270	18,3
	100	100	30,3	121	623	596	340	279	18,8
	75	75	28,1	126	614	593	1333	274	19,0
	75	100	28,5	132	650	584	1366	280	19,4
Овес	100	75	29,9	104	628	630	1362	287	19,1
	100	100	29,1	104	618	647	1369	287	19,6
	75	75	28,6	115	649	512	1276	275	18,3
	75	100	28,0	114	680	575	1369	284	19,0
Яровая пшеница	100	75	33,2	114	571	593	1278	270	18,4
	100	100	34,4	125	562	604	1291	273	18,1
	75	75	30,2	127	586	587	1300	270	18,5
	75	100	30,5	130	593	585	1308	272	18,7
Просо	100	75	24,5	136	661	606	1403	275	19,0
	100	100	24,1	128	661	604	1393	272	18,7
	75	75	22,3	139	665	595	1399	273	19,3
	75	100	21,9	140	659	592	1391	270	19,0

*Николаевская ГОСХОС

Данные о продуктивности люцерны, выращиваемой под покровом зерновых культур (табл. 84), свидетельствуют о том, что самый высокий выход зерна при всех вариантах норм высева обеспечивает яровая пшеница, самый низкий — просо. Под покровом проса люцерна обеспечивает высокий урожай в первый и последующие годы жизни, приближаясь по продуктивности к чистому посеву люцерны.

Заметно снижается выход зеленой массы в первый год жизни люцерны под покровом овса. В сумме за три года он также ниже, чем при посеве в чистом виде и под покровом проса. Вместе с тем, использование овса в качестве покровной культуры обеспечивает наиболее высокий выход кормовых единиц и переваримого протеина всей массы продукции за три года (с учетом урожая покровной культуры). По этому показателю яровой ячмень, яровая пшеница и просо оказались примерно равнозначными. Беспокровный же посев люцерны дает наименьший выход кормовых единиц, но самый высокий — переваримого протеина.

Увеличение нормы высева покровной культуры до 100 % от полной нормы положительно сказывается на урожае яровой пшеницы и проса (прибавка урожая составляет 2—4 ц/га). Хотя при этом выход зеленой массы в первом году жизни люцерны и снижается, в целом за 3 года он остается примерно на одном уровне.

Увеличение нормы высева ярового ячменя и овса с 75 до 100 % от полной нецелесообразно. Такое же увеличение нормы высева люцерны также не обеспечивает прибавки урожая зеленой массы при посеве ее по всем вариантам покровных зерновых культур.

Данные о продуктивности люцерны при возделывании ее под покровом яровых культур, выращиваемых на зеленую массу, приведены в табл. 85.

В данном случае также ни один из вариантов опыта в сумме за 3 года не превзошел вариант с беспокровным посевом по урожайности зеленой массы люцерны и выходу переваримого протеина. Выход же кормовых единиц чистого посева люцерны оказался самым низким.

Урожайность покровных культур распределилась следующим образом: на первом месте — кукуруза и суданская трава, на втором — многокомпонентная смесь и овес, на третьем — яровой ячмень.

Примерно в таком же порядке возрастает урожай люцерны в сумме за 3 года, а также — выход кормовых единиц с учетом покровной культуры. Урожайность же люцерны за первый год жизни, наоборот, в том же порядке снижается. Лучшие показатели переваримого протеина обеспечивают варианты с ячменем и овсом.

Увеличение нормы высева покровной культуры с 75 % до 100 % от полной нормы в большей степени положительно сказывается на

Таблица 85. Продуктивность люцерны при выращивании под покровом яровых культур на зеленую массу, ц/га (среднее за 5 лет)*

Покровная культура	Нормы высева, в % от принятых в чистом виде		Урожай покровной культуры	Зеленой массы люцерны по годам использования			В сумме за 3 года		
	покровной культуры	люцерны		1	2	3	зеленой массы люцерны	к. ед. с учетом покровной культуры	переваримого протеина
Без покровной культуры	—	100	—	120	612	735	1467	253	20,3
то же	—	75	—	129	675	606	1410	246	19,8
Яровой ячмень	100	75	169	140	652	519	1311	264	19,3
	100	100	164	136	642	545	1323	266	19,4
	75	75	159	141	633	530	1304	262	16,7
	75	100	163	143	651	532	1326	266	17,1
Овес	100	75	214	123	637	535	1295	267	17,0
	100	100	214	120	646	539	1305	270	17,1
	75	75	208	124	618	551	1293	265	17,1
	75	100	204	125	616	550	1291	264	16,8
Многокомпонентные смеси	100	75	320	108	632	530	1270	279	15,9
	100	100	332	107	626	534	1287	284	16,0
	75	75	219	119	622	545	1286	266	16,1
	75	100	200	123	624	563	1310	267	16,7
Кукуруза	100	75	460	131	605	590	1326	295	17,1
	100	100	462	132	630	570	1332	293	16,9
	75	75	415	141	653	582	1376	297	17,4
	75	100	420	133	651	585	1369	296	17,2
Суданская трава	100	75	454	79	631	591	1301	306	15,9
	100	100	412	82	640	593	1305	301	15,9
	75	75	338	85	641	591	1317	291	15,7
	75	100	359	84	660	590	1334	297	16,6

* Николаевская ГОСХОС.

Таблица 86. Корреляционная зависимость между урожаем покровной культуры и показателями продуктивности посева люцерны

Показатели продуктивности люцерны, сопряженные с урожайностью покровной культуры	Коэффициент корреляции	
	под покровом зерновых культур	под покровом культур, выращиваемых на зеленую массу
1. Урожай зеленой массы 1 года	–0,68±0,16	–0,60±0,15
2. Урожай зеленой массы 2 года	–0,79±0,14	0,22±0,23
3. Урожай зеленой массы 3 года	–0,10±0,23	0,58±0,15
4. Урожай зеленой массы в среднем за 3 года	0,18±0,23	0,02±0,19
5. Суммарный урожай зеленой массы люцерны 1 года и покровной культуры	—	0,93±0,3
6. Суммарный выход кормовых единиц за 3 года с учетом урожая покровной культуры	0,81±0,14	0,96±0,5

продуктивности суданской травы, многокомпонентных смесей, кукурузы и незначительно — на продуктивность овса, ярового ячменя. Увеличение нормы высева семян люцерны с 75 % до 100 % от полной оказалось нецелесообразным во всех вариантах.

Корреляционный анализ позволил оценить направление и степень зависимости показателей продуктивности люцерны от урожайности покровной культуры (табл. 86).

Из приведенных данных видно, что чем выше урожай покровной культуры, тем ниже выход зеленой массы люцерны первого года жизни. Высокая степень отрицательной корреляции сохраняется по этим признакам у люцерны, выращиваемой под покровом зерновых, и на второй год жизни. В дальнейшем эта связь ослабевает и в целом за 3 года существенно не проявляется.

Что же касается зависимости суммарного выхода кормовых единиц за 3 года от продуктивности покровной культуры, то здесь отмечена довольно высокая степень прямой положительной связи.

Представляет интерес выяснить такой практически важный вопрос как влияние посевов многолетних трав по вегетирующей озимой пшенице и пожнивных посевов на их продуктивность по сравнению с чистым весенним посевом. Схема этого опыта и основные результаты приведены в табл. 87.

Здесь следует сказать, что в первый год вегетации наивысший урожай многолетних трав, как и ожидалось, получен на беспокровных весенних посевах. На покровных более значительно снижал

Таблица 87. Продуктивность многолетних трав и озимой пшеницы в покровных и беспокровных посевах (1979—1983 гг.)*

Варианты	Урожай зерна озимой пшеницы, ц/га	Выход зеленой массы по годам вегетации, ц/га			Суммарная продуктивность за 3 года, ц/га		
		1	2	3	зеленой массы	кормовых единиц	
						трав	суммарно
ЛЮЦЕРНА							
1. Беспокровный посев — весенний	—	126	780	624	1530	274,7	274,7
2. Подсев в озимую пшеницу	45,7	112	731	530	1373	247,2	318,6
3. Беспокровный пожнивный посев после озимой пшеницы	46,3	62	648	448	1158	208,3	273,7
ЭСПАРЦЕТ							
1. Беспокровный весенний посев	—	117	498	384	999	197,7	197,7
2. Подсев в озимую пшеницу	45,8	74	533	350	957	173,4	242,7
3. Беспокровный пожнивный посев после озимой пшеницы	45,0	37	552	322	911	163,9	227,7

*Николаевская ГОСХОС 1979—1983 гг.

урожай эспарцет (на 52 ц/га), чем люцерна (на 14 ц/га). Вместе с тем с учетом урожая покровной культуры общая продуктивность посева в первый год вегетации многолетних трав оказалась высокой за счет дополнительного урожая зерна озимой пшеницы. Подсчеты показывают, что если в первый год жизни многолетних трав весеннего беспокровного посева можно получить с гектара 21—23 кормовые единицы, то при подсеве в пшеницу многолетних трав суммарный выход кормовых единиц увеличивается до 82—98 ц/га (с учетом зерна и побочной продукции).

В последующие годы урожай люцерны ниже по сравнению с чистым весенним посевом на 6—17 %, а в целом за три года — на 11 %. Урожайность же эспарцета в последующие годы не снижается, и в сумме за три года она ниже по сравнению с чистым весенним посевом всего на 4 %. По суммарному выходу кормовых единиц значительное преимущество имеет подпокровное выращивание многолетних трав (прибавка в пределах 16—23 %). Пожнивный посев многолетних трав значительно снижает выход зеленой массы люцерны как в сравненни с покровным, так н беспокровным весенним посевом в среднем за 3 года на 18—32 %. У эспарцета эта депрессия проявляется в меньшей степени (снижение урожая на 4—10 %). По суммарному же выходу кормовых единиц (с учетом урожая покровной культуры) пожнивный посев люцерны по эффективности оказался равнозначным весеннему беспокровному посеву, а пожнивный посев эспарцета — даже несколько выше.

По динамике линейного прироста весенние беспокровные посевы несколько отстают от покровных. Так, через месяц после появления всходов высота многолетних трав под покровом была выше на 3—4 см. Позже линейный прирост трав мало отличается по вариантам исследований, хотя небольшое преимущество сохранилось на покровных посевах в связи с большей их затененностью.

В пожнивных посевах процессы роста н развития трав происходят быстрее, но из-за короткого вегетационного периода урожай иа первом году жизни невысокий.

Совместное выращивание многолетних трав и покровной культуры сравнительно мало отражается на густоте травостоя при весеннем посеве. Несколько снижается густота растений люцерны в пожнивном посеве. В то же время, к концу вегетации посевы многолетних трав разреживаются вследствие их засоренности (табл. 88).

Сорная растительность в большом количестве появляется на весенних беспокровных посевах многолетних трав. Покровное выращивание позволяет более чем в 2 раза снизить степень засоренности и почти в 4 раза уменьшить биомассу сорняков. Еще больше засоренность посева многолетних трав снижается при пожнивном их выращивании.

Таблица 88. Густота и засоренность посевов многолетних трав (1979—1983 гг.)*

Варианты	Густота растений, шт/м²		Сорняки	
	в начале вегетации	в конце вегетации	шт/м²	г/м²
ЛЮЦЕРНА				
1. Беспокровный весенний посев	450	272	105	207
2. Подсев в озимую пшеницу	420	260	43	71
3. Беспокровный пожнивный посев после оз. пшеницы	300	237	28	32
ЭСПАРЦЕТ				
1. Беспокровный весенний посев	390	256	112	317
2. Подсев в озимую пшеницу	380	253	54	90
3. Беспокровный пожнивный посев после оз. пшеницы	350	253	33	83

* Николаевская ГОСХОС, 1979—1985 гг.

В связи с возможностью замены основной отвальной обработки безотвальным рыхлением почвы под целый ряд сельскохозяйственных культур орошаемых севооборотов возникает вопрос: в какой степени такая замена отразится на продуктивности люцерны, выращиваемой под покровом этих культур, а также — эспарцета (табл. 89). Из таблицы следует, что безотвальная обработка почвы по-разному влияет на продуктивность люцерны на фоне с отвальным рыхлением. Причем, степень этого влияния неодинакова, она зависнт от вида покровной культуры.

При рассмотрении эффективности обработок под эспарцет наблюдается другая картина. Здесь все показатели однозначно в пользу безотвальной обработки почвы (табл. 90).

Дозы минеральных удобрений практически не меняют характер реакции люцерны на способы обработки почвы. Как самостоятельный фактор, удобрения оказывают существенное влияние на продуктивность посева. В зависимости от покровной культуры прибавка урожая зеленой массы от двойной против рекомендуемой дозы удобрений в среднем за 3 года 68—202 ц/га.

В заключение отметим, что набор покровных культур при выращивании многолетних трав, в частности люцерны, может быть весьма широк и включает как зерновые, так и укосные посевы. Поэтому люцерна имеет большие возможности расширения посевов в севооборотах с различным насыщением и видовым составом указанных культур.

Таблица 89. Продуктивность люцерны в зависимости от покровной культуры, способов обработки почвы, системы удобрений (в сумме за 3 года), ц/га*

Покровная культура	Способы обработки почвы	Доза минеральных удобрений с учетом внесения под покровную культуру					
		рекомендуемая			двойная		
		зеленая масса,	кормовые единицы	переваримый протеин	зеленая масса,	кормовые единицы	переваримый протеин
Яровой ячмень	отвальная (25—27 см)	1442	259	51,9	1608	289	57,2
	безотвальная (25—27 см)	1423	256	57,8	1606	289	57,8
Озимая пшеница	отвальная (25—27 см)	1712	309	61,6	1898	341	68,3
	безотвальная (25—27 см)	1669	300	60,0	1871	336	67,3
Пожнивное просо	отвальная (18—20 см)	1459	262	52,5	1640	295	59,0
	безотвальная (18—20 см)	1433	258	51,5	1611	290	57,9
Кукуруза на зеленый корм	отвальная (18—20 см)	1766	318	63,5	1922	346	69,2
	безотвальная (18—20 см))	1777	320	63,9	1934	348	69,7

* Николаевская ГОСХОС, А. О. Лымарь.

Таблица 90. Влияние обработки почвы, удобрений на продуктивность растений эспарцета (в среднем за 1980—1986 гг.), ц/га*

Обработка почвы	Фон удобрений	
	рекомендуемый	двойной
Отвальная	267,0	291,8
Безотвальная	279,8	301,2

* Николаевская ГОСХОС, А. О. Лымарь.

При этом суммарная продуктивность покровных посевов по выходу кормовых единиц выше, чем при беспокровном посеве. В связи с этим появляются большие возможности замены малопродуктивных покровных культур на высокопродуктивные. Более того, перспективными являются и варианты подсева многолетних трав в пожнивные посевы (просо и кукурузу), где суммарная продуктивность, а также продуктивность самой люцерны даже выше, чем под покровом ярового ячменя весеннего посева.

Практический интерес представляет возможность повышения продуктивности покровных культур (например, проса, яровой пшеницы) путем увеличения их нормы высева до полной продуктивности люцерны. В то же время увеличение нормы высева люцерны в покровных посевах с 75 до 100 % от полной экономически не целесообразно.

Считаем нужным еще раз подчеркнуть принципиальную необходимость промежуточных посевов, которые в севооборотах с ограниченным набором культур способствует восполнению утраченных элементов плодосмены, продлевают покрытие почвы активно вегетирующими растениями на 25—30 %, способствуя тем самым более полному использованию мелиоративной и сельскохозяйственной техники, трудовых ресурсов.

Промежуточные посевы повышают продуктивность севооборотов на одну треть, вносят свою лепту в улучшение чередования культур в севообороте, позволяют провести максимальное насыщение одной из них без ущерба для ее урожая. Одновременно создаются более благоприятные условия для эффективного использования поливной воды, снижения ее затраты на единицу продукции и более жесткие — для сорной растительности.

Промежуточные посевы в севооборотах позволяют не только полнее и равномернее использовать солнечную энергию и другие природные факторы для формирования урожая, но и выигрышны с экологической точки зрения. Они в определенной степени уменьшают эрозионные процессы и накапливают дополнительную органическую массу в почве.

3.7. ВЛАГО-ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Обработка почвы в земледелии является важнейшим элементом сохранения и повышения почвенного плодородия, предохранения почвы от водной и ветровой эрозии, повышения эффективности используемых удобрений, регулирования физиологических процессов роста и развития растений, эффективной борьбы с их вредителями и болезнями, сорной растительностью.

В процессе обработки почвы в севооборотах решаются следующие агротехнические задачи: создание пахотного слоя с оптимальным физическим строением; улучшение водного, воздушного и теплового режимов; заделка удобрений и пожнивно-корневых остатков; улучшение фитосанитарного состояния почвы; выравнивание и планировка поля при орошении. Поэтому в системе орошаемого земледелия региона обработка почвы имеет исключительно важное значение. Это связано с тем, что вода при поливах, а также воздействии ходовых систем почвообрабатывающих орудий, проходах тракторов и дождевальных машин оказывает негативное влияние на физические свойства почвы: повышается ее плотность, ухудшается водопроницаемость пахотного слоя, нарушаются газообмен и нормальные условия для биологической деятельности микрофлоры. С усилением антропогенного воздействия на почву возрастает значимость экономически сбалансированной технологии ее обработки в уменьшении переуплотнения.

В специальной литературе много сведенний о том, что сельскохозяйственные культуры пропашного н сплошного способа посева хорошо отзываются на глубокую вспашку (Г.Р. Пикуш и др., 1975, С.Д. Лысогоров, 1985, В.П. Кирнченко, 1987, В.И. Остапов, О.Ф. Фесенко, 1984), которая обеспечивает заделку пожнивных остатков и удобрений, лучшее поглощение воды, уменьшение колнчества сорняков, болезней, вреднтелей, а также активизирует микробиологические процессы. Все это оказывает положительное влияние на физику почвы, направлено на максимальное использование ее естественного плодородия.

В то же время ряд исследований показал, что глубокая отвальная вспашка не всегда эффективна (Яровенко В.В. и др, 1985, Кивер В.Ф., 1985, Лымарь А.О., 1991). В ряде случаев безотвальное рыхление, а также мелкая пахота не снижали урожайности сельскохозяйственных культур, наоборот — способствовали повышению плодородня почвы. Особенно они эффективны иа почвах с

благоприятными физическими свойствами, где оптимальная плотность близка к равновесной 1,2—1,3 г/см^3 (Кивер В.Ф., 1988).

Понятно, что с появлением принципиально новых почвообрабатывающих орудий противоэрозионного комплекса, возникла необходимость в системе обработки почвы, обеспечивающей наряду с сокращением сроков повышение качества ее подготовки, максимальное сохранение влаги, сведение к минимуму отрицательного влияния тракторов и почвообрабатывающих орудий, снижение затрат труда и денежных средств, сохранение и повышение плодородия при снижении энергоемкости основной обработки. Это важно особенно сейчас, когда цены на энергоносители существенно возросли, а проблема эффективного использования энергии превращается в одну из ведущих проблем научных исследований.

Не случайно в последние годы научно-исследовательские учреждения региона провели многочисленные опыты по выявлению эффективных способов и глубины отвальной, безотвальной, поверхностной обработок почвы под культуры орошаемых севооборотов и в системе севооборотов.

В стационарном опыте зерно-кормового севооборота на темно-каштановых среднесуглинистых почвах региона (В.И. Остапов и др., 1983) установлено, что культуры сплошного посева (озимая пшеница, ячмень с подсевом люцерны, люцерна) после плоскорезной обработки дают такой же урожай, как и после вспашки. В данном случае урожай озимой пшеницы по пласту люцерны, вспаханной на 28—30 см, 49,9 ц/га, а после плоскорезной обработки на такую же глубину — 49,3 ц/га. Сена люцерны по этим же вариантам получено соответственно 120,5 и 120,4 ц/га.

По данным В.К. Турулева (1979), глубокая отвальная обработка почвы под озимую пшеницу, размещаемую по стерневым, кукурузе на силос и люцерне, не имела преимуществ не только по сравнению со вспашкой на 25—27 см, но и с более мелкой обработкой на 20—22 и даже 16—18 см.

Экспериментальные данные Н.П. Малярчука, Ю.Н. Черноостровца, С.Б. Котова (1993) выявили в зернотравопропашном севообороте преимущества дифференцированной по способам и глубине системы обработки темнокаштановой почвы, основанной на глубокой вспашке под кукурузу и корнеплоды, безотвальной мелкой и поверхностной обработке под зерновые колосовые, поверхностной обработке и прямом посеве сельскохозяйственных культур в послеукосные и пожнивные сроки (табл. 91).

По нашим данным (А.О. Лымарь, 1991) замена на южном черноземе отвальной обработки почвы безотвальной, а также уменьшение глубины обрабатываемого слоя с 27—25 до 12—10 см при безот-

Таблица 91. Урожайность сельскохозяйственных культур в стационарном опыте в зависимости от системы обработки почвы в севообороте и их энергетическая эффективность (1986—1991 гг.), ц/га*

Варианты обработки почвы	Озимая пшеница		Кукуруза		Люцерна второго года использования (сено) ц/га	Сахарная свекла	Выход кормовых единиц ц/га	Энергоемкость урожая, тыс. МДж
	по пласту люцерны	по кукурузе на силос	на зерно	на силос				
Разноглубинная вспашка с углублением под кукурузу на силос и зерно на 28—30 см и сахарную свеклу на 33—35 см	69,9	69,6	89,6	520	118,0	684,5	119,4	129,4
Плоскорезная обработка на такую же глубину	71,7	62,6	86,8	508,6	118,5	660,0	119,8	129,6
Плоскорезная обработка на 12—14 см под все культуры севооборота	71,1	64,4	82,7	494,5	118,9	653,7	117,3	128,1
Сочетание вспашки с плоскорезной обработкой	71,6	60,8	87,4	526,4	118,6	680	123,0	131,3
Сочетание плоскорезной обработки на 12—14 см с углублением на 38—40 см	70,8	60,3	85,7	525,5	121,0	681,8	122,0	130,5
$НСР_{0,5}$	3,0—5,4	3,4—5,1	5,0—6,9	28,2—39,1	4,9—8,2	34,6—77,4		

*Институт орошаемого земледелия, Н.П. Малярчук, Ю.М. Черноостровец, С.В. Данильчук.

вальной обработке не вызывало снижения продуктивности озимой пшеницы, озимого и ярового ячменя, а в ряде случаев урожай зерновых колосовых культур повышался на 2—5 ц/га. Выявлено преимущество безотвальной обработки почвы под озимую пшеницу (доля эффекта 9 %). Аналогичные результаты получены по озимому ячменю. Горох дает практически равнозначные урожаи по отвальной и безотвальной обработке почвы (табл. 92).

По данным авторов (табл. 91) за 1986—1991 гг. средний урожай корнеплодов по вспашке на глубину 33—35 см достиг 684,5 ц/га, по плоскорезной обработке на такую же глубину — 660 и плоскорезной обработке на глубину 12—14 см — 653,7 ц/га. Урожай кукурузы на зерно при 14 % влажности на вспашке глубиной 28—30 см — 89,6 ц/га, по плоскорезной обработке на такую же глубину — 86,8 и плоскорезной обработке на 12—14 см — 82,7 ц/га. Урожай зерна озимой пшеницы после кукурузы на силос за эти годы составил по вспашке на 23—25 см — 59,6 ц/га, плоскорезной обработке на такую же глубину — 62,8 и по плоскорезной обработке на 12—14 см — 64,4 ц/га.

Таблица 92. Продуктивность культур сплошного сева при отвальной и безотвальной обработках почвы, ц/га*

Предшественники	Обработка почвы на рекомендуемую глубину под культуру	
	отвальная	безотвальная
ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА		
Поукосная кукуруза МВС после люцерны	65,6	68,0
Люцерна	60,6	62,8
Пожнивное просо после гороха	59,2	62,4
Пожнивное просо после озимой пшеницы	59,4	61,6
ОЗИМЫЙ ЯЧМЕНЬ		
Озимая пшеница + пожнивная гречиха	48,1	50,7
Горох + пожнивное просо	46,8	47,8
ГОРОХ		
Кукуруза на зерно	32,2	32,8
Озимый ячмень + пожнивная гречиха	31,8	32,8

*Данные Николаевской ГОСХОС за 1981—1986 гг.

Сахарная свекла и кукуруза на зерно реагировали на безотвальную обработку почвы снижением урожайности соответственно на 4 и 2 %.

Реакция сои на замену вспашки безотвальным рыхлением на 25—27 см зависела от предшественника: по сахарной свекле прибавка находилась в пределах ошибки опыта (0,4 ц/га), по озимой пшенице — достигла 1,0 ц/га.

Исследования В.В. Лабунского (1979) убедительно показали, что на почвах с благоприятными физическими свойствами поверхностная обработка почвы под озимую пшеницу более эффективна, чем отвальная вспашка. Прирост урожая зерна от уменьшения глубины обработки почвы по различным фонам минерального питания после кукурузы на снлос без орошения составил 0,3—0,5 ц/га, после овощного гороха на зерно — 0,2—6,7 ц/га, а при орошении, соответственно,— 0,2—5,1 и 0,6—8,8 ц/га. П.Т. Кибасов (1982) пришел к выводу, что под озимую пшеницу следует применять отвальную вспашку на глубину 16—22 см, а на неуплотненных почвах можно вместо вспашки проводить дискование, используя БДТ-7, на глубину 7—8 см.

В последнее время многими научно-исследовательскими учреждениями установлено, что озимая пшеница слабо реагирует на глубину обработки почвы при мелкой и поверхностной ее обработке (Яровенко В.В. и др., 1985).

Дифференциация пахотного слоя орошаемой почвы под влиянием 5—7-летней замены вспашки поверхностной обработкой при возделывании полевых культур не влияла на их урожайность (Кивер В.Ф., 1980).

Выбирая систему обработки почвы, следует исходить из принятой в севообороте системы удобрений и схемы чередования культур. В этой связи число операций и схема их проведения, виды машин, орудий, агротехнические нормативы должны соответствовать биологическим особенностям каждой культуры, в том числе предшественника, свойствам почв, характеру и степени их засоренности. На Николаевской ГОСХОС (1981—1986 гг.) нами изучались отвальные и безотвальные разноглубинные обработки южного чернозема, рекомендуемые под культуры севооборота региона. При этом учитывались их взаимосвязь и взаимовлияние с научно обоснованными и удвоенными нормами минеральных и органнческих удобрений, вносимых в почву шести шестипольных орошаемых севооборотов.

Нашн исследования показали, что способ обработки почвы под культуры в севооборотах не оказывает заметного влияния на их продуктивность. Доля этого фактора составляет в опыте 0,3 %. Это позволяет отдать предпочтение безотвальной обработке почвы, как энергосберегающей и более эффективной по сравнению с отвальной.

Таблица 92 "а". Продуктивность севооборотов в зависимости от способов обработки почвы, ц/га*

Показатели продуктивности	Обработка почвы**	Типы севооборотов					
		I	II	III	IV	V	VI
		плодосменный	кормозерновой	зернокормовой	зерновой	кормовой	кормовой
Сухое вещество	отвальная	182,7	207,6	170,8	155,8	187,0	193,0
	безотвальная	182,2	214,4	174,3	160,6	210,1	208,4
Зерно	отвальная	11,4	30,2	48,0	67.2	0,0	0,0
	безотвальная	11,8	31,4	50,6	69,6	0,0	0,0
Кормовые единицы	отвальная	157,6	147,5	121,8	115,2	159,4	165,6
	безотвальная	150,7	157,9	123,6	119,0	163,2	177,8
Переваримый протеин	отвальная	17,4	20,6	14,8	9,1	22,4	19,0
	безотвальная	17,0	20,9	15,2	9,4	23,4	20,2
Переваримого протеина на 1 к. ед.	отвальная	110,4	139,7	121,5	79,0	140,5	114,7
	безотвальная	112,8	142,4	123,0	79,1	143,4	115,6

*Стационарный опыт Николаевской ГОСХОС, 1981—1986 гг. А. О. Лымарь.
**Обработка почвы (отвальная и безотвальная) под каждую культуру севооборота проводилась на рекомендуемую глубину.

Отмечено наибольшее взаимодействие факторов севооборот — система обработки почвы (2,1 %). Так, безотвальная обработка почвы дает наибольшую прибавку урожая в севооборотах с зерновыми культурами и заметное снижение урожая в севообороте с техническими культурами.

Обобщая опытные данные научно-исследовательских учреждений региона, а также приведенные примеры, приходим к выводу: в условиях орошения и соблюдения научно-обоснованной системы чередования культур в севообороте с удельным весом многолетних бобовых трав до 40 %, промежуточных культур — до 50 % применение оптимальных доз минеральных и органических удобрений целесообразно сочетать со вспашкой (27—30 см) под сахарную свеклу, кукурузу, с плоскорезной обработкой на 10—12 см под культуры сплошного посева — озимую пшеницу, озимый ячмень, ячмень с подсевом люцерны.

При орошении на склонах с допустимой крутизной целесообразна замена вспашки плоскорезной обработкой (ПЧ-2,5, ПЧ-3,5,

ПЧ-4,5) с использованием комбинированных орудий (ПШН-2,5, АКП-2,5 и др.), нарезка борозд-щелей для предотвращения ирригационной эрозии почвы.

На юге Украины очень важно так провести обработку поля, чтобы независимо от наличия орошения земель свести к минимуму потери влаги. С этой целью в дальнейшем при подборе агрегатов, определении режимов их работы необходимо учитывать заданную глубину обработки, плотность почвы, разрыхленность верхнего слоя, выравненность поверхности, степень подрезания сорняков и т. д. Плоскорезная обработка почвы — безусловно, прогрессивная в этом отношении. Подсчитано, что затраты средств, горюче-смазочных материалов, а также времени на выполнение работ затрачивается в 1,5—3 раза меньше, чем при вспашке. К тому же можно широко использовать широкозахватные машины, выполняющие за короткие сроки большой объем операций в напряженный период сельскохозяйственных работ.

В последние 10—15 лет на богарных и орошаемых землях проведены исследования, подтверждающие эффективность безотвальной обработки, ее минимализации, учитывающие предшественник, количество вносимых удобрений и другие факторы. Оценка орудий, способов обработки почвы по энергоемкости приведена в табл. 93.

После уборки пропашных предшественников остается не более 10—25 дней до посева, за которые можно хорошо подготовить почву под озимую пшеницу. Чтобы справиться с этой работой, междурядья кукурузы культивируют в течение всего периода вегетации. Последнюю культивацию проводят несколько глубже, растения окучивают. Благодаря этому последние обработки выполняются уже с меньшими затратами труда и энергетических ресурсов.

По мнению ряда исследователей, на орошаемых землях с повышением культуры земледелия можно сокращать количество глубоких обработок почвы в севообороте и шире внедрять плоскорезную систему.

Исследования ИОЗ УААН, Николаевской ГОСХОС, Херсонского СХИ и других научно-исследовательских учреждений показало, что на орошаемых землях при возделывании культур в севообороте наиболее приемлемой является разноглубинная основная обработка почвы от 12—14 см до 28—30 см.

На орошаемых землях, особенно тяжелого механического состава, применение разноглубинных обработок создает во время поливов необходимые условия для проникновения воды в зону распространения основной массы корней, устраняет непроизводительные расходы воды на сток и испарение. Так, за счет дифференцированной основной обработки почвы в среднем за 5 лет урожай зерна кукурузы

Таблица 93. Биоэнергетическая эффективность различных приемов и глубины обработки почвы*

NN пп	Технологическая операция	Трактор	Сельхоз. орудие	Норма выработки, га	Расход горючего на 100 га, кг	К-во чел./час на 100 га	Затраты по совокупной энергии, МДж/га
1.	Вспашка 28—30 см	Т-150	ПЛН-5-35	8,5	1990	81,9	1818,1
2.	Безотвальная 28—30 см	Т-150	КПГ-250	9,0	1180	77,7	1141,4
3.	Вспашка 25—27 см	Т-150	ПЛН-5-35	8,9	1800	78,4	1657,0
4.	Безотвальная 25—27 см	Т-150	КПГ-250	9,6	1080	72,8	1049,1
5.	Вспашка 23—25 см	Т-150	ПЛН-5-35	9,2	1670	75,6	1545,5
6.	Безотвальная 23—25 см	Т-150	КПГ-250	10,0	1010	70,0	986,1
7.	Вспашка 20—22 см	Т-150	ПЛН-5-35	9,6	1540	72,8	1434,1
8.	Безотвальная 20—22 см	Т-150	КПГ-250	9,8	990	67,9	964,7
9.	Вспашка 18—20 см	Т-150	ПЛН-5-35	10,3	1460	71,4	1366,5
10.	Безотвальная 18—20 см	Т-150	КПГ-250	10,0	930	65,8	911,5
11.	Безотвальная 14—16 см	Т-150	КПШ-5	16,9	610	41,3	597,0
12.	Безотвальная 12—14 см	Т-150	КПШ-5	19,1	600	36,4	575,8
13.	Безотвальная 10—12 см	Т-150	КПШ-5	21,2	530	32,9	510,6
14.	Безотвальная 8—10 см	Т-150	КПШ-5	23,0	480	30,1	463,9
15.	Безотвальная 6—8 см	Т-150	ЗКШ-3,6	55,1	240	12,6	224,9
16.	Безотвальная 6—8 см	Т-150	ЗСЗС-2,1	23,8	450	29,4	437,5
17.	Щелевание 40—50 см	Т-150	ШП-100	7,3	2240	95,2	2040

*Данные Института орошаемого земледелия.

возрос от 73,3 до 80,9 ц/га, сахарной свеклы — от 631 до 660, озимой пшеницы — от 53,1 до 55,5 ц/га по сравнению с общепринятой системой обработки.

По данным О.Г. Чамурлиева (1988), весной содержание нитратного азота в слое 0—30 см, образующегося в результате жизнедеятельности микроорганизмов, увеличилось при проведении мелкой и плоскорезной обработок. К концу вегетации количество нитратов убывает и выравнивается на глубине пахотного слоя. Содержание подвижных форм фосфатов в этом слое мало зависит от способа подготовки почвы.

Согласно исследованиям В.А. Ушкаренко (1984), при внесении минеральных удобрений дозой $N_{120}P_{60}$ и умеренных поливах (влажность почвы 65—70 % НВ) глубина вспашки от 14—16 до 28—30 см не влияла на урожайность озимой пшеницы. А при более частых поливах (75—80 % НВ) глубокая обработка полей — 14—16 и 28—30 см — снизила урожай соответственно с 61,0 ц/га до 57,5 ц/га.

Исследования И.Т. Нетиса и С.А. Зайца, проведенные в 1989—1992 гг., показали, что по мере повышения уровня минерального питания роль глубины обработки почвы снижается. Наилучшие условия для формирования урожая озимой пшеницы при наименьших затратах энергии создавались при мелкой безотвальной обработке, внесении $N_{90}P_{80}$ под основную обработку и N_{30} — в подкормку перед выходом растений в трубку. При этом поливы проводились при влажности почвы не ниже 70 % НВ.

Таким образом, на фоне усиления режима орошения и минеральной подкормки почвы мелкие обработки эффективны. Проверку эффективности этой технологии осуществляли на общей площади 1,5 тыс. га в некоторых хозяйствах Николаевской, Херсонской областей и Республики Крым. Результаты положительные, урожайность озимой пшеницы от 51 до 65 ц/га (прибавка урожая 5,6—6,1 ц/га) при уровне рентабельности 62—70 %. П.Д. Шевченко и В.И. Кобзарь (1982) считают, что глубокая вспашка оправдана лишь на полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками. Если это так, то в севооборотах на окультуренных слабозасоренных землях возможна замена вспашки поверхностными обработками под культуру сплошного способа сева.

Что касается пропашных культур, то здесь замена вспашки плоскорезным рыхлением достоверно не отражается на урожайности (В.И. Остапов и др., 1983).

Изучение агротехнических приемов возделывания полевых культур в севооборотах убеждает: в условиях орошаемого земледелия на окультуренных почвах, где используются оптимальные дозы удобрений, значение глубокой вспашки под культуры сплошного посева заметно снижается.

Расчеты показывают, что замена вспашки на 25—27 см безотвальным рыхлением на такую же глубину позволяет увеличить производительность труда при основной обработке на 25—30 % и снизить расход топлива на 20—25 %. При безотвальном рыхлении на 10—12 см эти же показатели изменяются соответственно на 70—80 и 50—55 %.

Особое значение для орошаемого поля имеет его выравненность. Планировка — дорогостоящий прием. В то же время поверхность поля при безотвальной обработке значительно ровнее, чем при постояниой вспашке, так как отсутствуют разъемные и свальные борозды. При севе меньше вибрации и скачки сеялок, семена высеваются более равномерно, выравниваются колебания по глубине их заделки.

Особенно выгодна безотвальная обработка при возделывании сои, гороха. У сои основной урожай семян формируется в нижней части стебля, наиболее крупные бобики прикрепляются низко над землей. Поэтому при уборке сои, гороха нужно срезать растения как можно ниже, а на отвальных фонах обработки сделать это практически невозможно. Безотвальные орудия оставляют после себя более ровную поверхность, здесь меньшие потери урожая при уборке.

Примерную систему обработки почвы под основные сельскохозяйственные культуры в севооборотах разработали на основе многолетних исследований ИОЗ и Николаевской ГОСХОЗ.

Зяблевая обработка почвы включает лущеиие и основную обработку почвы — отвальиую или безотвальную — в зависимости от засоренности. На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками, проводится лущение сразу же поле уборки предшественника: первое — на глубину 8—10 см, второе н третье — на 10—12 см и 12—14 см после появления розеток сорняков, но ие позже, чем за две недели до зяблевой обработки. Для лущения используют культиваторы или дисковые бороны в зависимости от типа засоренности и содержания влаги в почве.

После уборки культур позднего срока (овощи, корнеплоды и др.) почву, как правило, не дискуют. Зябь поднимают сразу после зачистки полей. При уборке кукурузы, подсолнечника, сорго н других высокостебельных культур проводят лущение, измельчая пожнивные остатки БДТ-7, БД-10 или лущильником ЛДТ-10. Лущение после пропашных культур также обусловлено значительным уплотнением почвы в период уборки.

Раз в два-три года проводят эксплуатационную планировку полей длиннобазисным планировщиком П-4, ПЛ-81 в два следа, а затем — чизельную обработку культиватором ЧКУ-4 на глубину 16—

18 см. Обычно к этим работам приступают перед зяблевой обработкой или после нее.

При ежегодной вспашке, нарезке оросительной сети образуются неровности на поле. Они препятствуют равномерному распределению воды по поверхности поля.

В заключение отметим, что возможности минимилизации обработки почвы в орошаемом земледелии изучены еще недостаточно, однако проблема снижения техногенной нагрузки на почву здесь обостряется склонностью почв к сильному уплотнению после полива.

По данным многолетних исследований научно-исследовательских учреждений юга Украины, наиболее эффективна дифференцированная система обработки, сочетающая в себе разные способы и глубину с биологическими особенностями выращиваемых культур, почвенными разностями, агрофизическими и агрохнмическими свойствами предшественника и засоренностью поля. Чередование отвальной и безотвальной обработки почвы с применением комбинированных чизельных, плоскорезных орудий улучшает фитосанитарное, питательное и агрофизическое состояние пахотного слоя, а также снижает засоренность посевов. Все это позволяет стабилизировать экологическую обстановку отдельного агрофитоценоза при уменьшении энергетических и материальных затрат.

Предпосевная обработка почвы. Предпосевная обработка направлена на активизацию микробиологических процессов, накопление растворимых питательных веществ, улучшение аэрации, создание рыхлого и выравненного слоя почвы, определяющего качество посева и полива, уменьшение испарения влаги, борьбу с сорняками. Предпосевная обработка создает оптимальные условия для заделки семян на заданную глубину, обеспечение дружных всходов и хорошего начального их роста и развития. Весной следует своевременно провести боронованне для закрытия влаги. На выравненной с осени культивацией или чизелеванием площади под корнеплоды лучшие результаты обеспечивают предпосевная плоскорезная обработка почвы на глубину заделки семян.

На средних и легкосуглинистых почвах под культуры позднего срока посева следует провести чизелевание на глубину 12—14 см или культивацию с каткованием кольчатыми катками, а затем — предпосевную культивацию на глубину заделки семян.

Более глубокая обработка земель в весенний период, до посева, способствует увеличению в почве количества микроорганизмов. Весеннее чизелевание на 16—18 см по сравнению с культивацией на 10—12 см на темнокаштановых почвах совхоза "Городний Велетень" Херсонской областн оказывает положительное влияние на общее количество микроорганизмов, развивающихся на МПА и нитрифи-

цирующих бактерий до первого вегетационного полива. Более глубокая весенняя обработка почвы — чизелевание на 16—18 см увеличивала урожай томатов на 15—20 %, заметно снижала засоренность посевов. При углублении первой культивации с 10—12 до 16—18 см увеличивается скорость впитывания поливной воды (Лымарь А.О., 1965). Проведение чизелевания позволяет провести выравнивание поверхности поля, устранив его мелкие неровности, возникшие при обработке и подготовке площадей к посеву. Без этого невозможен высококачественный сев.

Исследованиями С. А. Чобану (1983) определено влияние осенней эксплуатационной планировки и рыхлений почвы на продуктивность овощного гороха. Установлено, что лучшим вариантом остается планировка после вспашки с последующим рыхлением на 12—14 см.

На полях, где основную обработку проводили плоскорезом, осенью почву выравнивают (БИГ-3), рано весной чизелюют на глубину 12—14 см, а перед посевом культивируют (КПС-4) на глубину заделки семян.

Предпосевную обработку почвы необходимо проводить так, чтобы сохранить накопленную влагу, создать оптимальные условия в верхнем слое почвы для равномерного распределения семян. Чрезвычайно важно при этом не нарушать посевное ложе, увязывая его со способом возделывания культуры.

На площадях под озимые культуры до их сева при появлении сорняков проводят одну-две культивации с боронованием. Первая из них более глубокая, а вторая, перед севом — на глубину заделки семян — 6—8 см. После уборки поздних культур на полях, отводимых под озимый клин, проводят основную обработку почвы с последующей ее разделкой культиваторами в агрегате с боронами.

Способы обработки почвы под озимую пшеницу зависят от предшественника. После кукурузы на силос почву обрабатывают плоскорезами (ПЩН-2,5, КПШ-5, КПП-2,2) на глубину 10—12 см или культиватором КПЭ-3,8 на глубину 8—10 см в агрегате с бороной БИГ-3. Следующий агроприем — предпосевная обработка почвы культиватором КПС-4 на глубину заделки семян — 5—6 см.

После уборки кукурузы в хозяйствах применяют также дискование в двух направлениях на глубину 8—10 см с последующей предпосевной культивацией на глубину 5—6 см. После зернобобовых и стерневых предшественников поля обрабатывают на глубину 10—12 см плоскорезами (КПШ-5, КПП-2,2, ПЩН-2,5). Затем — предпосевная культивация на 5—6 см культиватором КПС-4. Используя эту технологию, почву лущат в двух направлениях и культивируют на глубину заделки семян. Под поздние культуры обработку проводят дважды: сначала на 12—14 см, а перед севом — на глубину заделки

семян. Если сорняков нет, можно ограничиться одной предпосевной культивацией, проводимой поперек направления сева или по диагонали поля.

Применяемая в настоящее время на орошаемых землях региона система допосевной обработки почвы под кукурузу (боронование зяби, две разноглубинные культивации, соответственно, на 10—12 см и 8—10 см), способствует активизации микробиологических процессов в почве, очищению ее от семян сорняков и созданию оптимальных условий для прорастания семян.

Семена мелкосемянных культур (овощных, сахарной и кормовой свеклы) приходится заделывать на небольшую глубину — до 5 см. Для них с осени должна быть проведена эксплуатационная планировка полей с последующим чизелеванием. На таких полях, кроме боронования, осуществляют одну предпосевную культивацию на глубину заделки семян. Если почва после предпосевной культивации рыхлая и не обеспечивается оптимальная глубина сева, делают предпосевное прикатывание.

Все технологические приемы (боронование, культивацию, посев и посадку) необходимо проводить при физически спелой почве, только тогда предпосевная обработка наиболее эффективна и обеспечивает высокий урожай сельскохозяйственных культур.

Обрабатывая почву в период вегетации растений, прежде всего разрушают почвенную корку, устраняют уплотнение поверхностного слоя после вегетационных поливов и обильных осадков, улучшают водный, пищевой и воздушный режимы, уничтожают сорняки. Для этого применяются бороны, ротационные мотыги, культиваторы, используемые в междурядиях пропашных культур. Почвенную корку, образованную до появления всходов культурных растений, разрушают боронованием, а в период близкий к появлению всходов — ротационной мотыгой. Боронование проводится при появлении всходов, в фазу 2—3 и 4—5 листьев. Средние бороны пускают поперек рядков, агрегат движется со скоростью 3—5 км/ч. Междурядья пропашных культур разрыхляют после каждого полива при достижении почвой физической спелости. Исключение — посевы кукурузы, сорго, где возможность обработки лимитирует высота растений. Глубина рыхления при этом изменяется в зависимости от периода развития, влажности почвы.

По данным института орошаемого земледелия, высокие урожаи зерна кукурузы без применения гербицидов были получены в разных по влагообеспечению условиях весны, когда она оказалась среднезасушливой, постепенно уменьшали глубины рыхления с 14—12 до 10—8 см, а — затяжной, со значительным увлажнением

Таблица 94. Система обработки черноземов южных в орошаемых севооборотах*

№№ полей	Чередование культур	Способ и качественный показатель обработки почвы		
		основной	предпосевной	уход за посевами
1	Озимая пшеница + посев люцерны	Двухкратное лущение дисковой бороной на 10—12 см, плоскорезная обработка на 20—22 см с обработкой культиватором или игольчатой бороной БИГ-3. Под посев люцерны — лущение дисковой бороной в два следа в агрегате с БИГ-3 и катком	Боронование весной. Культивация предпосевная на глубину 6—8 см с боронованием	Боронование после уборки покровной культуры
2	Люцерна второго года использования	—	—	Боронование весной, разрыхление поперек рядков культуры долотами, установленными через 30 см. После укоса — щелевание.
3	Люцерна третьего года использования	—	—	—
4	Озимая пшеница	Лущение в два следа на глубину 8—10 см, плоскорезная обработка на 10—12 см с одновременной обработкой игольчатой бороной. После влагозарядки — игольчатой бороной БИГ-3	Культивация на 6—8 см с боронованием	—
	Пожнивные посевы кукурузы	Посев сеялкой СЗС-2,1 в день уборки озимой пшеницы	—	—

Продолжение табл. 94

№№ полей	Чередование культур	Способ и качественный показатель обработки почвы		
		основной	предпосевной	уход за посевами
6	Корнеплоды	Лущение дисковой бороной на 10—12 см, вспашка 27—30 см, эксплуатационная планировка, глубокое чизелевание	Боронование весной, предпосевная культивация на глубину заделки семян с боронованием	3—4 междурядных обработки с нарезкой щелей
7	Многокомпонентные смеси	Лущение на 6—8 см. Плоскорезное рыхление на 18—20 см	Боронование, культивация 6—8 см с боронованием	—
	Поукосный посев кукурузы МВС	Дискование в двух направлениях. Плоскорезная обработка на 20—22 см с обработкой бороной БИГ-3	Предпосевная культивация на 8—10 см с бороной БИГ-3	Обработка междурядий: первая — на 8—10 см, вторая — на 10—12 см, третья — на 12—14 см с нарезкой борозд, щелей.

*Данные Николаевской ГОСХОС, 1988.

и уплотнением почвы — так же поэтапно увеличивали глубины с 8—10 см до 12—14 см. Количество обработок посевов зависело от возделываемых культур, засоренности участка, уплотнения почвы. При сильном ее уплотнении весной люцерну рыхлили культиваторами с долотообразными лапами или дисковали. После каждого укоса проводили боронование посевов, в отдельных случаях, при уплотнении почвы — рыхление.

Уничтожают сорняки и при уходе за такими культурами как кукуруза, подсолнечник, картофель, сахарная свекла и другие с помощью гербицидов, а также — боронования и междурядных рыхлений.

С ростом культуры земледелия и применением гербицидов появилась возможность сокращать количество обработок почвы в период ухода за растениями. При возделывании кукурузы это практически не повлияло на объемную массу почвы в слое 0—20 см. При сокращении междурядных рыхлений к концу вегетации кукурузы наблюдалось незначительное ее уплотнение, не выходящее за пределы оптимума и не отражающееся на продуктивности этой культуры.

Положительное влияние на уничтожение сорняков в посевах подсолнечника, кукурузы, томатов оказывает окучивание растений. Сорняки при этом присыпаются землей в рядах культуры.

Значение междурядной обработки почвы (Ильин, Рекинвальд, 1979) при выращивании баклажанов, капусты, томатов и арбузов на землях с благоприятными для этих растений физическими и химическими свойствами и оптимальными водном и пищевом режимах сводится к противодействию сорнякам.

Эффективно в регионе щелевание почвы в междурядьях перед поливом овощных культур. По данным Ф.В. Кивера (1977) на темно-каштановой почве урожайность моркови от нарезки щелей увеличилась в среднем за три года на 17 %, а поздней капусты при посеве семян в грунт — на 11 и при выращивании из рассады — на 12 % (в среднем за шесть лет). При щелевании поливная вода более продуктивно использовалась растениями. Коэффициент водопотребления поздней капусты снижался на 15 %, а моркови — на 22 % по сравнению с обработкой междурядий на глубину 10—12 см. При заростании посевов, а также для разрушения твердой почвенной корки, образуемой после полива, необходимо проводить междурядные рыхления на 8—10 см. Чистые поля с благоприятными физическими свойствами почвы позволяют сокращать количество культиваций.

В заключение следует сказать, что интенсивное использование орошаемых земель должно сопровождаться применением способов обработки почвы, способствующих сохранению стерни и пожнивных остатков на поверхности почвы, предохраняющих ее от ирригационной эрозии, снижающих отрицательные нагрузки машин и почвообрабатывающих орудий вследствие минимилизации обработок, совмещения технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур.

3.8. СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ, КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

На юге Украины почвы не в полной мере обеспечивают потребности растений в питательных веществах. В связи с этим возникает необходимость в их существенном пополнении запасов питательных веществ за счет удобрений.

При разработке системы удобрений под сельскохозяйственные культуры исходят из обеспеченности почвы азотом, фосфором, калием и предполагаемого выноса питательных веществ урожаем основной и побочной продукции. Учитываются также коэффициенты использования элементов питания из минеральных и органических удобрений.

Применение удобрений — важнейший агротехнический прием, повышающий плодородие земель и урожайность сельскохозяйственных культур. При оптимальном сочетании водного и пищевого режимов почвы создаются благоприятные условия для питания растений в течение всей вегетации. Это гарантирует высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Многочисленными исследованиями установлено, что под действием поливной воды и высоких доз летних температур, особенно при дождевании, минерализация органического вещества почвы протекает значительно быстрее, чем в богарных условиях. Ускорение такого процесса приводит к снижению общих запасов гумуса и существенному изменению физических свойств почвы. Снизить и устранить такое отрицательное действие поливной воды невозможно без внесения органических удобрений. Их применение позволяет увеличить количество водопрочных агрегатов, водопроникательная способность почвы повышается при этом на 20—40 %. Кроме того, в процессе гумификации каждая тонна навоза образует около 50 кг гумуса.

По данным ИОЗ УААН (И. Д. Филипьев, В. И. Заверюхин, П. Н. Лазер, 1984), внесение 30—40 т/га навоза позволяет получать следующие прибавки урожая сельскохозяйственных культур: озимой пшеницы — 8 ц/га; кукурузы на зерно — 27,1; кукурузы на зеленую массу — 110; кормовой свеклы — 122; сои — 2,7 ц/га.

На черноземах южных и темнокаштановых почвах в зернокормовых севооборотах навоз следует вносить под кукурузу на зерно, кормовые корнеплоды и овощные культуры. В других севооборотах его вносят не менее 2—3 раз за ротацию. Нормы внесения навоза от 30 до 100 т/га в зависимости от планируемого уровня урожая (Л. П. Головко, 1984). Например, учитывая то, что в условиях орошения кукуруза наиболее отзывчива на удобрения, в КСП им. Татарбунарского восстания Одесской области под основную обработку вносят по 90—100 т навоза на гектар.

В 5—7-ми польных севооборотах его можно вносить один раз за ротацию. Если навоз вносят вместе с минеральными удобрениями, норму его снижают наполовину (В. И. Остапов, Н. Н. Дударь, 1979). В наших опытах продуктивность специализированных севооборотов по выращиванию бахчевых культур рассчитана на основе балансового метода внесения удобрений под культуры. Рост продуктивности от внесения органических удобрений 52 %, органоминеральных — 109 % и минеральных — 96 %.

В конечном счете, эффективность навоза при совместном внесении с минеральными удобрениями зависит от влажности почвы. Например, прибавка урожая зерна кукурузы от органо-минеральных

удобрений в неорошаемых условиях составила 21 %. Но при влажности почвы на уровне 70 % НВ — 73 %, а 80 % НВ — 98 %.

Эффективность минеральных и органических удобрений возрастает на орошаемых землях. Экспериментальные данные научно-исследовательских организаций и производственной практики утверждают: прирост урожая зерновых культур за счет внесенных минеральных удобрений на орошаемых землях в 2—3 раза выше, чем на неорошаемых. При внесении удобрений под орошаемые кормовые культуры их эффективность возрастает еще больше. В свою очередь, и экономическая окупаемость орошения, прежде всего, зависит от применения удобрений. Например, по данным И. М. Поповой (1972), на темнокаштановых почвах урожай озимой пшеницы, выращиваемой 4 года на орошении, но без использования удобрений, снизился с 35,6 до 13,6 ц/га, а зерна кукурузы — через год — с 54,9 до 40,1 ц/га. В то же время на фоне удобрений выход зерна оставался на одном уровне, не опускаясь по пшенице ниже 54,8 ц/га, по кукурузе — 68 ц/га. Это объясняется более интенсивным выносом элементов питания из почвы в первые годы орошения, когда и без внесения удобрений получали относительно высокий урожай.

Вместе с тем практика хозяйств свидетельствует: орошаемое земледелие остается во многих случаях малоэффективным из-за некомплексного подхода к использованию его богатых возможностей. Выборочным обследованием хозяйств зоны Северо-Крымского канала и Каховской оросительной системы установлено (Н.А. Гаркуша, 1981), что при средней норме 10 ц/га стандартных туков многие хозяйства вносят их значительно меньше из-за недостатка средств для приобретения удобрений.

Обобщение материалов 146 опытов с озимой пшеницей и кукурузой на орошаемых участках (И.Д. Филипьев, Е.К. Михеев, 1981) позволило определить степень отзывчивости этих культур как на отдельные элементы питания, так и на их взаимодействие (табл. 95).

Таблица 95. Отзывчивость озимой пшеницы и кукурузы на элементы питания в условиях орошения

Доза фосфора, ц/га	Озимая пшеница, ц/га			Кукуруза, ц/га			
	доза азота, ц/га						
	0	0,9	1,2	0	0,9	1,2	1,5
0	42,7	48,3	50,2	54,5	60,9	63,0	65,2
0,6	43,3	55,1	58,1	55,5	73,8	78,3	80,5
0,9	43,6	56,6	59,7	56,0	76,7	81,8	85,8
1,2	43,9	58,2	61,3	56,5	79,6	84,1	88,6

Институт орошаемого земледелия И. Д. Филипьев, Е.К. Михеев, 1986 г.

Из приведенных данных видно, что азот оказывает наиболее сильное влияние на урожайность. Это прежде всего связано с большим выносом его, в особенности зерновыми культурами на фоне с другими элементами питания.

Так, согласно нормативов по сельскохозяйственному освоению орошаемых земель (Л.П. Головко, 1984) предусмотрен следующий вынос питательных веществ из почвы на 1 т продукции (азота, фосфора и калия соответственно в кг): озимой пшеницей — 30,0, 13,0 и 25,0; кукурузой на зерно — 21,0, 8,0 и 26,0; соей — 71,0, 16,0 и 18,0; кукурузой на силос — 2,5; 1,5 и 5,0; кормовыми корнеплодами — 4,9; 1,5 и 6,7, люцерной — 26,0, 6,5 и 15,0.

Кроме того, дополнительное внесение азота необходнмо в связи с недостаточным содержанием в почве органического вещества, частичным выщелачиванием азота и его денитрификацией после вегетационных поливов.

На фосфорные удобрения сельскохозяйственные культуры в большинстве случаев отзываются слабее, так как поливы способствуют мобилизации фосфатов и к тому же поглощаются они растениями из более глубоких слоев. Однако эффективнее применять азотные и фосфорные удобрения совместно. На черноземе обыкновенном прибавка урожая зерна озимой пшеницы от этих удобрений 13,9 ц/га, на черноземах южных — 15,8, темнокаштановых почвах — 20,2 ц/га (В.И. Остапов и др., 1981).

Калийные удобрения на азотно-фосфорном фоне практически не обеспечивают дальнейшего повышения урожайности культур, что объясняется достаточной обеспеченностью почв региона калием. Впрочем, при недостаточном содержании калия (на супесчаных площадях его менее 12 мг в 100 г почвы), а также на фоне высокого азотно-фосфорного питания ($N_{150}P_{100}$ и более) целесообразно внесение калийных удобрений в дозе 30—60 кг/га действующего вещества (К.С. Лысогоров, 1980; И.Д. Филипьев, А.П. Шкрибтиенко, 1981; И.Д. Филипьев, П.П. Криштопа, 1982).

Необходимо все же отметить, что если большинство полевых культур расходуют на создание единицы продукции равное или большее количество азота, чем калия, то у овощных и бахчевых растений, подсолнечника, арахиса в сумме элементов питания, затраченных на создание товарного урожая, калий находится на уровне азота или преобладает над ним.

Исходя из вышесказанного, рекомендованы ориентировочные нормы минеральных удобрений (табл. 96) для получения проектных урожаев основных сельскохозяйственных культур в регионе (В.И. Остапов и др., 1984). В конкретных условиях хозяйств их следует корректировать с учетом агрохимической характеристики

Таблица 96. Примерные нормы внесения азота и фосфора в условиях орошения, кг/га действующего вещества

Культура	Чернозем обыкновенный		Чернозем южный		Темнокаштановые почвы	
	N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
Озимая пшеница	60—90	60	90—120	60—90	120—150	60—90
Кукуруза	60—120	60—90	120—150	60—90	120—180	60—90
Сорго	60—90	90	100—120	90	120—150	90—120
Кормовая свекла	200—250	100—130	250—300	120—150	300—350	150—180

*Данные ИОЗ УААН, по Останову В. И.

каждого поля и уровня планируемого урожая, то есть — расчет норм удобрений вести по методу элементарного баланса, внедренного на поливных землях с 1977 г. При этом следует также помнить, что для прогрессивного увеличения плодородия почвы в севообороте необходимо создать бездефицитный баланс основных элементов питания, приход которых с удобрениями должен превосходить расход на 10—15 % (Р.С. Осидченко, 1980).

Правильное построение системы удобрений в орошаемых севооборотах — главное условие повышения эффективности плодородия почвы и получения стабильных урожаев хорошего качества. Отличительной особенностью севооборотов на орошаемых землях считают интенсивное пополнение питательных веществ (к примеру, доза минеральных удобрений на орошаемый гектар превышала на 10 ц ту, которая определена для богарного гектара) и более продолжительное, чем на богаре их последействие.

Рекомендуемые севообороты на орошаемых землях региона требуют ежегодного внесения удобрений под все культуры. Причем во всех случаях отдается предпочтение наиболее отзывчивым, из них — овощным, зерновым и техническим. Но делается это с обязательным учетом продолжительности эффективного последействия и взаимосвязи прямого действия и последействия удобрений.

Время их последействия ограничено, особенно минеральных, которые в основном используются первой культурой. Прибавка урожая зеленой массы кукурузы от удобрений по сравнению с контролем составила 112 %, в первом последействии она была только 9 %. Прибавка во втором последействии всего 4 % (В.П. Кириченко, 1987).

Таблица 97. Эффективность удобрений под кукурузой на силос (ц/га) на фоне последействия органической и минеральной подкормки, внесенной под предшественник — сахарную свеклу, ц/га*

Удобрения под кукурузу и их эффективность	Удобрения под сахарную свеклу	
	40 т/га навоза + $N_{120}P_{90}K_{60}$	без удобрений
Без удобрений	392	331
$N_{180}P_{120}$	875	701
Прибавка от удобрений, ц/га	483	370
Окупаемость, кг/га	161,7	123,3

*Данные Николаевской ГОСХОС.

Последействие внесенных удобрений способствует повышению эффективности тех, что используются под следующую культуру (табл. 97).

Выходит, системное использование удобрений нельзя рассматривать как сложение систем питания для отдельных культур вне связи с другими. Учет такой взаимосвязи позволяет найти и разработать наиболее эффективную, экологически безопасную систему удобрений в севооборотах.

Особенно нуждаются в дополнительном фосфорном питании томаты, баклажаны, которые слабо усваивают фосфаты при низких весенних температурах. Менее нуждается в фосфорных удобрениях капуста и подсолнечник. Они сравнительно легко усваивают фосфор, поглощая его из почти недоступных для других растений почвенных запасов. Бахчевые, морковь, картофель, свекла, лук хорошо отзываются на внесение в почву калийного удобрения, даже при его наличии в почве 25—30 мг на 100 г обменного калия.

На внесение органических удобрений реагируют все культуры, но лучше всего на них отзывается сахарная свекла, кукуруза, огурцы, лук, баклажаны, перцы. Особенно эффективно внесение высоких доз — 30—100 т/га — перегноя. Но разложение свежего навоза в первый год может мобилизовать почвенные запасы легкодоступных основных элементов питания и вызвать их дефицит для возделываемых культур.

В опытах, проводимых на Николаевской ГОСХОС, во всех изучаемых шести севооборотах внесение двойной дозы органоминеральных удобрений на фоне рекомендуемой увеличивало выход кормовых единиц и переваримого протеина (А.О. Лымарь, 1991). Однако математический анализ показал, что поля этого фактора в

формировании продуктивности 18 %, т. е. рекомендуемая доза удобрений близка к оптимуму (табл. 98). Использование более высоких доз удобрений на фоне рекомендуемых должно тесно увязываться с типом севооборота. Выявлено, что влияние взаимодействия этих двух факторов на изменение продуктивности существенно и составляет 5 % от общего. Более высокая эффективность удобрений отмечена в севооборотах, насыщенных интенсивными культурами — сахарной свеклой, кукурузой, люцерной (севообороты I, II, V, VI).

При разработке системы минеральных удобрений в севооборотах важно учитывать особенности отдельных культур. Например, в севооборотах с посевами люцерны и других бобовых культур уменьшается потребность в азотных удобрениях. Так, после 3—4-х летнего выращивания люцерны запасы азота в пахотном слое увеличиваются более, чем в два раза (Н.Д. Шевченко, В.И. Кобзарь, 1982). Однако все культуры севооборота нельзя в достаточной мере обеспечить азотом за счет биологических источников (Кульбида А., Бородасев В., 1995).

В то же время при высоком уровне подпочвенных вод из почвы вымываются легкорастворимые вещества, поэтому при внесении высоких норм азотных удобрений и во избежание вымывания вносят их в разные сроки. Значительные потери азота могут быть при неправильных поливах, систематическом сбросе орошаемых вод, а также — при мелкой заделке удобрений. В межполивной период при пересыхании верхнего слоя почвы и под воздействием высоких температур азот разлагается до аммиака и теряется. По данным И.М. Нечаевой (1972), такие потери азота могут достигать 30 %. В настоящее время распространено мнение, что целесообразно всю дозу минеральных удобрений, включая и азот, вносить в один прием — под основную обработку (И.М. Попова, 1972, В.И. Остапов, Н.К. Дударь, 1979, В.И. Пасенко, А.В. Чехов, 1982), если площади с тяжелыми и средними почвами готовят под озимые зерновые и кукурузу, а грунтовые воды здесь залегают глубоко. Вместе с тем в производственных условиях не всегда выдерживают сроки предпосевных поливов и сева, обладают необходимым запасом удобрений. Отсюда — необходимость в ранневесенних подкормках озимых азотными удобрениями из расчета не более 30 кг/га. В условиях юга Украины желательно под предпосевную культивацию, считают Е.В. Николаев и др. (1984), вносить не менее 50—75 % рекомендуемой дозы азота, остальные 25—40 % — в рядки при севе и в виде подкормок. Для лучшего использования азота растениями такие подкормки лучше проводить не в зимнее или раиневесеннее время, как на суходоле, а непосредственно перед максимальным потреблением пшеницей азота. Это случается накануне выхода ее в трубку и проведение очередного полива.

Данные научных учреждений и практика хозяйств показывают, что полная переориентация в сроках и технологии внесения удобрений чревата неприятностями. Скажем, отказ от предпосевного внесения туков в пользу подкормок снижает их эффективность на 3—6 ц/га. А вот супесчаные почвы и ведут себя по-другому: высокий уровень подпочвенных вод и внесение 70 % нормы азота в подкормку обеспечивают более высокую их эффективность.

В хозяйствах региона, в частности в Херсонской области, накоплен опыт внесения удобрений и микроэлемеитов с поливной водой (фертизации). Этот прием внедрен на площади около 10 тысяч га (Л.П. Головко, 1984) удобряли так. На дождевальиые агрегаты устанавливают специальный бак для загрузки и смешивання удобреиий. Всю гектарную норму вносят за один-два прохода дождевального агрегата с тем, чтобы при последующих проходах удобрения были смыты с растений с поступили в почву. Преимущество этого способа определяется снижением затрат труда, удлинением периода подкормки, равномерным распределением питательных веществ, повышением урожая на фоне обычной технологии внесения удобрений. Добавим к этому, что указанный способ обеспечивает внесенне удобрений в оптимальные сроки, сокращает количество проходов машин по полю, позволяет удабривать высокорослые посевы.

Значнтельное распространение получает внесение удобрений в рядки при посеве. Этим обеспечиваются растения со слаборазвитой корневой системой легкодоступными элементами. По данным Херсонской селекционной опытной станции бехчеводства, эффективность внесения минеральиых удобрений таким образом возрастает в 2 и более раза (Лымарь А. О. и др., 1994). Гранулированные легкорастворимые удобрения вносят глубже, около рядка.

Заслуживают внимания так называемые "стартовые удобрения", состоящие из всех необходимых элементов питания в начальный период развития растений и вносимые в почву при посеве.

Важная роль в эффективном использовании удобрений на поливных землях принадлежит равномерности их распределения по поверхности поля. Неравномерное внесение удобрений вызывает неодновременное созревание, к примеру, зерна, стимулирует полегание посевов на отдельиых участках, ухудшает качество продукции, ведет к потерям урожая при уборке. В результате неравномерного внесеиия удобрений имеет место резкое снижение урожая ряда культур на фоне равномерного распределения минеральных и органических веществ. Так, выход озимой пшеницы уменьшается на 10,3 ц/га, ячменя — на 4,6 ц/га (А.И. Останин, 1972).

Результаты теоретических исследований, а также производственных опытов, проведенных в агрофирме "Лимаи" Белозерского

Таблица 98. Продуктивность севооборотов в среднем за ротацию в зависимости от фона удобрений и систем обработки почвы

Севообороты (А)	Рекомендуемая суммарная за ротацию доза удобрений*, ц/га			Фона удобрений (В)			
				Рукомендуемый		Двойной	
				Система обработки почвы (С)			
	N	P	K	Отвальная	Безотвальная	Отвальная	Безотвальная
1. Яровой ячмень + люцерна; люцерна; люцерна; сахарная свекла; соя; сахарная свекла	390	330	90	145* / 16,3	140,0 / 16,0	170 / 18,5	161 / 18,1
2. Озимая пшеница с подсевом люцерны; люцерна; люцерна; люцерна; люцерна на 1 укос + кукуруза МВС + соя; озимая пшеница + кукуруза МВС; озимая пшеница + кукуруза МВС	620	390	60	132 / 19,3	147 / 19,5	164 / 21,8	169 / 22,3
3. Озимая пшеница + просо с подсевом люцерны; люцерна; люцерна; озимая пшеница + просо; озимая пшеница + гречиха; озимый ячмень + просо	660	570	60	116 / 14,1	116 / 14,1	128 / 15,5	131 / 16,2
4. Горох + просо; озимая пшеница + просо; озимая пшеница + гречиха; горох + просо; озимый ячмень + просо; кукуруза на зерно	840	770	60	108 / 8,6	112 / 8,9	123 / 9,6	126 / 9,9
5. Тритикале с викой на з/к + кукуруза на з/к с подсевом люцерны; люцерна; люцерна; люцерна на 1 укос + кукуруза МВС с соей; озимая пшени-	710	500	60	150 / 2161	152 / 22,3	168 / 23,7	174 / 24,6

Продолжение табл. 98

Севообороты (А)	Рекомендуемая суммарная за ротацию доза удобрений*, ц/га			Фона удобрений (В)			
				Рукомендуемый		Двойной	
				Система обработки почвы (С)			
	N	P	K	Отвальная	Безотвальная	Отвальная	Безотвальная
ца с викой на з/корм + кукуруза МВС с соей; озимая рожь с викой на з/к + кукуруза МВС с соей							
5. Тритикале с викой на з/к + кукуру-за на з/к с подсевом люцерны; люцерна; люцерна; люцерна на 1 укос + кукуруза МВС с соей; озимая пшеница с викой на з/корм + кукуруза МВС с соей; озимая рожь с викой на з/к + кукуруза МВС с соей	710	500	60	150 21,1	152 22,3	168 23,7	174 24,6
6. Озимая пшеница с викой на з/к + кукуруза на з/к с эспарцетом; эспарцет на 1 укос + кукуруза МВС с соей; озимая рожь с викой + кукуруза МВС с соей; много-компонентные смеси + куку-руза на з/к с эспарцетом; эспарцет на 1 укос + кукуруза МВС с соей; озимая рожь с викой з/к + кукуруза МВС с соей	1060	690	60	158 17,8	166 18,7	175 20,1	190 21,6
$НСР_{05}$ к. ед. ц/га; протеин ц/га	A = 11,2 A= 1,05;	B и C = 6,5; B и C = 0,6;		AB и AC = 16,0; AB и BC = 1,6;		BC = 9,2; BC = 0,9;	ABC = 22,4 ABC = 2,1

Примечания: * числитель — кормовые единицы, знаменатель — переваримый протеин;
** кроме того, за ротацию было внесено навоза 60 т/га. Николаевская ГОСХОС А. О. Лымарь

района Херсонской области (В.А. Ушкаренко, 1984) также подтверждает, что равномерность распределения туков на поле — важный, но слабо использующийся фактор. За счет равномерного распределения удобрений (при внесении их сеялкой СЗ-3,6) не только повышается урожай озимой пшеницы, но и улучшается технологическое свойство зерна. Серийная техника пока не обеспечивает равномерность внесения удобрений. Целесообразно использовать списанные, но лучше приспособленные к выполнению этой операции сеялки. Это даже при минимальном приросте урожая (по 4 ц/га) за счет равиомерностн внесения туков экономически себя оправдывает.

В связи с возрастающим значением промежуточных посевов на орошаемых землях в существующие системы удобрений необходимо вносить необходимые коррективы. После выращивания на орошаемых землях 2—3-х культур в одии год резко снижаются запасы питательных веществ в доступной для растений форме, что отрицательно отражается на урожайности последующих культур.

В отличие от богарных земель в орошаемых почвах наблюдается активный вынос питательных веществ и их восполнение за счет более высоких доз удобрений. Поскольку изменения здесь происходят особенно быстро, агрохимическое обследование почв должно проводиться не реже, чем через каждые пять лет. При этом вносятся и соответствующие изменения в систему удобрений, которая должна способствовать прогрессивному увеличению урожайиости сельскохозяйствеиных культур при сохранении положительного баланса питательных веществ в почве.

3.9. РАЦИОНАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ КУЛЬТУР, ЧЕРЕДУЮЩИХСЯ В СЕВООБОРОТАХ

Поливы — наиболее сильнодействующий фактор интенсификации земледелия, обеспечивающий при оптимальном его использовании высокие прибавки урожая. И здесь определяющую роль отводят режиму орошения. В него включают правильное, с учетом складывающихся погодных условий, определение и распределение во времени количества, норм и сроков полива посевов для обеспечения оптимального водного режима в корнеобитаемом слое почвы в течение вегетационного периода. Благодаря этому обеспечивается эффективное регулирование питательного, солевого и теплового режимов почвы и тем самым повышается ее плодородие, эффективнее используются земельные и водные ресурсы.

Главным условием рационального режима орошения культур, чередующихся в севооборотах, наряду с созданием оптнмальной влажности

в активном слое почвы на протяжение всего вегетационного периода, является равномерное использование во времени оросительной воды.

В наших ранее проведенных исследованиях эффективности влагозарядковых поливов в севообороте установлено, что эти поливы улучшают водный режим почвы в осенний период и частично в течение вегетации за счет создания запасов влаги в глубоких слоях почвы. Эффективны в этом отношении и остаточные запасы продуктивной влаги после выращивания отдельных культур (300—500 $м^3$/га), их также необходимо учитывать.

Позже, проведя стационарный опыт, мы пришли к выводу, что для успешного решения указанной задачи севообороты необходимо уплотнить промежуточными культурами, при выращивании которых поддерживается оптимальная влажность активного слоя почвы, ее поверхность предохраняется от высоких температур в июле и августе растительным покровом благодаря чему эффективно используются остаточные запасы влаги и обеспечивается более весомый дополнительный урожай.

Набор культур в каждом севообороте призван способствовать полному и равномерному использованию воды в течение вегетационного периода. Потребление ее по календарным срокам в течение оросительного периода должно быть более или менее одинаковым, без резких скачков к минимуму или максимуму. При этом наибольшую потребность в воде всего севооборота и отдельных культур следует увязывать с пропускной способностью каналов. Тогда гарантируется рациональное использование влаги и устраняются холостые периоды в работе оросительной системы. Достижению этой цели лучше всего отвечают культуры с длинным вегетационным периодом — сахарная свекла, кукуруза, люцерна, соя, а также озимая пшеница на зерно, озимые на зеленый корм с промежуточными посевами кукурузы, многокомпонентные смеси, зерновые.

Сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на недостаток влаги, особенно в критические периоды их развития (табл. 99), когда даже небольшое обезвоживание клеток растений приводит к снижению урожая (С.Д. Лысогоров, 1975).

При управлении режимами орошения культур необходимо учитывать их критические периоды и недостаток влаги в почве.

Институт орошаемого земледелия провел многолетние исследования по разработке водосберегающих режимов орошения основных сельскохозяйственных культур (В.А. Писаренко, 1993). Эти данные (табл. 101) показывают, что применение уменьшенных на 15—30 % и более оросительных норм возможно без существенного снижения урожая на фоне оросительных норм, обеспечивающих оптимальное водоснабжение растений. Так, зерновые культуры особенно чувствительны

Таблица 99. Критические периоды сельскохозяйственных культур*

Культура	Критический период
Озимые и яровые колосовые	выход в трубку — налив зерна
Кукуруза	за 10—12 дней до выбрасывания — через 20 дней после цветения метелок
Сорго-просо	выметывание метелки — налив зерна
Соя	бутонизация, цветение — налив зерна
Сахарная и кормовая свекла	период интенсивного роста листьев и корнеплодов
Томат	завязывание и рост плодов
Картофель	бутонизация — массовое клубнеобразование
Капуста	нарастание розетки, созревание кочана
Огурцы	плодоношение

* по С.Д. Лысогорову, 1975.

Таблица 100. Оросительные нормы при общепринятом и водосберегающем режиме орошения в год с 75 % влагообеспеченностью*

Культуры севооборота	Оросительная норма, $м^3/га$	
	общепринятый режим орошения Y	водосберегающий режим орошения Y
Люцерна под покровом ярового ячменя	4500	3000
Люцерна	5800	3200
Люцерна	4000	2600
Озимая пшеница	2300	2100
Кормовая свекла	3600	2800
Соя	3100	2800
Кукуруза на зерно	3300	2500
Кукуруза на силос	3000	2500
Кукуруза на зерно	3000	1800
В среднем на 1 га севооборотной площади	3620	2590

*Данные ИОЗ УААН, по В. А. Писареико.

Таблица 101. Эффективность водосберегающих режимов орошения сельскохозяйственных культур региона*

Культура	Режим орошения	Оросительная норма, $м^3/га$	Урожайность, ц/га	Окупаемость поливной воды, $ц/м^3$
Озимая пшеница	оптимальный	2230	66,2	0,3
(среднее за 3 года)	водосберегающий	1870	67,9	0,6
Кукуруза на зерно:				
позднеспелые гибриды	оптимальный	2160	100,4	2,4
(среднее за 10 лет)	водосберегающий	1450	98,3	3,4
Среднеспелые и среднеранние гибриды	оптимальный	2040	99,9	2,8
(среднее за 4 года)	водосберегающий	1410	93,3	3,6
Соя (среднее за	оптимальный	2860	34,6	0,6
4 года)	водосберегающий	2510	34,6	0,7
Сахарная свекла	оптимальный	2530	72,3	0,9
(среднее за 3 года)	водосберегающий	1610	693	1,2
Кормовая свекла	оптимальный	3130	1590	22,8
(среднее за 3 года)	водосберегающий	2290	1505	27,1
Люцерна на з/к и сено:				
2-го года жизни	оптимальный	4000	688	8,1
			171	1,7
(среднее за 4 года)	водосберегающий	1800	586	12,3
			162	2,8
за 2-х летний цикл	оптимальный	9800	1526	13,0
			372	3,4
(среднее за 3 цикла)	водосберегающий	4960	1349	23,1
			347	7,1
Кукуруза на силос	оптимальный	2030	766	19,0
(среднее за 7 лет)	водосберегающий	1280	661	22,0
Картофель: ранний	оптимальный	1650	240	4,2
(среднее за 6 лет)	водосберегающий	1120	232	5,6
среднеранний (среднее	оптимальный	1940	334	6,8
за 3 года)	водосберегающий	1570	338	9,1
среднеспелый (среднее	оптимальный	2340	323	5,8
за 3 года)	водосберегающий	1930	327	9,1

* Данные ИОЗ УААН, по В.А. Писаренко.

к недостатку влаги в фазе выметывания, цветения и налива зерна. В то же время эти культуры без значительного ущерба для урожая переносят недостаток влаги в начале вегетации. На основании этих исследований под зерновые культуры используют небольшие поливные нормы в начале вегетации и создают оптимальную влагообеспеченность в период формирования зерна.

Такой режим орошения при возделывании кукурузы обеспечил экономию до 35 % поливной воды, кормовой свеклы — на 27 и раннего картофеля — на 50 % без существенного снижения урожая. Дифференцированное предполивное дождевание и глубокое увлажнение почвы при вегетационных поливах позволяет оптимизировать режимы орошения культур в севообороте и снизить удельные затраты поливной воды на гектар севооборотной площади.

Принципиально новый подход к разработке режимов орошения мы применили на посевах люцерны, учитывая буферность ее в севооборотах. Последнее заключается в следующем. Люцерна является одной из наиболее требовательных к влаге культур. В орошаемых севооборотах она занимает до 33 % посевной площади. По данным научно-исследовательских учреждений, оросительная норма люцерны 2-го года жизни в среднем составляет 5200—5800 м^3/га с распределением на два полива под каждый укос. Анализ продуктивности по укосам показал, что за счет первых двух поливов получают до 70 % общего урожая при затрате 30 % оросительной нормы. Основная же ее (70 %) расходуется на получение только 30 % урожая люцерны в 3 и 4 укосах, причем в период максимальной потребности других культур севооборота в поливной воде. Наши исследования привели к выводу: на полях с глубоким залеганием грунтовых вод можно без снижения продуктивности сократить оросительную норму и число поливов люцерны, ограничившись влагозарядковым поливом нормой 1000—1200 м^3/га и тремя вегетационными поливами по 650—700 м^3/га под 2, 3 и 4 укосы. В этих условиях люцерна за счет использования влаги из глубоких слоев почвы при дефиците ее в верхних слоях обеспечивает высокую урожайность (в перерасчете на сено 130 ц/га). Значительная экономия оросительной воды, крайне необходимой для полива других культур севооборота (сахарной свеклы, сои, кукурузы).

Культуры-предшественники оставляют после себя разное количество влаги в почве. Оптимальный режим орошения невозможен без учета остаточной влаги и естественного увлажнения за период вегетации. Так, оросительная норма озимой пшеницы после люцерны на 350—400 м^3/га больше, чем на площадях, где выращивалась слюсная кукуруза. При размещении сахарной свеклы после люцерны оросительная норма увеличивается на 250 м^3/га, а после сои —

Таблица 102. Уровень водопотребления в севооборотах (в среднем за ротацию)*

Показатели	Севообороты		
	полевой с сахарной свеклой	зерно-кормовой	кормовой
Суммарное водопотребление, $м^3/га$	6588	6900	6856
Средняя оросительная норма, $м^3/га$	3438	3416	3463
Коэффициент водопотребления, $м^3/ц$ к.ед.	42,7	56,1	42,5

*Данные Николаевской ГОСХОС за 1981—1986 гг., А. О. Лымарь.

уменьшается на такое же количество. Остаточный запас продуктивной влаги в метровом слое почвы после капусты поздней, промежуточных посевов овощных культур превышает этот показатель на участках с другими предшественниками на 350—500 $м^3/га$.

Наши исследования доказали: в полевом свекловичном севообороте поливная вода используется весьма эффективно, здесь ее затраты на 1 ц сбалансированных по протеину кормовых единиц 42,7 $м^3/га$ (табл. 102).

Кормовые севообороты с высоким удельным весом кормовых культур и пожнивных посевов имеют большое суммарное водопотребление, но коэффициент водопотребления у них несколько меньший, чем у севооборота с двумя полями сахарной свеклы и значительно ниже, чем в зерно-кормовом севообороте.

Наряду с этим следует отметить, что еще далеко не использованы агротехнические возможности экономии поливной воды при выращивании сельскохозяйственных культур. Как показывает практика орошаемого земледелия, здесь еще имеются большие резервы.

На Николаевской ГОСХОС в результате многофакторных стационарных опытов в севооборотах различной специализации была определена роль отдельных факторов в формировании урожайности на орошаемых землях. Оказалось, что взаимодействие орошения и некоторых агротехнических приемов значительно. Правильно направляя его к нужному максимуму, можно поднять урожайность отдельных культур почти в 2 раза и на такую же величину уменьшить коэффициент водопотребления.

К числу эффективных в этом отношении факторов относится прежде всего система удобрений. Улучшение режима орошения повышает отдачу удобрений, их действенность не снижается даже в дозах, двукратно превышающих рекомендованные. По данным Кири-

ченко В. П. (1989), прибавки урожая орошаемых культур при двойных дозах удобрений по отношению к рекомендуемым достигают 20—30 %. Что же касается коэффициента водопотребления, то по сравнению с рекомендованной дозой удобрения он снижается у озимой пшеницы — до 10 %, у сахарной свеклы до 15—20 %, у кукурузы на зерно — до 20—30 %. По сравнению с неудобренным фоном коэффициенты водопотребления снижаются в 1,5—2 раза.

В опытах с сахарной свеклой повышенные дозы органоминеральных удобрений усиливали эффективность орошения следующим образом: при влажности почвы на уровне 60 % НВ — на 12 %, 70 % НВ — на 20 % и при 80 % НВ — на 26 %. В условиях производства оптимальное сочетание этих двух факторов довольно часто нарушается. Вот почему проектная урожайность достигается перерасходом нормативных доз удобрений или — поливной воды. Последнее более опасно, потому что приводит к интенсивному истощению плодородия почвы, ухудшению мелиоративного состояния оросительных систем.

Одностороннее наращивание доз минеральных удобрений лишь до определенного предела уменьшает коэффициент водопотребления. Это же относится и к окупаемости удобрений. Поэтому экономия поливной воды должна быть тесно увязана с экономией других ресурсов, прежде всего — минеральных удобрений и энергии. Учитывая это, а также последствия внедрения интенсивных технологий, важное место в исследованиях отводим дробному внесению удобрений. Результаты опытов довольно интересны.

Так, опыты, проведенные на Николаевской ГОСХОС, указали на то, что за счет дробного внесения удобрений, в частности азотных, не увеличивая их общей дозы, можно дополнительно повысить урожай озимой пшеницы на 5—7 ц/га и при этом уменьшить коэффициент водопотребления еще на 10—15 % (Кириченко В. П., 1991).

В наших исследованиях при насыщении севооборотов промежуточными культурами коэффициент водопотребления снижается на 15—20 % и более ввиду увеличения выхода продукции с единицы севооборотной площади, налицо более рациональное использование поливной воды.

Существенный фактор снижения затрат поливной воды — оптимальный подбор культур и сортов, построение на этой основе рациональной системы севооборотов.

В орошаемом земледелии особая роль отводится культурам и сортам интенсивного типа, способным хорошо отзываться на поливы. До последнего времени к ним относили сорта и культуры, формирующие высокий урожай в течение всего периода вегетации.

Таблица 103. Урожайность и водопотребление кукурузы молочно-восковой спелости в зависимости от сроков сева*

Сроки вегетации	Урожай, ц/га	Суммарное водопотребление, м³/га	Коэффициент водопотребления, ц/га		
			зеленой массы	к. ед.	переваримого протеина
Основной посев	587	3790	64,5	372,0	4225
Поукосный посев (после люцерны на 1 укос)	542	3045	56,5	284,0	3780
Пожнивный посев (после озимой пшеницы на зерно)	484	2270	46,1	228,0	3120

*Данные Николаевского НПО "Элита" за 1982—1985 гг., А. О. Лымарь.

Однако такой подход исключал из высокоурожайных сорта и культуры с коротким вегетационным периодом, хотя именно им принадлежит пальма первенства относительно продуктивности за единицу времени, к тому же они отличаются и более усиленными темпами водопотребления, сокращающими производительные расходы влаги на испарение.

В условиях интенсификации земледелия возделывание культур короткой ротации позволяет перейти на 2—3-х урожайную систему в год, резко увеличить отдачу орошаемого гектара, более рационально использовать поливную воду. В отдельные годы, когда отрицательное воздействие оказывала воздушная засуха, ее последствия снижали предуборочные поливы, если речь идет о кукурузе на силос. Орошение в этом случае замедляло темпы высыхания массы и в то же время было определенной влагозарядкой для возделывания последующих культур. Стационарными опытами Николаевской ГОСХОС подтверждено: промежуточные культуры в севообороте существенно увеличивают выход продукции с единицы площади.

Кстати, Николаевская ГОСХОС в настоящее время остается единственной в стране точкой, где ведутся селекционные работы по выведению скороспелых и ультраскороспелых сортов крупяных культур для выращивания в пожнивных посевах на орошаемых землях. В ряде областей Украины уже проходит государственное сортоиспытание первый такой сорт проса— Пожнивное 84. Он отличается тем, что формирует урожай за 60—65 дней, эффективно используя влагу и остаток тепло-энергетических ресурсов после возделывания основной культуры. При урожайности, превышающей стандарт на 2,5—3 ц/га, он характеризуется меньшим значением

коэффициента водопотребления, суммарное водопотребление его также ниже на 30 %.

Определенный интерес в качестве элемента влагосберегающей технологии представляет использование соломы как удобрения. Этот прнем оказался эффективным (прибавки урожая 4—6 ц/га) в сочетании с повышенными дозами минеральных удобрений, безотвальной обработкой почвы и включением в севооборот промежуточных культур, которые, как уже отмечалось, сами по себе уменьшают коэффициент водопотребления. Этому способствует и солома, проявляющая прежде всего мульчнрующее действие. Она уменьшает испарения из почвы, препятствуя возникновению почвенной корки и смыву почвы и удобреиий. В конечном счете активизирует микробиологические процессы.

Миоголетние исследования Николаевской ГОСХОС, инициатора шнрокого внедрения щелевания на юге Украины, свидетельствуют о том, что данный прием под культуры орошаемого севооборота предопределяет степень водопроницаемости почвы, равномерность распределения и расходования влаги. Так, при возделывании сахарной свеклы щелевание увеличило водопроницаемость почвы в 3,7 раза (данные за 8 лет). Через 2 часа после полива посевов этой культуры на участках со щелеванием почва увлажнилась на 80—90 см, а без щелей — только на 40—60 см. Как результат, при щелевании запас влаги удерживался более длительный период, а расходовался он в основном на транспирацию, не испаряясь из почвы.

В среднем за 12 лет исследований прибавка урожая от щелевання в зависимости от культуры составляла 15—22 %, экономия оросительной воды в перерасчете на единицу урожая — 8—12 %.

Таким образом, наши исследования показывают, что значительные резервы экономии поливной воды связаны с совершенствованием структуры посевных площадей. Именно совершенная структура позволяет эффективно использовать осадкн и остаточные запасы влаги, оптимально решать проблему сортов и гибридов, брать на вооружение эффективные технологические приемы возделывания сельскохозяйствеиных культур. Этот путь также ведет к снижению коэффициента водопотребленнн и получению высоких урожаев прн минимальных расходах оросительной воды.

В заключение следует отметить, что оптимальный поливной режим сельскохозяйственных культур в севообороте включает остаточные запасы влаги в почве и пополнение естественных атмосферных осадков таким количеством поливной воды, которые обеспечивают благоприятные условия по влажности почвы в критические периоды развития каждой культуры.

3.10. ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ СОРНЯКОВ, ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ

В самом начале развития земледелия люди столкнулись с необходимостью защищать культурные растения от сорняков, вредителей и болезней. Способы и методы такой защиты от примитивных и единичных в далеком прошлом доросли в наши дни до интегрированных систем.

Интегрированные системы предусматривают сочетание различных методов охраны урожая на фоне высокой агротехники его выращивания и учета критериев численности вредных — полезных видов. Такая целенаправленная работа тесно увязывается с зональными системами земледелия и направлена на получение максимальных урожаев при минимальных затратах на защитные мероприятия с одновременным снижением их отрицательного влияния на окружающую среду. Основное внимание здесь уделяется использованию организационно-хозяйственных и агротехнических приемов — внедрению устойчивых сортов; биологических методов защиты; рациональному применению пестицидов на основе экономических порогов вредоносности; учету численности вредных и полезных видов (А. Ф. Ченкин и др., 1990).

Интегрированные системы должны все время совершенствоваться на базе новых результатов исследований, особенностей зональной агротехники, накопленного опыта в применении более совершенных и эффективных препаратов. Непрерывное улучшение интегрированных систем защиты растений — один из важнейших факторов экологизации современного земледелия. Трудность защиты культурных растений от сорняков, вредителей и болезней заключается в том, что в процессе эволюции сорные растения стали обладать большей конкурентоспособностью в части семенной продуктивности, вегетационного размножения выработки сильных адаптивных качеств. В то же время у них растянутый период покоя семян, которые долгие годы не теряют всхожести и энергии прорастания. Сорные растения устойчивы к неблагоприятным погодным условиям.

Вред, наносимый сорняками культурным посевам, невозможно переоценить. Сорняки способствуют распространению вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, ограничивают уровень урожая, наносят большой ущерб тем культурам, которые не в силах конкурировать с ними в первую половину лета. Речь идет прежде всего о кукурузе на зерно, сое, сахарной свекле и др.

Орошение, как уже упоминалось, создает благоприятные условия для развития всех растений, но особенно — сорняков. В условиях поливоз развитие сорняков приобретает особенности, которые значительно изменяют степень их размножения и распространения. В частности, повышается кустистость, многие сорняки дают большое колнчество семян. Кроме того, происходит постепенное закономерное изменение видового состава сорных растенний (С.Д. Лысогоров, В.А. Ушкаренко, 1981). В полевых севооборотах преобладают влаголюбивые, приспособленные к временному переувлажнению. Из малолетннков распространены просянки, щирица обыкиовенная белая, щитнинк сизый и зеленый, лебеда и др. Из многолетних корнеотпрысковых сорняков наиболее вредоносны осот розовый, молокан татарский, вьюнок полевой и др.

Сорняки, затеняя и уплотняя посевы, тормозят развитие культурных растений, удлиняют уборку урожая, снижают его товарные качества. Сорняки, растущие на откосах оросительных каналов, увеличивают фильтрационные потери в 1,5—2 раза. Эти же сорняки превращаются в опасные очаги распространения сорной растительности.

Наиболее сильный вред сельскохозяйственным культурам причиняют те из них, развитие которых совпадает с периодами развития культурных растений. Посевы озимых культур засоряют такие зимующие сорняки, как гулявник высокий, дескурения Софьн, пастушья сумка, подмаренник цепкнй, ярутка полевая. До наступления зимы они образуют розетки прикорневых листьев, перезимовывают, а весной, обгоняя культурные растения в росте, наносят им ощутимый вред. В посевах ранних яровых культур и изреженных посевах озимых весной появляются холодостойкие яровые сорняки — горчица полевая, гречишка вьюнковая, дымянка полевая, марь белая, осот огородный и другие.

Сельскохозяйственным культурам на орошаемых землях наибольший ущерб причиняют поздние яровые сорняки, которые развиваются во второй половине лета, когда прекращается уход за посевамн.

Посевы пропашных культур засоряют теплолюбивые поздние яровые сорняки. Среди них ежевник обыкновенный, паслен черный, портулак огородный, просо куриное, белая, жминтовндная, запрокинутая щирицы, сизый, зеленый и другие щетинники, семена которых начинают прорастать при температуре почвы 8—10 °С. Повторяющийся ежегодно цикл развития позднпх яровых сорняков позволяет им беспрепятственно обсеменяться, увеличнвая и без того высокую засоренность почвы. Разработка и применение эффективных мер борьбы с сорняками, которые развиваются во второй половине лета на орошаемых землях, является главной задачей земледелия.

Исключительно злостные и трудноискоренимые корнеотпрысковые многолетники. Это осот розовый, осот полевой (желтый), вьюнок полевой и другие. Наряду с семенным размножением, эти растения обладают способностью к сильно выраженному вегетативному размножению корневой порослью (корневыми отпрысками). Это приводит даже к сплошному засорению полей, поскольку сорняки наиболее жизнеспособны, избавиться от них в течение года или с помощью отдельных приемов практически невозможно. Уничтожаются они комплексом агротехнических и химических приемов, направленных на истощение корневой системы.

Вред, причиняемый сорняками культурным растениям, проявляется в разнообразных формах. Уже во время всходов сорные растения опережают культурные в росте и развитии и к моменту появления всходов последние затеняют их. Поэтому с первых дней жизни возделываемым растениям часто не хватает света. А если солнечному лучу не пробиться к листу — растение не развивается. Каждый день затенения молодых растений сахарной свеклы сорняками вначале снижает сбор корней на три, а затем на пять и более центнеров с гектара. Подрастая, сорняки наносят культурным растениям прямой ущерб, отнимая у них влагу, питательные вещества. Формируя более быстрыми темпами наземные органы, сорные растения с хорошо развитой корневой системой первыми используют улучшенные условия питания, создаваемые земледельцем для культурных растений. В благоприятные годы из-за сорняков недобирается 2—5 ц/га зерна колосовых культур, а в засушливые годы — 8—10 ц/га (Веселовский, 1981).

Если озимая пшеница на формирование 1 ц зерна и побочной продукции выносит из почвы 3,2 кг азота, 1,0 кг фосфора и 2,4 кг калия, то осот розовый (при наличии 1 растения на квадратном метре) — 4,7 кг азота, 1,1 кг фосфора, 5,4 кг калия. В орошаемых условиях сорняк потребляет при такой же засоренности в 1,5 раза больше питательных веществ (табл. 104). Сорняки забирают из почвы в 2—4 раза больше воды, чем культурные растения. На образование 1 кг сухого вещества озимая пшеница расходует из почвы 513 кг воды, кукуруза и просо — 225—300, тогда как марь белая — 801, амброзия полынолистная — 948 кг. Следовательно, засоренность посевов оказывает губительное действие на водный режим почвы.

На орошаемых землях для ликвидации засоренности посевов овощебахчевых культур затрачивают от 150 до 700 чел.-ч/га, зерновых колосовых и технических культур — 150—175 чел.-ч. И, несмотря на это, потери урожая от сорняков достигают 15—30 %. (Г. А. Филиппов, 1985).

Таблица 104. Потребление питательных веществ сорными растениями для формирования наземной массы при орошении (в г на 100 г абсолютно сухого вещества)*

Сорные растения	Всего	В том числе		
	NPK	N	P_2O_5	K_2O
Гречишка вьюнковая	7,56	2,85	1,24	3,47
Горчица полевая	6,06	2,51	1,04	2,51
Гулявник высокий	6,86	3,41	1,14	2,31
Дескурения Софьи	5,80	3,14	0,76	1,90
Демьянка лекарственная	6,19	2,43	0,72	3,04
Крестовник обыкновенный	6,27	2,75	0,78	2,74
Лупичка оттопыренная	7,59	2,50	1,65	3,44
Марь белая	7,07	1,88	0,99	4,20
Молочай лозный	5,36	2,70	0,79	1,87
Мышей зеленый	4,20	0,58	0,73	2,84
Осот огородный	5,98	2,40	0,57	3,01
Осот полевой	6,42	2,29	0,70	3,43
Осот розовый	5,13	2,20	0,63	2,30
Паслен черный	7,53	3,46	0,94	3,13
Пастушья сумка	7,31	2,48	1,46	3,37
Подмаренник цепкий	6,77	2,37	0,90	3,50
Просо куриное	5,81	2,15	0,51	3,15
Резеда желтая	6,29	3,92	0,68	1,69
Щавель курчавый	6,46	2,87	0,80	2,79
Щирица запрокинутая	7,81	2,97	0,94	3,90
Средний показатель	6,42	2,59	0,90	2,93

*Данные Николаевской ГОСХОС, А. О. Лымарь и др., 1988.

Сорные растения не только снижают урожай, но и ухудшают его качество: уменьшают содержание белка в зерне, сахара в корнеплодах, жира — в семенах масличных культур, витаминов — в овощах и бахчевых.

Во всех странах мира ежегодно потери зерна от сорняков таковы, что этого количества хватило бы на год стране с населением 100 млн человек (Котт, 1961). По определенню ряда иностранных авторов, ежегодные потери урожая от сорняков в мировом земледелин составляют 10—15 % (М. Ф. Лупашко, 1989).

По данным И.И. Либерштейна (1973), полученным в Молдавии за 10 лет (1961—1970 гг.) в полевых опытах недобор урожая от сорняков по сравнению с участками, где систематнчески и своевременно велась борьба с ними, составил: кукурузы — 8,8, сахарной свеклы 65, подсолнечника 2,2, сои — 2,4 ц/га.

Вредоносность сорняков определяется количеством нх в посевах. Степень засоренности устанавливается по трехбальной шкале, а именно: 1 балл — слабая степень, соответствующая наличию малолетних сорняков не более 10 и — многолетних до 1 шт./м^2; 2 балла — средняя степень — малолетних от 10 до 50 н многолетних — до 3 шт./м^2; 3 балла — сильная степень — малолетних более 50 и многолетних более 3 шт/м^2. На основании этого составляется карта засоренности полей с указанием их видового состава. В табл. 105 приводятся данные о недоборах урожая прн различной засоренности полей.

Учитывая актуальность борьбы с сорняками в посевах орошаемых культур, нами разрабатывалась соответствующая интегрированная система. В шести короткоротационных севооборотах с различной структурой посевов и бессменном возделывании пшеницы изучалось влияние систем основной обработкн почвы, доз минеральных удобрений, режимов орошения, структуры посевов.

Было доказано, что количество сорняков в посевах сельскохозяйственных культур существенно изменяется под влиянием предшественника, структуры севооборота, способов обработки почвы, удобрений.

Более 30 % всех затрат в земледелии направляется на уничтожение сорняков. Эта довольно хлопотная работа в условиях орошаемого земледелия сводится к осуществлению комплекса взаимосвязанных организационных, предупредительных, агротехнических, химических и других мероприятий. Выполнение их должно обеспечивать лучшее развнтие культурных, угнетение и уннчтожение сорных растений.

Организационные мероприятия предусматривают осуществление работ, связанных с обследованием полей на засоренность и разработку эффективных мер по уничтожению сорной растительности в каждом поле. Обследование колосовых культур сплошного сева проводится в начале фазы полного кущения, пропашных — перед первой и последующими междурядными обработками, зернобобовых — при высоте растения 10—15 см, полей сахарной свеклы — до появления первого настоящего листа.

Таблица 105. Недобор урожая при различной степени засоренности посевов

Культура	Недобор урожая при разной степени засоренности посевов, %		
	слабая	средняя	сильная
Озимые зерновые	< 3	3—5	> 5
Яровые зерновые	5—7	7—10	> 10
Кукуруза	5—7	7—10	> 10
Подсолнечник	5—8	8—12	> 12
Сахарная свекла	5—8	8—12	> 12
Томаты, капуста (посевные)	10—15	15—20	> 20
Томаты, капуста (рассадные)	5—8	8—12	> 12

Предупредительные мероприятия. Основная масса семян сорняков возвращается на поля двумя путями вместе с плохо очищенными семенами культурных растений и с навозом. По данным Николаевской ГОСХОС, в одной тонне навоза КРС двухгодичного срока хранения содержится 220—230 тысяч семян сорных растений. При внесении 10 тонн навоза на гектар завозится более 2 миллионов семян сорняков или 200 — на квадратный метр. Чтобы избежать такого засорения полей, навоз необходимо вносить в почву с соблюдением технологии его приготовления.

Ученые и специалисты на протяжение многих веков искали и разрабатывали различные методы борьбы с сорняками. В современных условиях в системе интегрированной защиты растений от сорняков главное место отводится агротехническим приемам, особенно сейчас, когда высокая стоимость гербицидов и хроническая нехватка средств ставят хозяйства в исключительно сложное положение.

Фитоценотический подход к борьбе с сорняками основан на создании в агрофитоценозах более благоприятных условий для культурных растений с тем, чтобы они сами подавляли рост и развитие сорняков. Из фитоценотических методов борьбы с ними особо важная роль принадлежит научно обоснованным севооборотам, их звеньям. Использование севооборота в данном случае основывается на различном составе сорняков в отдельных агрофитоценозах и их неодинаковой способности конкурировать с культурными растениями. Это позволяет регулировать фитоценотическую среду подходящим чередованием культур, целенаправленно создавая неблагоприятные условия для развития сорняков.

В настоящее время севообороты с правильным, с точкн зрения борьбы с сорняками, чередованием культур — широко применяемый н самый дешевый метод поддержания чистоты пашни.

Правильно разработанные структура посевных площадей и чередование культур в севообороте с учетом бнологических н агротенических особенностей агрофитоценозов сннжают до мннимума засоренность полей. Так, на Николаевской ГОСХОС (1980—1987 гг.) изучалн (А.О. Лымарь, П.П. Островчук, В.А. Ищенко, Л.М. Верещагин, 1988) влияние различных агротехнических прнемов на засоренность посевов сельскохозяйственных культур. В связн с этим исследовали тип севооборотов, разлнчное нх насыщение зерновыми, кормовымн и промежуточными культурами; системы основной, отвальной и безотвальной обработки почвы общепринятыми орудиямн на рекомендуемую глубину для каждой культуры; системы внесения минеральных удобренн. Одновременно определяли взанмосвязь всех этих факторов. В конечном итоге было установлено, что после прохождения первой ротации севооборотов потенциальная засоренность пахотного слоя почвы семенами сорняков уменьшилась в 2,5—3 раза (табл. 106). Это обусловило и слабую фактическую засоренность полей после первой ротации — максимальный процент имели зерновые, зернокормовые севообороты и бессменные посевы озимой пшеницы (табл. 107). Из таблнцы видно, что потенциальная засоренность полей находится в тесной связи с типом севооборота. Во всех севооборотах нанболее засорен семенами сорняков слой почвы 0—10 см. Но этот показатель, если обратиться к специализированным севооборотам, довольно подвижен. Так, в свекловичном севообороте количество сорняков достигает 23,3, в стопроцентном зерновом — 24,8, а в бессменных посевах озимой пшеницы — 32,4 тыс. шт. на 1 м^2. В меньшей степени засорены зернокормовые (17), кормо-зерновые (15) н кормовые севообороты (16).

Существенные различия в засоренности полей обусловлены степенью насыщенн севооборотов пожннвными и поукосными культурами (табл. 108). Закономерность здесь такова: чем больше удельный вес этих культур в севообороте, тем меньше засоренность посевов. Особенно четко это вырнсовывается, когда сравниваем засоренность бессменных посевов озимой пшеницы и тех же посевов, прерываемых пожнвиой культурой (табл. 109).

Промежуточные посевы, как дополнительное звено в севообороте, не только пополняют пронзводство зерна, кормов, но выполняют и санитарную роль, очищая почву от семян сорняков. Это происходит благодаря дополнительным обработкам площадей и отчуждению с поля вместе с урожаем необсеменнвшихся сорняков. Именно поэтому потенциальная засоренность почвы снижается, поля в короткий

Таблица 106. Потенциальная засоренность полей в зависимости от типа севооборота и системы обработки почвы после первой ротации севооборотов (1981—1986 гг.)*

Тип севооборота, % насыщения культурами	Обработка почвы	Количество семян сорняков в пахотном слое почвы, тыс. шт./м²			
		0—10	10—20	20—30	0—30
Зерновой (100)	отвальная	24,8	23,7	18,9	67,4
	безотвальная	23,9	19,0	9,4	52,3
Зерно-кормовой (67 + 33)	отвальная	17,4	21,5	15,6	54,5
	безотвальная	20,5	18,4	9,7	48,6
Кормо-зерновой (50+50)	отвальная	15,0	20,7	17,1	52,8
	безотвальная	19,2	16,7	9,8	45,7
Кормовой (100) без люцерны	отвальная	17,6	18,6	16,4	52,6
	безотвальная	20,5	15,8	9,2	45,5
Кормовой (100) с люцерной	отвальная	16,0	19,8	15,7	51,5
	безотвальная	18,9	15,2	10,1	44,2
Свекловичный (33)	отвальная	23,3	24,1	21,0	68,4
	безотвальная	27,5	22,9	16,7	67,1
Бессменный посев оз. пшеницы	отвальная	32,4	44,2	32,5	109,1
	безотвальная	35,6	26,5	23,5	85,6
Бессменный посев оз. пшеницы + кукуруза МВС	отвальная	18,3	20,7	16,1	55,1
	безотвальная	20,4	18,5	10,5	49,4

* Николаевская ГОСХОС А. О. Лымарь и др., 1988.

Таблица 107. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур после первой ротации севооборотов (среднее по полям севооборотов)*

Типы севооборотов		Фактическая засоренность ко времени уборки культур, шт./м²			
по специализации	по степени насыщения укосными и пожнивными посевами, в %	всего	злаковые	двухдольные	из них осот
Зерновой	83,4	14,2	2,9	11,3	1,0
Зерно-кормовой	50,0	12,5	3,8	8,7	0,5
Кормо-зерновой	50,0	10,4	2,7	7,7	0,3
Кормовой	100	6,1	2,0	4,1	0,1
Кормовой	50	9,7	2,1	7,6	0,2
Свекловичный	0	9,2	3,5	5,7	0,2
Бессменный посев оз. пшеницы	0	10,9	0,6	10,3	0,5
Бессменный посев оз. пшеницы, прерываемый пожнивной кукурузой	100	6,0	0,4	5,6	0,2

* Николаевская ГОСХОС А. О. Лымарь и др., 1988.

Таблица 108. Влияние севооборотов, системы обработки почвы и удобрений на засоренность полей после первой ротации севооборотов (1981—1986 гг.)*

Севооборот, % насыщения культурами	Обработка почвы	Доза NPK	Количество сорняков, шт./м²				Сухой вес, г/м²			
			всего	злаковых	двудольных	в т. ч. осота	всего	злаковых	двудольных	в т. ч. осота
Зерно-кормовой	отвальная	рекомендуемая	1263	3,2	9,1	0,5	47,4	11,6	37,8	5,4
(67 + 33)		двойная	10,0	2,6	8,0	0,4	60,6	16,8	42,8	8,8
	безотвальная	рекомендуемая	14,9	4,4	10,5	0,6	49,0	15,1	43,9	8,2
		двойная	13,1	5,1	8,0	0,7	77,3	25,3	52,0	9,1
Кормовой	отвальная	рекомендуемая	12,3	3,6	8,7	0,1	45,3	13,9	21,4	5,4
(100 %)		двойная	9,8	3,0	6,8	0,2	63,5	16,2	47,3	5,6
	безотвальная	рекомендуемая	13,4	4,6	8,5	0,3	46,1	14,8	41,3	5,3
		двойная	11,5	5,1	6,4	0,2	66,2	21,0	45,2	4,3
Кормо-зерновой	отвальная	рекомендуемая	10,3	1,5	8,8	0,4	43,9	3,7	40,2	8,7
(50+50)		двойная	9,1	1,2	7,9	0,3	58,4	3,0	55,4	9,8
	безотвальная	рекомендуемая	12,2	4,2	8,0	0,3	44,5	15,4	39,1	8,1
		двойная	10,0	3,9	6,1	0,2	60,1	18,0	42,1	5,9

* Николаевская ГОСХОС А. О. Лымарь, 1988.

Таблица 109. Засоренность посевов озимой пшеницы (шт./1 м²) в зависимости от типа севооборотов и обработки почвы после первой ротации (1981—1986 гг.)

Тип севооборота	Система обработки почвы	Всего	Яровые		Озимые и зимующие	Многолетние
			ранние	поздние		
Зерновой	отвальная	11,7	2,8	3,8	2,7	2,4
	безотвальная	12,1	3,6	2,9	2,4	3,2
Зерно-кормовой	отвальная	7,5	2,9	1,7	1,4	1,5
	безотвальная	9,2	2,8	3,3	1,5	1,6
Кормо-зерновой	отвальная	6,0	2,1	2,5	0,7	0,7
	безотвальная	7,0	2,7	2,8	0,9	0,6
Бессменный	отвальная	12,9	3,0	2,9	3,6	3,4
	безотвальная	13,8	3,4	2,7	3,9	3,8
Бессменный посев с пожнивной кукурузой	отвальная	7,0	2,4	3,0	1,2	0,4
	безотвальная	5,8	2,2	2,7	0,7	0,2

срок избавляются даже от такого злостного сорняка как осот. Кроме того, интенсивно развивающиеся промежуточные посевы хорошо конкурируют с сорными растениями, подавляя их и уменьшая тем самым потребление ими влаги и питательных веществ из почвы. Возделывание в пожнивных посевах гречихи, рапса и других быстрорастущих культур, под пологом которых подавляются сорняки, довольно результативно. Засоренность полей после промежуточных посевов снижается в 1,4—1,8 раза.

В исследованиях ИОЗ УААН (В.И. Остапов и другие, 1987) выращивание пожнивной кукурузы и горохо-овсяной смеси, рапса, сурепицы снижало засоренность последующих культур в 1,5—1,6 раза и в 1,5—3 раза уменьшало количество семян сорняков в пахотном слое почвы по сравнению с возделыванием одной пшеницы без пожнивных культур. В опытах Молдавского института орошаемого земледелия и овощеводства (Г.А. Филиппов, 1985) томаты, капуста и кукуруза, размещаемые на участках после овощного гороха, снижали засоренность почвы в 5—10 раз.

В борьбе с вредителями, возбудителями болезней растений трудно переоценима роль промежуточных посевов. Они, в частности, ведут к нарушению исторически сложившегося цикла размножения вредителей. Закономерно, что в ряде случаев поукосные посевы ка-

пустных культур не повреждаются блошкой, а горох при позднем сроке сева — гороховой зерновкой.

Важным приемом борьбы с сорияками стало введеиие в полевые севообороты кормовых культур. В их посевах сорняки иаходят благоприятные условия. Оии растут вместе с культурными растениями. При уборке травостоя на кормовые цели сорняки удаляют вместе с основным урожаем. Причем, в то время, когда они еще не достигли фазы созревания. Тоже наблюдается при укосах (люцерна, эспарцет, суданская трава и др.) когда прорастающие сорняки удаляются с полей до фазы созревания. Главная роль в комплексе мер по уничтожению сорной растительности в севооборотах отводится посевам люцерны, занимающим в наших севооборотах более 30 % пашии. Своевременное и качественное скашивание люцерновых травостоев, послеукосная обработка полей, как средство борьбы с сорняками, положительно сказываются на снижении их засорениости.

По нашим данным, засоренность посевов возрастает по мере удаления культуры от поля люцерны. Так, например, если в посевах первой культуры после люцерны засоренность в период кущения составляла 35 шт./м^2, в посевах второй культуры — 83, то в пятом поле севооборота уже насчитывалось 113 шт./м^2.

Важным средством очищения полей от сорняков являются основная и предпосевная обработка почвы, она проводится с учетом биологических особенностей культур, целей их возделывания, экологнческой специфики региона и др.

Многими учеными признается важная роль глубокой пахоты в борьбе с сориякамн (В.Р. Вильямс, 1947, С.А. Костин, 1969; С.Д. Лысогоров, 1981 и др.). Однако имеются и такие соображения, что при глубокой вспашке семена сорных растений, попавшие в более глубокие слои, консервируются и дольше сохраняют свою жизнеспособность. В опытах, проведенных нами в совхозе "Городнй Велетень", глубокая отвальная вспашка под овощные культуры снижала засоренность посевов в среднем на 30 % с довольно большими колебаниями по годам. Уменьшение всходов сорняков при глубокой пахоте отмечалось в течение трех лет после ее выполнеиня.

Ряд ученых и практиков ратуют за проведеине только глубокой основной обработки почвы (28—30 см), считая, что только оиа может очнстить поле от сорняков. Однако, анализы результатов ряда опытов показывают, что такой подход далеко не всегда оправдан с точки зрения агротехники, экономики. Значит, в севообороте целесообразно изменять глубину обработки почвы в зависимости от конкретных условий.

Изучая влияние разноглубиинои вспашки на засоренность сахарной свеклы, А.А. Дорошенко (1972), установил, что в среднем за три года на варианте, где проводилась разноглубинная вспашка (20—22 см под озимую пшеницу и 30—32 см под сахарную свеклу), перед началом прорывкн свеклы на 1 м^2 было 70 сорняков, а на варианте с одноглубиинои обработкой (30—32 см) — 102.

В системе основной обработки почвы на орошаемых землях все более широкое распространение получает плоскорезная обработка. При отвальной обработке семена сорняков распределяются в пахотном слое более равномерно, а при плоскорезной — скапливаются в верхнем горизонте. Располагаясь ближе к поверхности почвы, весной они более интенсивно прогреваются и появляются ранние дружные всходы, которые легче и полнее уничтожаются предпосевной обработкой.

Нашнми нсследованиями выявлеио значительное влиянне различных систем основной обработки почвы (разноглубинной отвальной и безотвальной) на потенциальную засоренность пахотного слоя и распределение семян по его профилю. Так, если в самом верхнем слое почвы (0—10 см) в целом по всем севооборотам отмечается тенденция к большей засоренности при безотвальной обработке почвы, то уже в слое почвы 10—20 см наблюдается противоположная картина. В слое 20—30 см количество сорных семян прн безотвальной обработке почвы в 1,5—2 раза меньше, чем при отвальной. В целом же отвальная и безотвальная обработка почвы не оказывала существенного влияния иа фактическую засоренность севооборотов и отдельных полей (табл. 110).

Лущение стерни — важное средство очищения полей от сорняков и улучшения качества самой зяблевой обработки. Проведение этого агроприема до вспашки на зябь в 1,5—2 раза уменьшает засоренность посевов яровых культур и на 20—25 % повышает их урожайность на фоне ранней вспашки без предварительного лущения. При запаздывании с лущением на 10 дней засоренность увеличнвается втрое.

Осенние влагозарядковые поливы в сочетанни с обработками почвы считаются эффективным экологически чистым прнемом борьбы с сорной растительностью и вредителями. Они провоцируют прорастание сориых растений, которые уничтожаются осенней обработкой почвы или гибнут от зимних заморозков. Даже при поздиих осенних влагозарядковых поливах посевы оказываются менее засоренными, так как семена сорняков дружнее прорастают ранней весной и в большем количестве уиичтожаются при предпосевной культивации.

Таблица 110. Количество сорняков в посевах пропашных культур при разных способах основной обработки почвы и дозах удобрений (в среднем за 1985—1986 гг.)

Культуры	Перед первой междурядной обработкой				Перед второй междурядной обработкой			
	отвальная		безотвальная		отвальная		безотвальная	
	при рекомендуемой дозе, шт./м^2	при двойной дозе, шт./м^2	при рекомендуемой дозе, шт./м^2	при двойной дозе, шт./м^2	при рекомендуемой дозе, шт./м^2	при двойной дозе, шт./м^2	при рекомендуемой дозе, шт./м^2	при двойной дозе, шт./м^2
Сахарная свекла после люцерны	102,1	109,1	139,4	112,6	16,4	15,0	22,9	16,9
Сахарная свекла после сои	81,5	76,3	93,7	81,5	15,1	14,2	17,3	15,7
Кукуруза на зерно после оз. ячменя + пожнивное просо	12,1	10,3	19,8	14,2	5,1	3,6	4,8	4,0
Соя после сахарной свеклы	8,3	8,1	8,9	8,3	1,6	1,4	2,9	2,1

Следует заметнть, что вегетационные поливы в начальный период развития растений, в мае, не всегда благоприятно сказываются на росте последних, но обязательно усложняют условия работы, направленной на уничтожение сорной растительности и, особенно таких сорняков как лебеда, щирица, куриное просо и др. А вот влагозарядка, отодвигая на более поздние сроки проведение первого вегетационного полива, создает хорошие предпосылки для избавлеиия полей от сорной растительности с помощью орудий рыхления почвы. Кроме того, при влагозарядковых поливах удлиняется межполивной период без ущерба для развития культурных растений. На этом фоне засоренность посевов снижалась в 2,5—3 раза. Проведенные опыты, кроме того, подтвердили: влагозарядковые поливы в более ранние сроки в августе-сентябре, способствуют лучшему очищению полей от сорняков (А.О. Лымарь и др., 1967).

Предпосевной полив тоже снижает засоренность поля в 8—10 раз по сравиению с контролем, где полнв ие проводился. Цель этих

поливов — иакопление достаточного количества влаги в верхних, до 30—50 см, слоях почвы для получения дружных всходов, обеспечения нормального роста растений на ранних этапах их развития. В зависимости от дефицита влаги в почве поливная норма может колебаться от 250 до 400 м^3/га.

Отметим, что хозяйства Каховского района Херсонской области увеличили удельный вес среднераннеспелых гибрндов до 75 % и провели предпосевные поливы на участках, отведенных под кукурузу на зерно. Это позволило провести борьбу с сорияками агротехническими методами и отказаться от применения гербицидов, одновременно — перенести проведение первого вегетационного полнва на более поздние сроки. Применяя эту технологию, земледельцы обеспечили в 1989 и 1990 гг. более 70 ц зерна кукурузы на каждом из 8000 га. Влагозарядковые или предпосевные поливы на засоренных полях позволяют установить в допосевный пернод своеобразную систему "орошаемого черного пара", обеспечивающего уничтожение сорняков.

Надо не упускать из виду, что влагозарядковые поливы активно подавляют жизнедеятельность многих вредителей, в частности тли, трипса, паутинного клещика и т. п. Интересно, что П.В. Старов (1934), В.В. Яхонтов (1934) отмечают: зимние влагозарядковые поливы, испытанные в Америке и в нашей стране, сопровождались гибелью зимующих в почве жуков фитономуса.

Н.И. Чернова (1952—1954 гг.), исследуя на Валуйской опытно-мелноративной станции выживаемость долгоносиков фитнномуса и тихиуса, также установила, что гибельное воздействие влагозарядковых поливов иа значительную часть упомянутых вредителей.

Высокий эффект в борьбе с сорняками достнгается при обработке полей по типу поливного полупара в следующей последовательности: лущенне — вспашка с прикатыванием — полив с целью провоцирования всходов сорняков — чизелевание. В наших опытах полупаровая обработка снизила засоренность пахотного слоя почвы за один сезон в 9 раз.

При проведении влагозарядкового полива до вспашки последняя может значительно повлиять на интенсивность испарения. Как результат, влаги в почве остается меньше, чем при поливе после обработки и урожай снижается.

Но полив после вспашки требует дополнительно обработать зябь осенью. Тогда выравнивается поверхность поля, разрыхляется верхиий, уплотнившийся после полива слой почвы. Это способствует не только сохранению полученной вследствие орошення влаги, но и иакоплению ее за счет лучшего впитывания выпавших осадков.

Поскольку наблюдается значительное уплотнение почвы при проведении влагозарядкового полива более глубокая обработка ее в весенний период, до посева, способствует увеличению урожайности размещаемых здесь культур.

Скажем, чизелевание на глубиину 16—18 см после весеннего боронования зяби, то есть за несколько дней до предпосевной культивации, повышало урожай томатов на 11—13 % на фоне обработки поля культиватором на 10—12 см (А.О. Лымарь, 1968).

Опытами определены приемы, необходимые для уничтожения многолетних сорняков. Это — лущение дисковыми лущильниками на 8—10 см с целью измельчения корневой системы; полив нормой 400 $м^3$/га для ускорения отрастания розеток и побегов многолетних сорняков, лучшего поступления в них гербицидов; опрыскивание гербицидами против корнеотпрысковых сорняков (2,4 Д аминная соль в дозах 3—5 кг/га, корневищных (фозилад — 6—8 кг/га); послойная обработка поля через 15 дней — сначала на 15—18 см, а затем — на 25—30 см с последующими культивациями по мере появления побегов. Такая схема обработки позволяет очищать поля от многолетних сорняков практически за один сезон Г.А. Филиппов, 1985).

По данным ИОЗ, на юге Украины весьма перспективным приемом борьбы с корнеотпрысковыми и однолетними сорняками можно считать выращивание на одной площади трех урожаев в год — озимая рожь на зеленый корм + поукосная кукуруза на зеленый корм + овес на зеленый корм. Хорошо и качественно проведенная обработка почвы, мощный травостой культурных растений подавляют осот розовый, горчак ползучий и другие однолетние сорняки. Корнеотпрысковые сорняки в поукосных посевах кукурузы уничтожают при необходимости и аммиачной солью 2,4 Д, лонтрелом — 300 и др.

Кстати, безукоризненное качество посева и посадки с соблюдением прямолинейности рядков, окучиванне посевов кукурузы, подсолнечника, томатов, капусты, арахиса — также надежный путь к избавлению от сорняков. Как, впрочем, и своевременное боронование посевов кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы, бахчевых и других культур. По данным Белоцерковской опытно-селекционной станции, на поле сахарной свеклы, где не применяли бороны, оказалось 112 всходов на $м^2$, на посевах с одним боронованием — 77, с двумя — 41 и с тремя — всего 27.

Исключительно высокоэффективно применение боронования на кукурузных плантациях. По даниым Молдавского научно-исследовательского института селекции кукурузы, установлено, что лучшие результаты дает боронование за 3—4 дня до появления всходов и после их появления, в фазе 1—2-х и 4—5 листьев. Каждое боронование уничтожает 64—89 % проросших и прорастающих сорняков.

Важным средством против сорняков остается допосевное и послепосевное прикатывание почвы. Этот агроприем по данным Ставропольской селекционно-опытной станции, создает оптимальные условия для уничтожения сорняков. После прикатывания почвы на посевах кукурузы на квадратном метре взошло 118 сорняков, а там, где обошлись без катков, всего 42 сорных растения. Но после проведения культивации на вариантах с прикатыванием вновь появилось только 35 всходов сорняков на 1 $м^2$, а где прикатывание не проводилось — 69. Аналогичные закономерности наблюдались нами при подготовке почвы к посеву бахчевых и других культур.

Принято считать, что пропашные культуры в севообороте очищают поля от сорной растительности. Но это получается тогда, когда на полях своевременно и достаточно качественно выполняются агротехнические требования. В противном случае пропашные культуры из почвоочищающих превращаются в почвозасоряющие. Надо сказать, что последнее чаще случается во второй половине вегетации, когда необходимые агроприемы вовсе не проводятся или осуществляются с большим опозданием.

Массовое появление сорняков во второй половине вегетации на посевах бахчевых культур, кукурузы, подсолнечника ведет к неоправданному расходу влаги, питательных элементов и, в конечном счете,— к снижению продуктивности растений. В этих условиях создаются на многие годы запасы семян сорняков в почве.

Еще один эффективный способ противостояния сорнякам на площадях пропашных культур — расширение междурядий посевов без ущерба для урожая. Так, расширенне междурядий при посеве бахчевых культур до 210 см и более позволило увеличить обрабатываемую площадь культиваторами, повысив при этом производительность труда, и снизить засоренность посевов на фоне междурядий в 140 см на 53,2 %. Аналогичные результаты нами были получены при возделывании томатов с расширением междурядий до 140 см.

Необходимо строго вкладываться в оптимальные сроки сева. Часто в годы с прохладной и затяжной весной семена теплолюбивых культур размещают в недостаточно прогретой и плохо очищенной от сорняков почве. В ней они долго прорастают, всходы появляются с опозданием и неодновременно, а сорняки в это время усиленно растут, угнетая молодые еще не окрепшие культурные растения. Правда, кукуруза, соя, суданская трава, бахчевые, обладают высокой пластичностью по отношению к срокам сева. По данным М.Ф. Лупашку (1989) в центральной зоне Молдавии кукурузу посеялн 15—20 апреля, получилн 351 ц зеленой массы с гектара. При севе 5—10 мая — по 346, а 20—30 — 347 ц. В этом отношении накоп-

лен большой производственный опыт КСП "Украина" Очаковского района Николаевской области, когда поле содержат в паровом состоянии и высевают кукурузу в конце мая — начале июня, собирают урожай зеленой массы, не уступающий ранним срокам сева. Аналогичные результаты на бахчевой плантации имело в 1995 году опытное хозяйство Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства. Посевы арбузов, посеянные на площади 32 га, не требовали ручной прополки. Здесь ограничились проверкой и прорывкой всходов, обеспечив урожай на уровне ранних сроков сева.

Полевая всхожесть бобов, сои, посеянных 9—15 апреля, когда среднесуточная температура почвы на глубине 5 см достигала 6,6—7,4 °С, составила 56—64 %, а при севе 4—9 мая, при температуре в зоне размещения семян 14,4—18 °С, полевая всхожесть возросла до 70—85 %.

Проведение сева в оптимальные для конкретных культур сроки оставляет время на культивацию по очистке поля от сорняков, всходы появляются в срок, растения развиваются интенсивнее и сами успешно противостоят сорнякам. Все это говорит о том, что сроки сева необходимо определять не только на основе биологических особенностей растений, но и реальными перспективами подготовки и очистки почвы от сорной растительности, фактическим состоянием почвы.

Росту сорняков существенно препятствует загущение посевов до оптимального предела при условии равномерного размещения растений на площади. Совместные посевы кормовых культур, а также — кукурузы, посеянной сеялкой СЗС-2,1, являются эффективным способом борьбы с сорняками. Такие посевы создают мощный травостой, угнетающий сорную растительность. В наших опытах посевы ржи, пшеницы и тритикале с викой на зеленый корм при уборке снижали удельный вес сорняков в 4—5 раз на фоне чистых посевов этих злаковых культур.

В условиях орошения противостояние невозможно ограничить целенаправленными агротехническими приемами, они органически вписываются в комплекс, предусматривающий применение и химических средств — гербицидов, биологически активных веществ. Сегодня производится достаточное количество гербицидов, позволяющих уничтожить сорняки в посевах практически всех сельскохозяйственных культур. Важным условием применения гербицидов является точность дозировок и равномерность их распределения на обрабатываемой площади. При этом применительно к местным условиям, возделываемым культурам и сортам, почвам, орошению, способам полива важно уточнять дозы гербицидов. На почвах с высоким содержанием гумуса и заправленных в больших дозах органиче-

скими удобрениями дозы гербицидов могут быть более высокими, чем на бедных, легких по механическому составу. Прежде чем вносить гербициды, необходимо определнть запас семян сорняков в почве. Если на гектаре насчитывается более 50 млн семян сорняков, чувствительных к данному гербнциду, его применение считается целесообразным (А. К. Лысенко н др., 1987). При меньшем количестве внесение гербицидов экономнчески неоправдано.

Важным условнем повышения эффектнвностн прнменення гербицидов почвенного действия является: тщательно выравненная, хорошо разделанная поверхность поля.

Орошение создает условия для более полной реалнзации потенциальных возможностей почвенных гербнцидов нбо оно активизирует нли снижает их фитотоксичность. Это корректируется путем изменення норм и сроков полива. Прн длнтельной засушливой погоде, полнв нормой 250—300 $м^3$/га активизирует внесенные в почву гербициды.

В целях повышення эффективности использования гербицидов заслуживает внимания новый способ нх внесення с поливной водой — гербигация. При таком способе внесення используют жидкне препараты, как трефлан, эрадикан, тимам, фюзилад н др. Оптимальный температурный диапазон их эффектнвного действия прн 12—25 °С.

Под сельскохозяйственные культуры следует прнменять гербнциды, действие которых не выходит за пределы года, что устраняет их отрнцательное последействие на другие культуры севооборота.

Сочетание в севообороте агротехнических методов протнвостояния сорнякам с химическимн дает высокнй эффект (Кутузов, Каныгин, Каменева, 1986). На протяжении одной ротацин в кормовом севообороте под воздействнем агротехнических меропрнятий произошло, снижение засоренностн полей на 100 шт./$м^2$, или на 53 %. Оставшийся уровень засоренностн почвы в севообороте снижает урожайность кормовой свеклы до 65 %, кукурузы до 40, зернофуражных культур до 10 %. Уменьшнть засоренность кормовых культур в севообороте, как показали исследования можно с помощью гербицидов. Прн совместном примененнн агротехническнх н химическнх средств засоренность в конце первой ротации севооборота составнла 27,6 растення на квадратный метр и снизилась по сравнению с исходным состоянием на 87,7 %. В конце второй ротацин сниженне засоренности достнгло 97,6 %.

Протнводействне сорнякам на посевах люцерны имеет свою специфику, которую следует учитывать. В начальный период растения люцерны медленно растут, слабо конкурируют с сорняками и изрежнваются под их покровом. Для уничтожения сорняков на люцерне

необходима тщательная подготовка почвы к посеву, допосевное и послевсходовое боронование легкими боронами, ранний "санитарный" укос травостоя и другие агротехнические приемы необходимо оптимально сочетать с применением химических средств защиты.

Высокоэффективно в этом отношении предпосевное внесение гербицида в дозе 4,5—6 л/га (80 % к. э.). Технология его внесения заключается в опрыскивании поверхности почвы с последующей заделкой на глубину 6—8 см. Уничтожение двухдольных сорняков в посевах люцерны проводится путем опрыскивания ее посевов в фазе 1—2 тройчатых листьев гербицидами 2.4ДМ в дозе 2,5 кг/га (80 в.р.п.) или базатраном при температуре воздуха до 25 °С. От обработки базатраном продуктивность посевов люцерны повышалась на 36,3 %.

Высокоэффективными приемами в снижении засоренности орошаемых земель является проведение посевов люцерны, на которых и при необходимости гербициды рационально применяются, проводятся укосы с соблюдением высоты среза растений, послеукосные рыхления поля, повышая ее ценность как предшественника для многих сельскохозяйственных культур.

Химический метод противостояния сорнякам разработан в деталях для отдельных культур (А.К. Лысенко, И.И. Либерштейн, Н.Г. Николаев и др.). Этот метод и в перспективе будет играть определенную роль. Но следует заметить, что под благовидным предлогом возделывания пропашных культур без применения ручного труда гербициды, инсектициды, фунгициды применялись, бессистемно. Это нередко приводило к угнетению и даже гибели посевов последующих в севообороте культур. Но отступление от рекомендованных технологий и доз случалось не только по незнанию или нерадивости конкретных специалистов и исполнителей. Материально-техническая база для орошения и применения химических средств защиты растений во многих случаях не отвечала установленным санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям. Увлечение химическими препаратами, как и отступление от правил из-за низких технических возможностей, приводило к искусственному созданию определенной диспропорции отдельных элементов и звеньев экосистемы агроландшафта.

Наши и зарубежные ученые доказали негативное воздействие на микрофлору почвы химических препаратов при многократном и неправильном их применении, которое может проявляться в течение длительного времени. Исходя из этого, необходимо решительно делать все для более рационального использования пестицидов, регуляторов роста растений, гербицидов и минеральных удобрений, гарантированно предотвращать нежелательное последствие вынужденного применения этих препаратов.

На сегодня остается важным вопросом разработка теоретических и практических основ взаимодействия гербицидов и почвы, поиск приемов, исключающих накопление остатков пестицидов в почве и продуктах урожая, которые превышали бы допустимые нормы. Неотложная задача — разработка эффективных методов деструкции этих остатков, как и более совершенных способов применения малых доз гербицидов на основе ленточной, подпочвенной технологии.

Основное условие внедрения интегрированного метода — определение биологического и экономического порогов вредоносности сорняков. Биологический порог вредоносности сорняков характеризуется тем их количеством, при котором начинается снижение урожая и ухудшается качество продукции растениеводства. Если засоренность ниже биологического порога вредоносности, нет необходимости добиваться абсолютного очищения посевов, так как это не рентабельно. Экономическому порогу вредоносности сорняков соответствует такой уровень засоренности, при котором затраты на уничтожение сорной растительности покрываются стоимостью сохраненного урожая.

В заключение отметим, что для борьбы с сорняками, разработаны высокоэффективные профилактические агрономические и химические меры борьбы. Они должны применяться комплексно, своевременно и на высоком агротехническом уровне. Только в этом случае представится реальная возможность оптимизировать формирование урожая культивируемых агрофитоценозов. Важно правильно определиться в борьбе с сорняками, чтобы свести к минимуму использование гербицидов, повысив этим их эффективность и безопасность для человека, природы.

3.1.1. СИСТЕМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОРУДИЙ

Интенсивное орошаемое земледелие немыслимо без определенной системы технических средств, четкой, эффективной организации механизированных работ, предусмотренных технологиями производства сельскохозяйственной продукции и учитывающих фактор времени по всей технологической цепочке.

Перечень орудий для основной и предпосевной обработки и их назначение показаны в табл. 111. Подчеркнем: система машин для комплексной механизации растениеводства предусмотрена пооперационными проектами возделывания сельскохозяйственных культур. Она рассчитана на дальнейшее эффективное использование сельскохозяйственной техники, основанное на рациональной организации работы агрегата в поле, которая преимущественно выполняется в процессе его движения.

Таблица 111. Машины для основной и предпосевной обработки почвы

Назначение машины	Название и марка машины	Краткая техническая характеристика					
		Агрегатируется с тракторами класса Н	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Масса, кг	Нормативная годовая выработка, га
Лущение стерни, разделка пласта многолетних трав и залежей, измельчение глыб и уход за парами.	Лущильник дисковый прицепной ЛДГ-10А	30	6,5	10...12	4...10	1955	1690
Паровая и основная обработка почвы, предпосевная обработка легких по механическому составу почв.	Широкозахватный культиватор-плоскорез КПШ-9	50	6...8	10	7...18	2144	1100
Вспашка почв под зерновые и технические культуры.	Плуг четырехкорпусный навесной ПЛН-5-35	30	0,76	1,4	до 20	710	460
Вспашка почв не засоренных камнями, с удельным сопротивлением до 0,009 МПа.	Плуг навесной пятикорпусный ПЛН-5-35	30	1,75	1,7	30	80	570
Ярусная (послойная) вспашка солонцовых почв с целью их улучшения.	Плуг ярусный навесной ПТН-3-40	50	1,2	1,2	до 45	1770	320
Безотвальная обработка пласта многолетних трав.	Орудие для безотвальной обработки пласта многолетних трав ОПТ-3-5	30 и 50	2...3,5	2,6...4,6	5...16	825...1225	600

Продолжение табл. 111

Назначение машины	Название и марка машины	Краткая техническая характеристика					
		Агрегатируется с тракторами класса Н	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Масса, кг	Нормативная годовая выработка, га
Предпосевная и основная обработки почвы с сохранением на ее поверхности пожнивных остатков для защиты от ветровой эрозии.	Культиватор противоэрозионный КПЭ-3.8	30	2,6	3,8	5...16	1075	600
Обработка почвы после уборки пропашных культур.	Борона дисковая тяжелая БДТ-7,0 — до 1985 г.	50	5,6	7,0	20	3500	1000
	Борона дисковая тяжелая двухследная с 1985 г.	50	10	7...10	20		1200
Раздел пласта и разбивка комьев, предпосевная обработка зяби и лущение стерни.	Борона дисковая двухследная гидрофицированная прицепная БД-10	50	8,5	10	до 10	3700	1530
Разработка пластов, поднятие плугами на суходольных землях.	Борона дисковая тяжелая БДТ-3,0	30	1,7...2,2	3,0	до 25	1850	
Вспашка почв под зерновые и технические культуры.	Плуг полунавесной корпусный ПТК-9-35	50	2,9	315	до 30	2730	910

Назначение машины	Название и марка машины	Краткая техническая характеристика					
		Агрегатируется с тракторами класса Н	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Масса, кг	Нормативная годовая выработка, га
Безотвальная обработка почвы взамен зяблевой и весенней пахоты, глубокое рыхление на склонах и паровых полях.	Плуг чизельный ПЧ-4,5	50	2,2—3,0	4,5	20—45	1860	600
Вспашка почв под зерновые и технические культуры.	Плуг восьмикорпусный полунавесной ПЛН-4-35	30	0,76	1.4	до 30	710	460
Выравнивание микрорельефа поля перед посевом с одновременным боронованием.	Выравниватель препосевной ВП-8	30 и 40	5...6,8	6 и 8	—	1525	—
Выравнивание неровностей, образовавшихся в процессе основной и предпосевной подготовки почвы.	Выравниватель почвы навесной ВПН-5,6	30	2,8	5,6	10...16	808	
Послойная основная обработка почвы без оборота пласта под посев озимых культур и под повторные посевы кукурузы, трав и др.	Агрегат почвообрабатывающий комбинированный АКП-2,5	30	2,1	2,5	10...16	2000	500

Назначение машины	Название и марка машины	Краткая техническая характеристика					
		Агрегатируется с тракторами класса Н	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Масса, кг	Нормативная годовая выработка, га
Рыхление почвы без оборота пласта по фону зяби или весновспашка на засоленных землях, а также для разбивки комьев и глыб, образовавшихся при вспашке с целью создания мелкокомковатого слоя почвы для посева риса и зерновых в зоне орошаемого земледелия.	Культиватор фрезерный КФГ-3,6	30	2,1	2,5	10...16	2000	500
Транспортировка и поверхностное (сплошное) внесение минеральных удобрений, слабослежавшихся известковых материалов и гипса.	Разбрасыватель минеральных удобрений и извести РУМ-8 (доза внесения 0,4—6,0 т/га, грузоподъемность — 11 т) — с 1985 г.	30	до 25	до 17		3310	450
	Разбрасыватель минеральных удобрений и извести 1 РМГ-4						

Назначение машины	Название и марка машины	Краткая техническая характеристика					
		Агрегатируется с тракторами класса Н	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Масса, кг	Нормативная годовая выработка, га
	(доза внесения до 6 т/га и грузоподъемность 4 т) Автомобильный разбрасыватель МХА-7 грузоподъемность 7 т	т/ч	4,5...21,3	10...22		2310	
Транспортировка и поверхностное внесение в почву навоза торфонавозного компоста и др. видов органических удобрений, а также перевозка различных сельхозгрузов.	Прицеп-разбрасыватель органического удобрения ПРТ-16 (доза внесения 20...60 т/га, грузоподъемность 16 т)	50	100 т/ч	6...7		6025	590
Борьба с вредителями и сорной растительностью на посевах зерновых и технических культур путем малообъемного опрыскивания жидкими ядохимикатами. Может работать со всеми применяемыми в сельском хозяйстве пестицидами, используемыми в	Опрыскиватель навесной вентиляторный ОН-400-3 (вместимость резервуара 400 л, расход рабочей жидкости	30	40	75	—	372	320

Назначение машины	Название и марка машины	Краткая техническая характеристика					
		Агрегатируется с тракторами класса Н	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Масса, кг	Нормативная годовая выработка, га
виде растворов, суспензий и эмульсий.	100...182 л/га)						
Противоэрозионное внесение и осеннее рыхление полей, покрытых стерней и другими растительными остатками, с целью сохранения влаги в почве, заделки семян сорняков и падалицы культурных растений без значительного разрушения стерни, сглаживание поверхности поля после предшествующих обработок.	Борона игольчатая гидрофицированная прицепная БИГ-3А	30 и 50 (в сцепке)	6...20	3	4...8	1100	
Предпосевное и послепосевное прикатывание почвы, разрыхление верхнего и уплотнение подповерхностного ее слоев, разбивка комьев, разрушение корки и частичное выравнивание поверхности вспаханного поля.	Каток кольчато-шпоровой прицепной ЗККШ-6	14...30 (в сцепке)	6...8	6	—	1735	
Рыхление почвы и выравнивание поверхности поля, разбивание комков, уничтожение всходов сорня-	Борона зубовая тяжелая БЗТС-1,0	14...50 (в сцепке)	1,2	1	6	42	200

Продолжение табл. 111

Назначение машины	Название и марка машины	Краткая техническая характеристика					
		Агрегатируется с тракторами класса Н	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Масса, кг	Нормативная годовая выработка, га
ков, боронование всходов зерновых и технических культур на повышенных скоростях (до 12 км/ч).	Борона зубовая БЗСС-1,0	14...50 (в сцепке)	1,2	1	до 6	35	200
Мелкое рыхление почвы под посев мелкосемянных культур, выравнивание микрорельефа, разрушение корки, образовавшейся после дождя или полива, уничтожение сорной растительности.	Райборонка трехзвенная облегченная ЗОР-0,7	6 и 14 (в сцепке)	1,4	2,2	2...4	37	210
Прикатывание почвы до посева, одновременно с посевом или после посева с целью подъема влаги из нижних слоев к горизонту,	Каток водоналивной гладкий ЗКВГ-1,4	6...50	—	4			280
заделка семян и выравни-ванне поверхности поля.	Каток водоналивной прицепной СКГ-2	14		5,5		280	

*Данные Ю.П. Лингард, А.М. Алехин и др., 1987 г.

Отметим, что за сезон трактор может проходить сотни километров, причем часть этого пути выпадает на полезную работу (вспашка, культивация и т. п.), а часть — на переезды с поля на поле, повороты и т. п. От соотношения полезного пути и пройденного вхолостую зависит производительность агрегата.

Необходимо отметить, что потери рабочего времени из-за недостатков в организации движения агрегата по полю внешне незаметны или как бы естественны, но они не менее реальны, чем простои, связанные с поломками машин.

Данные Института механизации и электрификации сельского хозяйства показывают, что рациональное комплектование агрегата и организация движения оптимального агрегата по полю позволяют повысить его производительность на 20 % и уменьшить расход топлива до 10 %.

Нет слов, здесь очень много зависит от мастерства механизаторов. Оно складывается из умения подготовить к работе агрегат, а в поле — правильно выбрать направление его движения, рабочий режим, умело, без потерь времени осуществлять повороты.

В подготовку агрегата к работе следует обязательно включать комплектование его таким набором машин, который обеспечивал бы наиболее полное использование мощности двигателя и других его технико-экономических возможностей.

Но любой агрегат покажет себя с наилучшей стороны только на правильно подготовленном поле. Такая подготовка включает в себя выбор направления движения агрегата, разбивку поля на загоны, отбивку поворотных полос. При подготовке поля к уборке комбайном необходимо обкосить углы участка, произвести прокосы вдоль границ делянок на поворотной полосе. Это позволит в 5—6 раз сократить затраты времени на повороты и холостые переезды, увеличить выработку комбайна на 15—20 %.

Строгая прямолинейность движения агрегата по полю — начало успеха. Как показали исследования, даже незначительные отклонения от прямолинейности (на 5—10 °) приводит к снижению производительности на 10—15 %. Повторим: все эти операции, определяющие, в конечном итоге, окончательный результат, зависят от квалификации механизатора, его, скажем так, совести. Так, выработка агрегатов, управляемых трактористами первого класса, на 15—20 % выше, чем тех, за рулем или рычагами управления которых трактористы-машинисты третьего класса.

Эффективному использованию техники предшествует правильное комплектование агрегатов совмещающих выполнение операций планируемых работ, от которых в дальнейшем будет зависеть регулировка и настройка агрегата на работу, культура его эксплуатации.

3.2.1. КОМПЛЕКТОВАНИЕ АГРЕГАТА И ЕГО РАБОТА ПРИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Перед началом работы пахотного агрегата в зависимости от длины гона поле разбивается на загоны отбивается поворотная полоса. Ширина поворотной полосы для агрегата с плугом ПН-3-35 принимается равной 9—10 м, с плугом ПН-4-35 — 10—12 м, с плугом ПЛН-5-35 — 12—18 м, с плугом ПЛН-6-35 — 16—20 м, с плугом ПЛН-8-35 — 18—20 м.

При вспашке агрегатами, в которых плуги с обычными корпусами, рекомендуемая скорость движения — 5—8 км/ч, со скоростными — 8—12 км/ч.

Таблица 112. Рациональное агрегатирование обрабатываемых орудий с тракторами при осиовной обработке почвы

Марка трактора	Марка земледелашущих агрегатов
К-700, К-701	ПН-8; ПТК09-35; П2-4,5
Т-150, Т-150К	"Труженик"; ПЛН-5-35; ПЛН-6-35; П2-4,5
ДТ-75М, Т-74	"Труженик", "Пахарь"; ПЛН-5-35; ПЛН-6-35 (в пятикорпусном варианте)
ЮМЗ-6ЛС; МТЗ-80; МТЗ-82;	ПКС-4-35;ДКУ-4-35;ПН-4-35;ПЛН-3-35

3.2.2. КОМПЛЕКТОВАНИЕ АГРЕГАТА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ КУЛЬТИВАЦИИ И РАБОТА НА НЕМ

Для обеспечения постоянного стыковочного междурядья культиваторы соединяются между собой шарнирами и присоединяются к сцепке так, чтобы он располагались симметрично по отношению к центру сцепки.

Перед началом культивации необходимо выбрать направление и способ движения, наметить границы поворотных полос, разбить поле на загоны, провести линии первых проходов.

Наиболее рациональный способ движения агрегатов при культивации — челночный, но его целесообразно применять для маневренных агрегатов. Если направление движения агрегата выбрано под углом к боковым границам поля, то в таком случае наиболее рационально применять диагонально-челиочный способ движения.

Если агрегат работает на коротких гонах, не выезжая за пределы поля, или оснащен широкозахватными средствами, следует использовать способ движения агрегата по полю с перекрытием. Ширину загона в этом случае выбирают равной 10—16-кратной шнрине

Таблица 113. Рациональные составы агрегатов с учетом тягового усилия трактора и условий работы при оптимальных ее режимах

Марка трактора	Марка сцепки	Марка культиватора	Число культиваторов	Минимальная длина гона, м	Рабочая скорость, км/час
К-700, К-701	СП-16, СП-15	КПГ-4	4	600	до 9
		КПС-4	3	500	
Т-150, Т-150К	СП-11, С-11У	КПГ-4	3	400	7—12
	СП-16 (средняя секция)	КПС-4	2	300	
Т-74, ДТ-75М	СП-11, С-11У	КПГ-4	3	300	6—9
ДТ-75	СП-16 (средняя секция)	КПС-4	2	200	
МТЗ всех модификаций		КПГ-4			
		КПС-4	1	100	до 12
Т-54 В, Т-70 С		КПН-4			

захвата агрегата с добавлением 20—30 м на перекрытие каждого прохода. Для этого предварительно размечают вешками направление движения. Первый ряд вешек ставят от края поля на расстоянии, равном половине ширины загона, а расстояние между последующими рядами должны быть равны ширине загона.

Ширина поворотной полосы определяется количеством культиваторов в агрегате, то есть шириной захвата, скоростью движения агрегата и применяемым способом движения по полю.

3.2.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИН И АГРЕГАТОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Для полного и эффективного использования опрыскивателей в хозяйственных условиях необходимо правильно выбрать типы машин и оборудования, а затем определить потребность в них.

При химической обработке растений — опрыскивании, аэрозольной обработке и фумигации — можно применять несколько способов движения агрегатов. Однако следует выбирать из них наиболее выгодный для определенной сельскохозяйственной культуры, дающий при данной конструкции машины самые высокие результаты по качеству, производительности и экономичности работы.

Петлевой челночный способ движения можно эффективно применять в том случае, если обеспечить нормальный радиус, а ширина поворотной полосы позволяет агрегату двигаться на максимально допустимой скорости без повреждения растений и механизмов машины.

При этом способе движения рабочий ход с петлевым поворотом многократно повторяется, и длина холостого заезда увеличена. Односторонний челночный способ движения целесообразен там, где одна из поворотных полос по ширине уже, и на ней нельзя развернуть агрегат на установленном радиусе поворота, не повредив растений и механизмов машины. В этом случае агрегат совершает рабочий ход в междурядье в одну сторону, беспетлевой поворот (на зауженой поворотной полосе) с холостым проходом мимо одного междурядья, затем рабочий ход в обратную сторону, петлевой поворот на широкой поворотной полосе и рабочий ход с другой стороны того же ряда.

Беспетлевые способы движения необходимо применять, когда поворотные полосы узкие и не дают возможности повернуть агрегат с нормальным радиусом. Беспетлевые способы движения, комбинированные и с перекрытием, являются наиболее эффективными, так как удельный вес рабочих ходов при этом способе больше. Скажем, если на гонах 100 ...300 м при петлевых способах движения удельный вес рабочих ходов составляет 75...89 %, то при беспетлевых — он возрастает до 82...92 %.

Скорость поворота агрегатов с прицепными орудиями зависит от микрорельефа, радиуса поворота и технического состояния машины. Чем меньше радиус поворота и более изношена техника, тем меньшей должна быть скорость движения агрегата на повороте. При работе на склонах агрегат поворачивают на пониженной скорости, чтобы избежать его заноса и поломок механизмов.

При внесении минеральных удобрений рекомендуется челночный способ движения агрегатов. Если воспользоваться другим способом движения, большая ширина захвата кузовных разбрасывателей, оборудованных дисковыми высевающим аппаратом или резиновым кольцевым метателем, усложнит выполнение следующего прохода и обеспечение нужного перекрытия.

Для поворота агрегата, когда поле примыкает к другим занятым полям, отбивают поворотные полосы шириной 10—15 м. На небольших полях, расположенных кучно, каждый агрегат работает на своем поле. Это исключает излишние потери времени и горючего на переезды с одного участка на другой.

На полях больших размеров целесообразно применять групповой метод работы. Для этого предварительно поле разбивают на загоны. Каждому агрегату отводят площадь, кратную его сменной производительности.

3.2. 4. КОМПЛЕКТОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫ КУЛЬТУР

Рациональные составы посевных агрегатов, применяемых при посеве сельскохозяйственных культур, с учетом условий работы и оптимальной загрузки трактора, следующие:

ДТО-75М + сцепки С-11У, СП-16, СП-16 + сеялка, 2—3 шт.

Т-150, Т-150К + сцепка СП-15, СП-16 + сеялка, 3—4 шт.

К-700, К-701 + сцепка СП-15, СП-16, СП-20 + сеялка, 4—6 шт.

Направление движения агрегата выбирается по максимальной длине склона. В зависимости от состава сеялочного агрегата, размеров поля, его конфигурации на посеве могут применять челночный способ движения и загонный — всвал, вразвал, с перекрытием. Челночный способ движения рекомендуется для агрегата, состоящего из одной или двух сеялок и работающего на поле с длиной гона более 200 м, загонный способ, всвал или вразвал,— для широкозахватных агрегатов на прямоугольных полях больших размеров. Способ движения перекрытием требует наименьшей ширины поворотной полосы, его целесообразно применять на полях квадратной формы или коротких гонах (до 200 метров) и невозможности повернуть агрегат за пределами поля.

До начала сева необходимо отметить вешками линию первого прохода и границы поворотных полос. При посеве гоновым способом, кроме того, размечают границы загонов, принимая за его ширину, 10—20-кратный размер захвата агрегата. Проход тракторов поперек направления сева отмечают следами от колес границы поворотных колес. Ширина поворотной полосы приравнивается к 2—3-кратному размеру захвата агрегата для его движения перекрытием, а для движения сеялочного агрегата другими способами ширина поворотной полосы равна 3—4-кратной ширине захвата посевного агрегата. Его рабочая скорость зависит от состояния поля и может колебаться от 6 до 12 км/ч.

Запрещается делать повороты сеялочного агрегата с опущенными сошниками, так как это может вызвать их поломку. Поворот следует осуществлять только на пониженных скоростях. При работе многосеялочных агрегатов нельзя выполнять крутые повороты, так как это может привести к столкновению сеялок и выхода их из строя.

3.2.5. КОМПЛЕКТОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА АГРЕГАТОВ ДЛЯ УХОДА ЗА ПРОПАШНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

В поле при первом проходе агрегата необходимо проверить правильность расстановки рабочих органов по ширине захвата и по глубине их хода. Готовясь к обработке междурядий шириной 45 см, колесный трактор необходимо снабдить заднимн колесами с узкими

шинами — 9-42. При заездах в рядки трактор нужно направлять так, чтобы проход культиватора или прореживателя совпал с проходом сеялки. При поперечной и продольной обработках агрегат должен двигаться челночным способом.

3.2.6. ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИН ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Временные оросители должны быть нарезаны через 120 м, причем строго параллельно друг другу, имея уклоны, не превышающие 0,003—0,004. При таких уклонах агрегат ДДА—100МА может работать на отсеках канала длиной 100—400 м. Нормальная работа насоса дождевальной машины возможна при расходе из оросителя 120 л/с и глубине воды в канале не менее 30 см. Оросители нарезаются канавокопателями КОР-500, КЗУ-0.3Б, КЗУ-0.5 Б или КПУ-200А в два прохода. Временные оросители для работы агрегата предпочтительнее устраивать в выемке.

Для бесперебойного забора воды в оросителе создается подпор. Для этого поперек канала устанавливают переносные брезентовые или металлическое перемычки. Для плавного движения агрегата дорогу вдоль оросителя планируют длиннобазовым планировщиком, грейдером или волокушами.

Возможная длина отсека в зависимости от уклона оросителя:

Уклон оросителя	0,0004	0,0005—0,0006	0,0006—0,0008
Длина отсека, м	400	250	200
Уклон оросителя	0,0008—0,001	0,001—0,002	0,002—0,003
Длина отсека, м	150	100	50

Опыт эксплуатации дождевальных агрегатов ДДА-100 МА в передовых хозяйствах показал, что наибольшего коэффициента использования агрегата ДДА—100МА во времени (0,7—0.8) можно достигнуть в том случае, когда он весь поливной сезон работает на одном поливном участке. Исходя из этого, минимальная площадь поливного участка должна быть такой, какую можно обслуживать одним агрегатом в течение сезона.

Для полива в ночное время применяется специальное приспособление. Оно сводится к применению схемы освещения агрегата и установке перед лобовым стеклом трактора маятникового сигнализатора.

Чтобы увязать площадь орошения с послеполивными обработками и организовать работу агрегатов на культивации, подкормке, на одном участке целесообразно размещать 2—3 машины. Средняя нн-

тенсивность дождя 0,285 мм/мин. Полив различных сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные, из закрытой сети производится дождевальной машиной "Фрегат" ДМУ-Б572-90, слой дождя за проход 15—120 мм, радиус действия 572 м. В зависимости от набора техники на открытых оросительных каналах используют дождевальную машину фронтального перемещения "Кубань", слой дождя за проход 6—55 мм, ширина захвата 800 м.

3.2.7. ПОДГОТОВКА ПОЛЯ К УБОРКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Подготовка поля включает в себя выявление препятствий, разбивку общей площади на загоны, проведение обкосов, отбивку поворотных полос. Препятствия на полях, где созревает урожай, выявляют за 1,5—2 месяца до начала его уборки и отмечают их вешками.

Гоновый способ движения уборочных агрегатов применяют на прямоугольных участках, имеющих длину гона более 100 метров. Загоны рекомендуется нарезать вдоль вспашки. Ширину загона выбирают в зависимости от длины гона: чем больше длина гона, тем шире загон.

Поля с малой длиной гона или неправильной формы убирают вкруговую, применяя на углах различные виды поворотов — круговой с поворотом "закрытая петля", или круговой с поворотами задним ходом.

Если поле удается разбить на загоны правильной прямоугольной формы, то рекомендуется прокосить загоны по диагонали, а убирать урожай вкруговую. При уборке полеглых хлебов, в зависимости от степени этого неудобства и общего состояния хлебостоя, комбайн пускают против направления полеглости. Можно его вести и по ее направлению, желательно под углом 40—50° к полеглости.

Эффективное использование техники при выращивании основных сельскохозяйственных культур, повышение уровня аграрного производства зависит от многих факторов, но прежде всего — от рачительного отношения к имеющейся в хозяйствах технике. Нужно в любом случае разумно использовать тот технический потенциал, который в руках сельского труженика.

Особое внимание следует обратить на комплектование агрегатов, позволяющих совмещать проведение нескольких операций за один проход с учетом максимальной загрузки мощности трактора. Благодаря этому повышается производительность труда и уменьшается расход горючего, снижается антропогенная нагрузка на почву.

4. РАСШИРЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Орошаемое земледелие выдвигает повышенные требования к оптимизации почвенных факторов, ограничивающих повышение продуктивности растений. Под этим следует понимать процесс, обеспечивающий систематическое воспроизводство элементов плодородия регулированием комплекса свойств почвы.

Искусственное увлажнение позволяет наиболее полно реализовать генетический потенциал интенсивных сортов сельскохозяйственных культур только при оптимальной сбалансированности органического вещества, элемеитов питания в почве.

Многолетний опыт свидетельствует об очень большой пестроте получаемых урожаев в хозяйствах регнона. Как показал анализ, такая картина — результат несоблюдения оптимизации прежде всего почвенных факторов, которые реально влияют на содержание гумуса и питательных веществ в почве.

В настоящее время имеются противоречивые высказывания о связи плодородия почвы с орошением. Некоторые ученые и практики утверждают, что уже на 3—5 год полива темнокаштановые почвы и южные черноземы начинают приобретать значительную физическую солонцеватость. И даже большие дозы виесеиных гипса и органических удобреннй не устраняют этот опасный процесс. Он усугубляется иабухаемостью и заплываемостью почвы катастрофическим падеиием скорости поглощения. Большинство исследователей увязывают это с иарушением динамнки поглощения и расхода почвенного перегноя.

За последние 50 лет в периодической печати опубликоваио огромиое количество работ об изменении свойств почв под действием длительного орошения. Большая часть таких печатных трудов бьет тревогу в умах не только специалистов, но и людей, далеких от рассматриваемой нами отрасли. Обращается внимание, скажем, на то, что физические и химические свойства орошаемых почв вследствие выщелачивания солей в нижние слои, пептизации коллоидов деградируют. В этом убеждают возросшие параметры физико-механических свойств, объемной плотности, сиижение водопрочности агрегатов, резкое падение водопроиицаемости. На этом фоие иаблюдается и выщелачивание почвы, растягиваиие почвеиного профиля за счет смещеиия нижних границ генетических гооризонтов (Рыбина В.В., Рыжева Л.В., 1981; Слингер В.В., 1956, Бурзи К.Е., Красутская Н.В., 1965).

Обращается внимание на показатели физических свойств черноземов и каштановых почв Украины, Казахстана, черноземов центральной черноземной области России и Северного Кавказа (Золотун В.П., Кухтеева К.М., 1971; Ахтерезев В.Н., Лепилин И.А., 1980; Соколовский С.П., 1968; Рыжова Л.В., Рыбина В.В., 1981; Воронин А.И., 1982, Данилова А.Е., 1982).

Деградация физических показателей почв в условиях орошения не прекращается и в том случае, если оно производится хорошей в мелиоративном отношении водой Днепра, Волги, Маныча, Иртыша, Оби (Зборщук Н.С. и др., 1980; Гаудро М.А., Попова Т.В., 1978; Симоненко А.П., 1976). Мало работ, в которых не было бы указаний на негативные изменения физических и химических свойств почв.

Еще более интенсивен этот разрушительный процесс при орошении минерализованными водами (Воротник Т.К. и др., 1973; Корожанов К.Д. и др., 1981; Выжнов-Каратаев И.Н., Филиппова В.Н., 1955). Все эти сведения свидетельствуют о том, что почвы и условия полива подвергаются вторичному, наиболее опасному осолонцеванию, угрожающему физической солонцеватостью.

К. К. Гедройц еще в начале 30-х годов писал, что для развития осолоицевания не обязательна высокая коицентрация солей натрия. Главное, чтобы катионы кальция не мешали внедрению натрия в почвенный поглощаемый комплекс. Это происходит тогда, когда карбонаты кальция выщелочены из верхних слоев почвы и они в свободном состоянии не присутствуют в почве. Не в меньшей степени ухудшаются химические свойства и засоление почвы, связанные с нарушением водного режима, подъемом грунтовых вод выше критического уровня. В процессе выщелачивания солей кальция одиовременно происходит уплотиение почвы. После 20 лет орошения отмечается снижение содержания гумуса, водного pH и обменного кальция (Захаров В.А., Леплявченко Л.П., 1980).

Изменение количественного и качественного состава гумуса и сползания его вниз по профилю при орошении отмечает Орлов Д.С. (1980), Розанов Б.Г. (1975).

Об увеличении вторичного осолонцевания, выщелачивания за пределами корнеобитаемого слоя гумуса и легкорастворимых солей в связи с увеличением активности натрия в условиях орошения свидетельствуют работы Хитрова Н.Б. (1981), Полупана Н.И. (1986), Маландина А.П. (1958).

Таким образом, важиейшим фактором отрицательного влияния орошения на почву является выщелачиваиие карбонатов кальция и других нетоксичных солей. В.В. Бутов отмечает, что многообразие влияния извести на почву дает право рассматривать режим карбо-

натов в почве как фокус, в котором центрируется влияние условий жизни почвы и где скрыты причины изменения многих агрономических свойств. В самом деле, ведь в профиле большинства почвенных разновидностей, даже на юге Украины, карбонаты кальция и магния выведены за пределы верхнего полуметрового слоя. А кальций, по выражению Соколовского, охранный страж плодородия почвы, предупреждает ухудшение физических и химических свойств. Благодаря удержанию коллоидов в коогулированном состоянии — предупреждает влияние пептизации.

Поэтому главным вопросом орошаемого земледелия является расширенное воспроизводство гумуса, как интегрального показателя потенциального плодородия, влияющего на питательный, водный, воздушный, тепловой и фитосанитарный режим почвы. В этом плане имеются исследования, показывающие, что при правильном сочетании орошения, агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах почвы региона повышают свое плодородие.

4.1. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЕ ПЛОДОРОДИЕ

Главной задачей обработки почвы в условиях орошения является создание пахотного слоя с хорошими показателями водно-физических свойств, высокой биологической активностью и повышенным плодородием. Многолетние исследования ИОЗ УААН, Николаевской ГОСХОС и других учреждений показали, что этому соответствует разноглубинная обработка почвы безотвальными орудиями. Она является энерго-влагосберегающей и предотвращает эрозию на 20—75 %, повышает инфильтрацию, накопление воды при поливах и осадках. Этому способствует мульчирование поверхности почвы и заделка пожнивных остатков в ее верхний слой.

В то же время при глубокой отвальной вспашке плугом, особенно в начальный период развития, растения обеспечиваются питательными веществами хуже, чем при безотвальной обработке: активная микрофлора верхнего слоя почвы разрушена, а пожнивные остатки и внесенный навоз закладываются на глубину, где их разложение замедляется, как и развитие самих растений в начальный период.

По данным ИОЗ и Николаевской ГОСХОС, запасы влаги весной в метровом слое при безотвальной обработке были выше на 3—21 мм, чем при отвальной. Глубина и способы обработки почвы, как показали исследования, существенно влияют на объемную массу и скваженность почвы. Она была более рыхлой по вспашке и в даль-

нейшем наименьшей (1,26 г/см^3) после плоскорезной обработки на 12—14 см с почвоуглублением до 40 см. Ежегодная разноглубинная плоскорезная обработка обеспечила 1,35 г/см^3, вспашка — 1,31 г/см^3 (В.И. Остапов, А.Ф. Фесенко, Н.М. Малярчук, 1989).

Быстрое восстановление равновесного состояния на темно-каштановой почве объясняется низким содержанием гумуса и невысоким — водопрочных агрегатов. По данным Н.П. Малярчука (1987), в варианте со вспашкой весной под кукурузу на глубину 28—30 см в слое почвы 0—40 см их было 21 %, по плоскорезной обработке на такую же глубину — 20,1 %. К осени содержание водопрочных агрегатов возросло и составило соответственно 22,9 и 23,6 %.

Водопроницаемость почвы — интегральный показатель физического ее состояния. Как показали исследования ИОЗ (1989), скорость впитывания воды почвой в среднем за ротацию севооборота была выше при плоскорезной обработке на 28—30 см (2,46 мм/мин), при вспашке (1,71 мм/мин). Минимальной (0,68 мм/мин) она оказалась на площадях, где применили рыхление плоскорезом глубиной 12—14 см. Отметим, что как осенью, так и весной самая высокая изменчивость водопроницаемости наблюдалась в первый и второй часы. На третьем часу показатели ее выравниваются и приближаются к постоянной величине, оставаясь более высокими при глубоких обработках. Положительное влияние на плодородие почвы оказывает весенняя глубокая ее обработка, особенно на полях, где проводились влагозарядковые поливы. Такой агроприем до посева способствует увеличению количества микроорганизмов, нитратов в почве.

По нашим данным, весеннее чизелевание на 16—18 см по сравнению с культивацией на 10—12 см в вариантах с влагозарядкой и без нее увеличивало общее количество микроорганизмов на МПА в 2—3 раза, нитрифицирующихся бактерий в 1,5—2 раза и повышало урожай на 15—20 %.

Наиболее действенными приемами регулирования и уменьшения плотности, водопроницаемости почвы оказались ее щелевание и разноглубинная обработка в севообороте.

Результаты опытов (В. П. Кириченко, 1987) показывают, что с помощью рационального сочетания щелей и способов полива можно на протяжение всей вегетации сахарной свеклы и кукурузы поддерживать плотность тяжелосуглинистой почвы на уровне оптимальных показателей (1,1—1,2 г/см^3) и тем самым значительно повышать урожайность этих культур.

В исследованиях Кивера Ф. В. (1977) при нарезке на темно-каштановой почве щелей глубиной 30—35 см в междурядьях перед поливами снижалась ее плотность в слое 0—40 см на 3—12 % и она не выходила за пределы оптимальной для овощных растений.

Что же касается водопроиицаемости, то она увеличивалась в два раза, что обусловило лучшее проникновение воды в глубокие слои почвы. Влияние щелевания на увеличение ее водопроницаемости проявлялось не только вследствие полива сразу после нарезки щелей, но и благодаря последующему поливу через 10—12 дней. Улучшение водного и воздушного режимов при щелеваиии повышало численность важных в агрономическом смысле групп микроорганизмов. В пахотном слое и в почвенной ризосфере бактерий, выросших на МПА, иасчитывалось на 30—50 %, а в подпахотном слое — в 2—3 раза больше, чем иа участках с обычиой культивацией. Такая же закономерность выявлена в развитии азотобактерий, нитрифицирующих и целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

При нарезке борозд — щелей повышалась азотофиксирующая способность почвы на 60—80 и нитрифицирующая — иа 40—47 %. Усиление процесса нитрификации увеличивало содержание нитратов в активном корнеобитаемом слое почвы. Подвижиой фосфориой кислоты оказывалось, как правило, больше на участках со щелеванием.

Обработка почвы, как известно, играет важную роль в сохранении и накоплении в ней гумуса. По данным ИОЗ (1989), его количество в слое 0—40 см через две ротации севооборота (1967—1985 гг.), где поля вспахивали на глубину от 20—22 см до 33—35 см составило 2,4 %, там, где обрабатывали плоскорезами на такую же глубину — 2,24 %. Запас гумуса соответственно составил 120,5 и 112,0 т/га. Вместе с тем, в слое почвы 0—10 см его содержание на вспахаиных площадях 2,49 %, обработанных плоскорезами — 2,69 %.

Замена отвальной обработки на безотвальную при сохранении в обоих случаях одной глубины не оказала существенного влияния на урожайность возделываемых культур (табл. 114). А вот с уменьшением глубины безотвальной обработки почвы их урожайность снижалась.

Положительное влияиие оказывает безотвальиая обработка орошаемых склонов на накопление гумуса в почве (табл. 115). Этот прнем довольно надежно защнщает почвы от эрозии.

Мы провели исследования в стационарном опыте с шестью шестипольными севооборотами иа фоие разноглубинной безотвальиой обработкн. Здесь при внесении минеральных удобрений, в два раза превышающих рекомендуемые дозы, лучшие результаты показали кормовые севообороты с двумя полями люцерны: с 1 га севооборотной площади получено 174—190 ц/га к. ед., 21,6—24,6 ц переваримого протеина. Близок к этому показателю зернокормовой севооборот с двумя полямн люцерны и 50 % зерновых при индексе использования 1,5—169 ц к. ед. и 22,3 ц переваримого протеииа.

Исследоваиия показывают, что даже при таком интенсивном использовании орошаемых южных черноземов осиовиые показатели

Таблица 114. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от глубины и способов основной обработки почвы в севообороте, ц/га*

Основная обработка почвы	Кукуруза		Озимая пшеница		Сахарная свекла, кормовая	Люцерна второго года насыщения (сено)
	зерно	силосная масса	по пласту люцерны	после кукурузы		
Вспашка на 28—30 см (контроль)	90,5	596	49,8	51,9	644	122,0
Плоскорезная на 28—30 см	85,8	564	50,0	50,7	622	122,8
Плоскорезная на 12—14 см	82,0	555	49,0	50,9	616	120,8
Плоскорезная на 12—14 см с углублением до 40 см	85,1	581	49,5	51,4	624	121,5

*Данные Института орошаемого земледелия, 1987 г.

Таблица 115. Зависимость содержания гумуса после уборки сельскохозяйственных культур от способа обработки орошаемого склона*

Обработка почвы	0—10 см		0—30 см		0—50 см	
	%	т/га	%	т/га	%	т/га
Люцерна третьего года пользования						
Плоскорезная на 28—30 см	2,14	30,4	2,05	83,6	1,98	133,6
Вспашка на 28—30 см	2,06	29,2	2,06	85,9	2,02	136,4
Озимая пшеница по пласту люцерны						
Плоскорезная на 20—22 см	1,85	25,0	1,82	77,3	1,63	112,5
Вспашка на 20—22 см	1,93	26,6	1,87	77,4	1,76	123,6
Озимая пшеница после кукурузы на силос						
Плоскорезная на 14—16 см	1,74	23,3	1,72	70,7	1,51	103,0
Вспашка на 14—16 см	1,75	24,3	1,76	72,3	1,58	110,0

*Данные Института орошаемого земледелия, 1989 г.

плодородия почвы не снижаются. Динамика накопления гумуса в этих севооборотах в большей степени зависит от типа севооборота (доля эффекта 75,8 %) и системы удобрений (20,9 %). А вот система обработки почвы влияет незначительно (0,7 %). Именно поэтому легче отдать предпочтение безотвальному способу, как энергосберегающему и более эффективному по сравнению с отвальным.

4.2.1. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

В орошаемых севооборотах люцерна становится основным предшественником для многих сельскохозяйственных культур. Поэтому способы разработки люцернового пласта должны полностью сохранять его положительные свойства.

В большинстве случаев обработка пласта люцерны под основные культуры сводится к отвальной вспашке на глубину 28—30 см, а под сахарную свеклу — с почвоуглублением до 40 см. Но такая технология не учитывает свойств почвы и специфики агротехнических условий. Это может приводить к неоправданно высоким затратам энергии и времени.

Учитывая возможность таких последствий, мы исследовали возможность замены вспашки плоскорезным рыхлением на различную глубину (табл. 116). Полученные результаты показали: культуры сплошного сева как, например, озимая пшеница практически не реагируют на способы обработки почвы и глубину обрабатываемого слоя, но чувствительны к хорошему предшественнику. Что касается кукурузы на зерно, сахарной свеклы и некоторых других пропашных культур, то снижение урожая у них очень незначительное и находится в пределах 2—4 %. Впрочем, дальнейшее изучение этого вопроса позволило сделать и такой вывод: усиление режима орошения с 70 до 80 % НВ сглаживает и это незначительное влияние способов

Таблица 116. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способов обработки пласта люцерны и системы удобрений (1983—1987 гг.), ц/га*

Система удобрений	Система обработки почвы	Культуры		
		озимая пшеница	кукуруза на зерно	сахарная свекла
Без удобрений	отвальная (25—27 см)	45,6	56,7	354
	безотвальная (25—27 см)	44,2	54,3	335
	безотвальная (10—12 см))	43,9	53,7	329
Рекомендуемая	отвальная (25—27 см)	58,6	80,9	579
	безотвальная (25—27 см)	58,3	78,0	564
	безотвальная (10—12 см)	59,1	76,4	557
Интенсивная	отвальная (25—27 см)	61,7	93,6	644
(двойная к рекомендуемой норме)	безотвальная (25—27 см)	62,3	92,1	628
	безотвальная (10—12 см)	63,5	89,5	625

*При поддержании влажности на уровне 70 % НВ. Николаевская ГОСХОС А.О.Лымарь

обработки почвы. Однако на одну деталь стоит обратить внимание: масса разветвленных корней сахарной свеклы при безотвальной обработке на глубину 10—12 см в два раза больше, чем при глубокой вспашке.

Безотвальная обработка пласта позволяет максимально сохранить эффект биологического рыхления почвы и таким образом поддерживать ее объемную массу на оптимальном уровне. Безотвальная обработка сохраняет благоприятный агрегатный состав почвы и корневые ходы, оставленные люцерной. Сюда легко проникают поливная вода и корни новой культуры, эффективно использующие оставленные питательные вещества. В этих условиях даже без внесения органических и минеральных удобрений реально получение проектных урожаев сельскохозяйственных культур.

Подкрепим эти размышления данными, характеризующими водно-физические свойства почвы, обработанной различными орудиями и по разной технологии (табл. 117). Так, влажность ее в слое 0—10 см по отвальной и безотвальной обработках в начале вегетации посевов озимой пшеницы определялась соответственно 19,7 и 19,8 %, кукурузы на зерно — 22,9 и 22,8 %, сахарной свеклы — 25,0 и 24 %.

Объемная масса почвы составляла соответственно в начале вегетации: по озимой пшенице 1,13 и 1,19, по кукурузе на зерно 1,18 и 1,21, по сахарной свекле 1,18 и 1,23 г/см^3. К концу вегетации эти показатели по отвальной и безотвальной обработке почвы выравнялись и соответственно выглядели так: по озимой пшенице 1,22 и 1,24, по кукурузе на зерно 1,27 и 1,29, по сахарной свекле 1,28 и 1,31 г/см^3.

Наибольший интерес представляют данные о динамике водопрочных агрегатов на отвальной и безотвальной обработках почвы. В начале вегетации эти показатели составляли соответственно по кукурузе на зерно 51,2 и 56,3, по сахарной свекле 58,9 и 60,5 %. Несмотря на интенсивные междурядные обработки, закономерности между варнантами к концу вегетации культур сохранились: по кукурузе на зерно 41,9 и 52,6, по сахарной свекле 44,8 и 49,7 % водопрочных агрегатов.

Нами экспериментально установлено, что одну из главных задач — подавление жизнеспособности растений люцерны — эффективно можно решать при глубине обработки 10—12 см без оборота пласта. При этом ускоряется разложение корневых остатков, которое наиболее интенсивно протекает в почве, а не на поверхности. Лучшим сроком проведения разработки пласта считается первая декада сентября. В это время площадь обрабатывают лущильником ЛДГ-10 в двух направлениях или БДТ-7, а затем рыхлят КПШ-9, АКП-2,5, ОТП-3-5 с применением БИГ-3 и последующей об-

Таблица 117. Влияние систем обработки почвы на водопроницаемость, объемную массу, твердость почвы в слое 0—30 см и динамику водопрочных агрегатов (1984—1986 гг.)

Система обработки почвы	Водопроницаемость, мм/ч				Объемная масса г/см³		Твердость кг/см²		Изменение водопрочных агрегатов в % при мокром рассеве	
	за первый час		за 5 часов							
	начало вегетации	конец вегетации	начало вегетации	конец вегетации	начало вегетации	конец вегетации	начало вегетации	конец вегетации	начало вегетации	конец вегетации
Озимая пшеница										
Отвальная 25—27 см	198	132	140	81	1,13	1,22	11,1	20,7	—	—
Безотвальная 25—27 см	219	107	136	74	1,19	1,24	15,5	22,7	—	—
Безотвальная 10—12 см	144	93	93	62	1,22	1,26	17,8	24,3	—	—
Кукуруза на зерно										
Отвальная 25—27 см	129	101	118	73	1,18	1,27	20,9	24,8	51,2	41,9
Безотвальная 25—26 см	155	89	115	68	1,21	1,29	21,8	26,3	56,3	52,6
Безотвальная 10—12 см	131	83	93	58	1,25	1,34	24,3	30,2	—	—
Сахарная свекла										
Отвальная 25—27 см	187	137	109	83	1,18	1,28	20,0	28,1	58,9	44,8
Безотвальная 25—27 см	181	98	98	68	1,23	1,31	23,0	28,5	60,5	49,7
Безотвальная 10—12 см	144	93	79	59	1,26	1,34	24,2	31,5	—	—

Николаевская ГОСХОС, А. О. Лымарь.

работкой культиватором КПЭ-3.8. Все эти орудия позволяют хорошо подготовить почву для посева.

При разработке люцернового пласта по безотвальной технологии особое внимание уделяют правильной регулировке почвообрабатывающих машин ОПТ-3-5, КПГ-250, АКП-2,5.

Рабочие органы должны подрезать головку на глубине не менее 5 см. Тогда отрастание люцерны исключается, а подрезанная часть корней и головка засыхают, защищают почву от ветровой и ирригационной эрозии. Около 50 % корней за осенне-зимне-весенний период разлагается, образует хороший дренаж, накапливает питательные вещества и влагу.

В последние годы в связи с резким удорожанием энергоносителей проблема эффективного использования и преобразования энергии стала одной из ведущих в научных исследованиях.

Наши расчеты показывают, что замена вспашки безотвальным рыхлением на такую же глубину (25—27 см) снижает затраты горючего на 20—25 % и увеличивает производительность труда на 25—30 %. При безотвальной обработке на глубину 10—12 см эти показатели соответственно составляют 50—60 и 70—80 %. Затраты совокупной энергии (МДж/га) при безотвальном способе разработки люцернового пласта в 1,5 раза ниже, чем при вспашке.

Особого внимания заслуживает использование в интенсивных севооборотах пласта и оборота пласта, как предшественника под сельскохозяйственные культуры, от которых во многом зависит продуктивность севооборотов. Для устранения потерь времени вегетационного периода и более эффективного использования почвенных ресурсов необходим более тщательный подбор культур. Весьма эффективно в этой связи размещение по пласту высокопродуктивных долговегетирующих сахарной свеклы, кукурузы на зерно. Перспективно сочетание основных и промежуточных посевов. Таких, к примеру, как люцерна на 1 укос, поукосная кукуруза МВС и посев озимой пшеницы на зерно с пожнивными посевами кукурузы на зеленый корм (табл. 118).

В заключение следует отметить, что выращивание люцерны в короткоротационных орошаемых севооборотах различной специализации на площади, равной 33—42 % всей севооборотной, обеспечивает интенсификацию земледелия, экономию поливной воды, удобрений, энергетических ресурсов. Вместе с тем, эта культура минимализует обработки почвы, способствует снижению засоренности полей, увеличение почвенного плодородия и охрану окружающей среды.

Таблица 118. Продуктивность пашни в зависимости от использования пласта и оборота пласта люцерны разным набором культур (1981—1988 гг.), ц/га

NN пп	По пласту			По обороту пласта			Сумма пласта + оборот пласта	
	Культуры	Выход продукции с 1 га пашни		Культуры	Выход продукции с 1 га пашни			
		к. ед.	переваримого протеина		к. ед.	переваримого протеина	к. ед.	переваримого протеина
1	Сахарная свекла	279,5	21,3	Соя	55,3	9,5	334,2	30,7
2	Люцерна на 1 укос поукосная кукуруза МВС	168,5	19,3	Озимая пшеница на зерно, пожнивная кукуруза на корм	239,2	19,2	390,5	38,8
3	Люцерна на 1 укос поукосная кукуруза МВС	166,0	19,5	Озимая пшеница на з/к, поукосная кукуруза МВС с соей	170,0	18,0	336,2	37,5
4	Озимая пшеница на зерно, пожнивное просо	127,8	10,0	Озимая пшеница на зерно, пожнивная гречка	90,0	8,3	217,8	18,5
5	Кукуруза на зерно	187,0	10,8	Кукуруза на зерно	186,7	10,7	373,7	21,5
6	Люцерна на 1 укос поукосная кукуруза МВС	165,6	21,4	Кукуруза МВС с соей	112,7	9,4	278,4	30,8

Примечание: Под каждую культуру по пласту и обороту пласта вносились рекомендуемые дозы удобрений.

Николаевская ГОСХОС А. О. Лымарь.

4.3. ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО — ОСНОВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Внедрение севооборотов — важный агротехнический прием, регулирующий плодородие почв. В наше время в практике известно много случаев, когда игнорировались севообороты на орошаемых землях. Это приводило к ухудшению биологических, физических и агротехнических свойств почвы, снижению плодородия и загрязнению окружающей среды. Устранение отмеченных негативных явлений практически невозможно без введения в севообороты люцерны, являющейся основой биологизации орошаемого земледелия. За 2—3 года возделывания эта культура может увеличить количество гумуса в почве на 0,3—0,5 %, или на 7,5—12 т/га, оставить корневых остатков до 12 т на гектар, которые, кстати, также являются важным источником, подпитывающим гумусообразовательные процессы. Корни люцерны дают в 4,3 раза больше энергии на 1 т органического вещества, чем свежий навоз. Обогащение лабильным органическим материалом интенсифицирует воспроизводство почвенного плодородия и улучшает гумусовое состояние почвы.

Нами прослежено влияние люцерны на почву в ротации шестипольного севооборота (1— ячмень с подсевом люцерны, 2—3 — люцерна, 4 — сахарная свекла, 5 — соя, 6 — сахарная свекла). Установлено, что пополнение почвы гумусом за счет разложения корневых остатков люцерны при их гумификации прекращается на 3-й год. После разработки пласта начинается его убыль вследствие минерализации растительных остатков. Внесение в шестое поле этого севооборота органических удобрений усиливает окультуривающее действие трав и благоприятно влияет на общий баланс гумуса в севообороте. Вообще же видимые корневые остатки люцерны почти полностью исчезают в первый после разработки пласта вегетационный период.

Поскольку стебли и корни обладают различной скоростью разложения, при плоскорезной обработке пласта азот как бы вносится в почву несколько раз равномерно распределяясь по глубине пахотного и подпахотного горизонтов и по площади поля. Такого не добьешься при внесении навоза. Так, под посевами кукурузы, размещенной по пласту, разложение корней люцерны за весенне-летний период в слое 0—20 см достигло 83 %, а в 20—40 — более 60 %. Несколько медленнее разлагаются корни при безотвальной обработке.

Существенное влияние на разложение новых корневых остатков и образование гумуса оказывает влажность поддерживаемая на оптимальном уровне весь период с положительными температурами. Это обеспечивается в основном при соблюдении режимов орошения

на пожнивных посевах, а также — оптимальных влагозарядковых поливах. Наши исследования показали, что при влагозарядке активизируется микробиологическая деятельность в почве, увеличивается количество полезных в агрономическом отношении микроорганизмов в 1,3—3,5 раза, а летом — на 40—75 %. Именно в это время активно накапливаются доступные для растений питательные вещества — нитраты. Их на участках, где проведены влагозарядковые поливы, как правило, в 1,5—2 раза больше осенью, весной и в начале лета.

Люцерна стимулирует восстановление водопрочной структуры почвы. Наибольшее количество водопрочных агрегатов почвы формировалось по ее пласту. Их сумма в слое 0—20 см увеличивается в сравнении с люцерной 1-го года пользования в 2—3 раза. По мере использования пласта люцерны в последующие годы количество водопрочных агрегатов медленно уменьшаются, но все же 3-й год после вспашки люцерны их оказалось на 11,4 % больше, чем в исходной почве. В результате восстановления водопрочности структуры почвы, улучшаются ее физические свойства. По нашим данным, водопроницаемость почвы под люцерной 2-го года жизни выше, чем перед ее посевом в 1,4 раза. Это говорит о том, что на посевах люцерны 2-го года жизни структура почвы приобрела водопрочность, обеспечивающую более быстрое впитывание воды.

З.П. Гудков, Н.М. Кузьмина (1984), изучая проблемы введения севооборотов на орошаемых землях, установили, что в севообороте с участком люцерны (3—4 года) после первой ротации (7 лет) объемная масса почвы уменьшилась на 0,03—0,04 г/см^3 по сравнению с бессменным возделыванием культур, а сумма поглощенных оснований Ca^{2+} значительно увеличилась. Наибольшее количество органики остается в той почве, где люцерна и промежуточные культуры.

При бессменном возделывании культур дефицит гумуса за ротацию 1,4—1,6 т/га. В севообороте с участием люцерны его баланс в почве положительный (+1,4 т/га), содержание водопрочных агрегатов увеличилось на 15,6 %, чередование культур снизило запас семян сорняков в почве на 13—47 % на фоне исходной величины.

П.К. Иванов, И.А. Смотров (1981) отмечают, что в условиях орошения разрушение структуры почвы преобладает над ее восстановлением. Это связано с многократными поливами, более интенсивным воздействием на почву машиноуборочной техники и транспортных средств. Но по данным тех же авторов, после трех ротаций четырехпольного севооборота люцерны в почве было на 20 % больше корневых остатков, чем при ее отсутствии, а содержание гумуса за 4 года в севообороте увеличилось на 0,12 %. В бессменных посе-

вах за этот период оно уменьшилось под озимой пшеницей — на 0,18, под кукурузой — на 0,75 и под свеклой — на 0,35 %.

По данным В. С. Снегового (1980), проводившего исследования в Молдове, на орошаемых землях в звене севооборота люцерна — люцерна — озимая пшеница — кукуруза содержание гумуса в слое почвы 0—30 см 3,42 %, а в звене кукуруза — кукуруза — кукуруза на зерно — только 3,16 %.

На орошаемых землях среди других факторов, способствующих сохранению их плодородной силы, решающее значение имеют многолетние травы. По данным И. И. Андрусенко и др. (1989), в севообороте с двумя полями люцерны за 16 лет содержание гумуса увеличилось на 10—15 %.

Обратим внимание на то, что процесс гумусообразования происходит более интенсивно в первой ротации, когда прирост гумуса составил 1,66—2,12 т/га, тогда как во второй — 1,39—1,54 т/га. Накопление его происходит во всей толще грунта (табл. 119).

Повышение плодородия почвы в севообороте зависит от поступления органического вещества, которое служит пластическим и энергетическим материалом микробиологических процессов, определяет биогенность и содержание гумуса в почве. Многолетние и однолетние культуры в севооборотах, по нашим данным, оставляют в почве неодинаковое количество корневых и пожнивных остатков (табл. 120).

Таблица 119. Содержание гумуса, определенное во всех полях севооборотов, в почве после 16-летнего орошения, %*

Место определения	Слой почвы, см			
	0—25	25—50	50—70	70—100
Бессменный посев озимой пшеницы	2,2±0,05	1,64±0,04	1,15±0,05	0,82±0,01
Бессменный посев кукурузы	2,13±0,04	1,77±0,04	1,25±0,0	0,79±0,03
Бессменный посев сахарной свеклы	2,18±0,02	1,62±0,01	0,96±0,02	0,76±0,0
Плодосменный севооборот 50 % зерновых	2,38±0,04	1,13±0,04	1,18±0,08	0,93±0,07
Зернотравяной севооборот, 62,5 % зерновых	2,36±0,03	1,76±0,08	1,15±0,3	0,86±0,02
Зернопропашной севооборот, 75 % зерновых	2,36±0,09	1,67±0,10	1,04±0,06	0,85±0,03
Исходное содержание в 1967 г.	1,96	1,56	0,84	0,60

* ИОЗ И. И. Андрусенко и др. 1987 г.

Таблица 120. Количество пожнивно-корневых остатков сельскохозяйственных культур, ц/га воздушносухой массы (1984—1985 гг.)*

Культуры	Пожнивно-корневых остатков, ц/га в слое 0—30 см	
	рекомендуемый фон удобрений	двойной фон удобрений к рекомендуемому
Люцерна	121,1	128,4
Эспарцет	64,7	67,4
Кукуруза МВС с соей	65,6	69,6
Кукуруза на корм	52,7	57,1
Многокомпонентные смеси	35,6	37,8
Озимая пшеница	66,5	69,1
Озимый ячмень	54,6	57,4
Яровой ячмень	41,4	45,2
Горох	31,3	33,2
Просо	21,7	25,0
Соя	28,2	29,0
Гречиха	14,9	18,5
Оз. пшеница на з/к с подсевом викн	60,8	62,7
Оз. рожь на з/к с подсевом вики	59,7	61,5
Сахарная свекла	23,4	25,5
Кукуруза на зерно	67,3	70,4

* Данные Николаевской ГОСХОС.

Наибольшее количество пожнивных и корневых остатков поступает в почву после люцерны третьего года жизни — 121,1—128,4 ц/га.

В 1,5 раза меньше остается их после кукурузы МВС с соей, почти в 2 раза — после озимой пшеницы на зеленый корм и в 3,2—5 раз — после гороха, сои и сахарной свеклы. Количество органического вещества, поступающего в почву с корневыми и послеуборочными остатками, зависит не только от возделываемых культур, но и вносимых удобрений.

Лучшее питание растений сказывается прежде всего на увеличении основной продукции, которая и подвергается отчуждению с поля при уборке культур. При этом с увеличением урожая культуры оставляют в почве больше растительных остатков (Зубенко В.Ф. и др., 1969). Этот вывод согласуется с полученными нами результатами. При внесении двойной и рекомендуемой для хозяйств региона

доз удобрений в почву поступает больше корневых и пожнивных остатков возделываемых культур.

Изучение отвальной и безотвальной обработок с учетом специфики различных орудий и глубины их погружения в почву не выявили в ней различий, касающихся накопления пожнивно-корневых остатков.

Существенным источником пополнения органического вещества в почве зарекомендовали себя высокопродуктивные промежуточные посевы. По нашим данным, при выращивании на одной площади двух урожаев в год, почва получает в 1,4—2,2 раза больше органического вещества, чем — одного урожая, например, озимой пшеницы (табл. 121).

Особого внимания заслуживает сочетание посевов эспарцета с поукосными посевами кукурузы МВС с соей. Здесь эспарцет выступает как промежуточная культура после уборки озимой пшеницы перед севом кукурузы МВС с соей. При этом почва обогащается органическим веществом за счет корневых и пожнивных остатков эспарцета.

Соотношение отчуждаемой и поступающей в почву биомассы колеблется в довольно широких пределах и зависит от выращиваемой культуры, промежуточных посевов, степени изъятия части урожая. Интересен подход к нетоварной части выращенного урожая за рубежом. Так, американским и канадским фермерам рекомендуется убирать с полей не более 58 % выращенной биомассы, а остальная часть остается на поле для воспроизводства плодородия (Р.И. Шикула, 1995).

Размеры потерь гумуса почвой определяются биологическими особенностями культур и системой обработки почвы. Пропашные культуры в результате большого выноса из нее элементов питания,

Таблица 121. Поступление в почву органического вещества от основных и промежуточных культур, ц/га воздушно-сухой массы, 1984—1985 гг.*

Основная + промежуточная культура	Количество пожнивно-корневых остатков, ц/га в слое 0—30 см	
	рекомендуемый фон удобрений	двойной к рекомендуемому фону удобрений
Озимая пшеница	66,5	69,1
Озимая пшеница + кукуруза на з/к пожнивная	119,2	126,2
Озимая пшеница + просо пожнивное	88,2	94,1
Озимая пшеница + гречиха пожнивная	81,4	87,6
Эспарцет + кукуруза МВС с соей поукосные	130,3	137,0

* Николаевская ГОСХОС. А. О. Лымарь, 1992 г.

малого количества оставляемых растительных остатков и интенсивной обработки в период вегетации растений уменьшают содержание гумуса. Так, после кукурузы на зерно и сахарной свеклы растительных остатков в почве остается в 1,5—5,2 раза меньше, чем после многолетних трав.

Влияние корневых и пожнивных остатков на урожай последующих в севообороте культур определяется не только количеством органических веществ, но, главным образом,— содержанием в них легкодоступных элементов питания, прежде всего — азота. Вот почему наиболее сильно влияют на урожай последующих культур корневые и пожнивные остатки бобовых, в которых содержится более 2 % азота, 0,31 % фосфора, 1,5 % калия; зерновых, колосовых и зерно-бобовых на зерно, где, соответственно,— 1—1,4 %, 0,15—1,18, 1—1,1%; кукурузы на силос — 0,9, 0,13 и 1,4 %. По данным исследований, растительные остатки минерализуются на 70—80 %. Остальная часть используется на образование нового органического вещества.

Установлено, что в севооборотах с большим насыщением многолетними бобовыми травами и отсутствием пропашных создаются лучшие условия для накопления гумуса. Увеличение в севообороте удельного веса пропашных культур приводит к снижению количества гумуса (табл. 122).

Таблица 122. Прирост гумуса в слое почвы 0—30 см в специализированных севооборотах, системы удобрений и обработки почвы (в среднем за ротацию, относительные %)*

Севообороты (А)	Системы удобрений (В)				Среднее по фактору А
	рекомендуемый фон		двойной фон		
	система обработки почвы (С)				
	отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная	
Плодосменный	7,2	6,6	9,3	9,4	8,1
Кормо-зерновой	10,8	10,4	13,9	13,6	12,2
Зерно-кормовой	9,1	9,8	11,8	11,5	10,5
Зерновой	4,8	5,8	6,3	8,6	6,9
Кормовой	12,2	11,1	13,5	13,9	12,7
Кормовой	10,5	10,6	13,3	13,6	12,1
Среднее по взаимодействию (ВС)	9,1	9,1	11,6	11,7	
Среднее по фактору В	9,1		11,6		

Примечание: исходное содержание гумуса в почве на начало ротации — 2,86 %; $НСО_{05}$, % А — 0,9; ВС — 0,5; АВ, ВС — 1,3; ВС — 0,7; АВС — 1,8.

* Николаевская ГОСХОС. А. О. Лымарь, 1991 г.

В наших опытах динамнка накопления гумуса зависит в основном от типа севооборота (доля эффекта 75,8 %) и систем удобрений (20,9 %). Все севообороты имеют положительный баланс гумуса с максимумом в севооборотах II, V и VI (табл. выше).

Несколько меньшее накопление гумуса в севообороте I объясняется тем, что 50 % его полей используется под пропашными культурами — сахарной свеклы и соей (табл. 122). Еще нижe показатели содержания гумуса в севообороте IV. Здесь сказывается отсутствие посевов люцерны, а насыщение севооборота промежуточными посевами на 83 % не обеспечивает почву органическим веществом в достаточном количестве.

Положительный и бездефицитиый баланс гумуса достигается преимущественно за счет структуры и размещения культур в изучаемых севооборотах. Ведущая роль принадлежнт люцерне. Так, в первом севообороте, насыщенном пропашными культурами, обеспечивается почти бездефицитный баланс гумуса даже без внесения навоза благодаря размещению здесь люцерны на 33 % площади и сои — на 16 %. Увеличение степени насыщення люцерной до 40 процентов и озимой пшеницей обеспечивает уже положнтельный баланс гумуса. Проведенная нами оценка гумусообразующей способностн культур за ротацию изучаемых севооборотов позволяет разделнть нх на три группы: первая — способствующая положительному балансу гумуса (многолетние травы, ознмые культуры), вторая — обеспечнвающая бездефицитный баланс гумуса (яровые колосовые) и третья — допускающая дефицитный баланс гумуса (пропашные культуры). Таким образом, подбирая в севообороте определенное сочетание культур, можно регулировать поддержание плодородия почвы на уровне оптимальных показателей. Пользуясь для расчетов изогумусовым коэффнциентом, рассчитаем количество образующегося после каждой культуры гумуса на прнмере изучаемых нами севооборотов (табл. 123).

По каждому из прнведенных севооборотов рассчитаны коэффициенты, показывающие долю участия коикретной культуры в гумусообразовании. Эти коэффициенты для отдельно взятых культур могут колебаться в широкнх пределах, что обусловлено различным их количеством в севообороте, выращиванием в основных илн промежуточных посевах, различными в урожайности. Тем не менее такие коэффициенты позволяют ориентироваться в расчетах по составлению плана набора культур, обеспечивающего положительный нли бездефицитный баланс гумуса. Таким образом, степень пополнения гумуса на орошаемых землях в значительной мере зависнт от структуры посевных площадей.

Таблица 123. Оценка гумусообразующей способности культур за ротацию севооборотов

Севооборот культуры	К-во культур в севообороте, в т. ч.		Баланс гумуса по культурам, т/га	Доля участия культур в гумусообразовании, коэф.
	основных	промежуточных		
Севооборот I				
всего	6	1	+2,63	—
в т. ч. люцерна	2	1	+6,44	+2,45
сахарная свекла	2	—	–3,60	–1,37
соя	1	—	–0,43	–0,16
яровой ячмень	1	—	+0,22	+0,08
Севооборот II				
всего	5	5	11,73	—
в т. ч. люцерна	2	2	+8,57	+0,73
озимая пшеница	3	—	+2,52	+0,22
кукуруза МВС	—	3	+0,64	+0,05
Севооборот IV				
всего	5	5	+0,33	—
в т. ч. оз. пшеница	1	—	+0,96	+2,91
оз. ячмень	2	—	+1,39	+4,21
кукуруза на зерно	1	—	–0,11	–0,33
горох	2	—	–0,68	–2,06
просо	—	4	–0,79	–2,39
гречиха	—	1	–0,44	–1,33

Важным источником пополнення органических веществ в почве был и есть иавоз. Он улучшает физические и физико-химнческие свойства почвы, остается незаменнмым компонентом для обновления гумуса в почве, минералнзация которого никогда не прекращается. Каждая тоина полуперепревшего навоза обеспечивает прирост гумуса до 50 кг. При внесенни иавоза наряду с улучшением физнко-химических свойств почвы значительно повышается ее водопроннцаемость, причем не только иа первой, но и на последующих культурам. Так, по данным ИОЗ (Фнлиппьев И.Д., 1993), применение 60 т/га полупревшего иавоза повышало водопроннцаемость в первый, второй и третий год после внесения соответственно на 29,6; 25,6; 16,2 %.

Многолетние исследования навоза в качестве доступного и эффективного удобрения подтверждают существующее мнение о его положительном и долговременном воздействии на почвенное плодородие. При внесении навоза сильно возрастало соотношение Са и К в почве, причем это увеличение оказалось пропорциональным количеству навоза и сохранялось в течение всего вегетационного периода.

По данным научно-исследовательских учреждений юга Украины, последействие навоза на орошаемых землях проявляется в течение 3—5 лет.

Нами изучалось длительное действие навоза при возделывании овощных культур на орошаемых землях. С. Д. Лысогоров с сотрудниками (1949) отмечал прирост урожая культур полевого севооборота от внесения навоза в дозе 40 т/га на темнокаштановых почвах на 4-й год, южных черноземах — на 5 год. По исследованиям С.С. Сдобникова, Н.М. Шевцова и В.А. Мельникова (1984), глубокая заделка навоза, вносимого с повышенными нормами в нижнюю часть пахотного слоя (20—30 см), обеспечивала прибавку урожая в течение шести лет.

В стационарном опыте, проводимом нами в совхозе "Городний Велетень" Херсонской области, орошаемый восьмипольный севооборот с двумя полями многолетних трав на темнокаштановой почве также подтвердил: внесение навоза в дозе 20—40 т/га повышало урожайность возделываемых культур 5—6 лет. Существенная прибавка урожая люцерны на сено здесь получена на 5—6 год после внесения 40 т навоза (табл. 124).

Таблица 124. Длительность влияния 20 и 40 т/га навоза на урожайность культур в совхозе "Городний Велетень" Херсонской области

Годы	Культура	Урожайность, ц/га			
		без навоза	навоз в 1961 г.		$НСР_{05}$, ц/га
			20 т/га	40 т/га	
1962	Морковь	212,0	251,0	262,0	22,7
1963	Горох на зеленый горошек	19,8	23,7	27,6	1,7
1964	Томаты	367,0	448,0	472,0	31,4
1965	Ячмень + люцерна	27,6	31,4	34,2	2,6
1966	Люцерна (сено)	81,4	89,7	99,5	10,3
1967	То же	104,0	108,0	115,0	11,5
1968	Томаты	408,0	417,0	433,0	31,6

В проводимых нами исследованиях выявлено положительное взаимодействие углубления пахоты, навоза, влагозарядки. Причем, прирост урожая от совместного их влияния был выше суммы прибавок при раздельном применении, как в год действия углубления вспашки и внесеиного навоза, так и в последействии.

4.3.1. ВНЕСЕНИЕ НАВОЗА ПРИ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Дискуссионным на сегодня продолжает оставаться вопрос внесения органических удобрений при безотвальной обработке почвы. Ряд авторов — С.Д. Лысогоров (1970), В.Ф. Рубин, И.А. Гущин (1975), В.И. Кирпченко (1987) — считает, что навоз нужно вносить только под вспашку. В этом случае он оказывает положительное влияние на урожай высеваемых культур в течение 4—5 лет.

В то же время еще П.А. Костычев (1892) установил, что вносить навоз в глубокие слои почвы следует лишь для улучшения водного режима, а для обогащения элементами питания вполне допустимо заделывать его мелко или полностью оставлять на поверхности поля.

Еще в 1921—1925 гг. Б.А. Рождественским, П.Г. Найдиным в классических долговременных опытах была подтверждена возможность такой заделки навоза. Данные пятилетних опытов показали: при уменьшении глубины его заделки с 20 до 14 и 8 см эффективность не уменьшилась. Аналогичные результаты получены И.Е. Щербаком (1979) в засушливых условиях Новоодесского района Николаевской области, где органические удобрения заделывали бороной БДТ-7 на глубину 10 см, тщательно перемешивая с почвой. Концентрация стерневых остатков и навоза в этом слое, несомненно, повышает ее противоэрозионную устойчивость.

Высокая эффективность поверхностного внесения навоза подтверждается и рядом других опытов, наблюдений. Мировой рекорд по урожаю яровой пшеницы в Алтайском крае — 101 ц/га — был получен при мульчировании посевов перепревшим навозом. По данным Н.Ф. Добрякова (1941), в засушливых условиях навоз, используемый в виде мульчи, покрывшей поверхность почвы, имел явное преимущество перед полями, где его запахали. Норма мульчирования составила всего 15—20 т/га, а прибавка урожая достигла 30—45 %.

Эти преимущества связаны со следующими факторами. Навоз на поверхности усиливает процесс мобилизации усвояемой фосфорной кислоты в пахотном слое. Происходит постепенное освобождение питательных веществ в процессе разложения навоза-мульчи с последующим вымыванием их в почву поливной водой и осадками. Уменьшается расход весенней влаги на испарение.

И далее: при дождевании навоз-мульча предохраняет верхний слой комочков почвы от разрушения, способствует равномерному проникновению влаги на большую глубину. В весенний период навоз-мульча ускоряет прогревание, созревание почвы, а в сухую жаркую погоду предохраняет ее от иссушения, перегревания и дефляции. С весны и до уборки почва под навозом имеет большую воздухо- и водопроницаемость, хорошо поглощает ливневые осадки, не допуская поверхностного стока (В.И. Чигрин, 1946). Наибольшие коэффициенты гумификации бывают при заделке органических удобрений в верхний слой почвы, глубина — до 10 см (Н.К. Шикула, 1995).

Исследованиями к тому же подтверждено, что размещение органического вещества на поверхности почвы эффективнее воздействует на гумусообразование, чем его запашка (Н.И. Локтионов, Б.Е. Босенко, 1967, Д.В. Джекс и др., 1958). В этом случае моделируются природные почвообразовательные, дерновые процессы, благоприятствующие гумусообразованию.

Весной, во время предпосевной подготовки с применением плоскорезов и при севе, навоз смешивается с почвой в слое 0—10 см. При поливах и дождях токсические продукты разложения органических остатков навоза вымываются и не наносят вреда растениям, не создают трудности с обеспечением их влагой, и навоз, внесенный под плоскорезную обработку, оказывается эффективным. Все это говорит о целесообразности смешивания растительных остатков, полуперепревшего навоза в слое 0—10 см. Навоз, вносимый при безотвальной обработке почвы, хорошо заделывается дисковой бороной. Она, если предварительно применяется плоскорезное рыхление на глубину 14—16 см, перемешивает его со слоем почвы 0—14 см.

Опасность засорения посевов, где вносится навоз на поверхность почвы, можно снять обработкой его гербицидами (В.В. Малый и др., 1985), предпосевными (влагозарядковыми) поливами, соблюдением всех необходимых требований во время хранения. Несколько сложнее сохранить в навозе аммиачный азот. Но и здесь наметились пути решения проблемы.

Установлено, что добавки фосфорной муки усиливают микробиологическую деятельность в навозе и его гумификацию. Кроме того, они создают условия для поглощения аммиака или биологически закрепляемого в плазме микробов в результате сорбции его гумиповыми соединениями.

4.3.2. БИОКОНВЕРСИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Интересный в этом отношении зарубежный опыт переработки навоза, органических отходов с помощью дождевых червей. Ценны они как организмы, способствующие утилизации отходов, загрязняющих окружающую среду. Навоз, органические отходы обеззараживаются червями, превращаются в гумусоподобные вещества, из которых уже затруднены потери азота. После обработки червями навоз улучшает физические свойства почвы и пищевой режим растений, повышает ее водоудерживающую способность (М.М. Ломакин, 1984).

Биогумус, основу которого составляют каппролиты дождевых червей, представляет собой сыпучее зернистое органическое удобрение чернокоричневого цвета, не имеющее запаха. Его используют в качестве стартовой подкормки для получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Химический состав биогумуса в значительной мере зависит от характеристик исходных субстратов. По данным Н.Н. Городнего (1990) биогумус может быть охарактеризован следующими показателями:

Содержание сухого вещества	40—60 %
pH	6,5—7,2 %
Гумуса	10—12 %
Азота общего	0,9—3,0 %
Фосфора (P_2O_5)	1,3—2,5 %
Калия (K_2O)	1,2—2,5 %
Кальция	4,5—8,0 %
Магния	0,5—2,3 %
Железа	0,5—2,3 %
Меди	3,5—51 мг/кг
Марганца	60—80 мг/кг
Цинка	28—35 мг/кг

Биогумус, по мнению И.А. Мельника (1991), Н.К. Шикулы (1992), в сравнении с другими органическими удобрениями (навоз, компост, торф, сапропель) обладает рядом преимуществ. К ним относят высокую степень гумификации, водоустойчивую структуру, обогащенность биологически активными веществами, отсутствие семян сорных растений, фито- и зоопатогенов. Кроме того, элементы питания биогумуса находятся в оптимальной норме, не подвержены вымыванию и служат источником его пролонгированного действия. Поэтому биогумус рекомендуется под все сельскохозяйственные культуры, особенно как стартовое удобрение,

обеспечивающее их всеми необходимыми элементами питания в начальный период. Оно может быть рекомендовано под все сельскохозяйственные культуры, но особенно эффективно его применение в овощеводстве. В сложившейся практике при использовании минеральных удобрений и химических средств защиты растений практически трудно получить экологически чистую овощную продукцию, здесь основным источником питания и биостимулирования должен стать биогумус, способный на основе биотехнологии обеспечить питание, фитозащиту и биостимулирование растений. Прибавка урожая овощных культур при этом составляет: капусты — 18,8 %, томатов — 25,3 %, перца — 94 %, кукурузы — 57,4 %, подсолнечника — 108 %.

На юге Украины, на базе созданной лаборатории по вермикультуре при Херсонском сельскохозяйственном институте и промышленной плантации в КСП "Украина" Чаплынского района Херсонской области в 1989—1990 гг. Н. А. Рыженко проводились исследования по изучению и разработке технологии воспроизводства вермикультуры, а также применения конечных продуктов вермипроизводства в растениеводстве.

Опыты показали, что в условиях юга Украины возможно осуществить промышленное разведение дождевых червей гибрида красного калифорнийского и гибридов владимирского и организовать товарный выпуск конечных видов продукции в промышленных вермиплантациях. С помощью дождевых червей в опыте, переработке подвергались любые органические вещества (бытовой мусор, опилки, отходы различных культур после их технологической обработки, старая солома, разные виды навоза), которые превращаются после этого в высокопитательные органические удобрения. Автором установлено, что в зависимости от видов субстратов при переработке гибридами дождевых червей с одной тонны в пересчете на сухое вещество получается выход от 400 до 600 кг ценнейшего органического удобрения и 80—100 кг биомассы червей, состоящей преимущественно из полноценного белка. Внесение такого удобрения в дозе 2—5 т/га повышало урожайность ярового ячменя, озимой пшеницы в среднем на 20—30 %. По своей эффективности и регенерации почвы внесение биологического гумуса эквивалентно 40—60 т/га навоза. Внесение биогумуса при выращивании овощных, бахчевых культур позволяет производить экологически чистую продукцию, которая обладает наивысшими органолептическими свойствами и может храниться долгое время. Биогумус оказывает стимулирующее действие на семена и растения.

Вермикультура и ее продукты — биогумус и биологическая масса червей могут стать эффективным средством биологизации земле-

делия, оздоровления окружающей человека природной среды, получения свободных от вредных веществ продуктов, увеличения продолжительностн жизни человека.

Накопленный научный и практический опыт позволяет говорить о новой технологин приготовления навоза и внесения его при обработке почвы, посеве сельскохозяйственных культур.

4.4. СОЛОМА, КАК УДОБРЕНИЕ

Важным нсточником обогащения почвы органическнм веществом на орошаемых землях является солома. Первые опыты по выяснению возможности нспользования соломы, как удобрения для полевых культур, были проведены на Украине в 1928—1929 гг. на Мнроновской сельскохозяйственной опытной станцин. Более детальные нсследования по этой проблеме проводились недавно, когда появнлись нзлишкн соломы.

Ценность ее, как выяснилось в том, что прн ее внесении улучшаются водно-фнзические свойства почвы, повышается содержание в ней гумуса, усниливается выделение углекислого газа, что положительно влияет на улучшенне питания растений (О.Е. Авров, З.М. Мороз, 1979; Э.Г. Вальдгауз, 1980; З.П. Керамщук, 1980; А.В. Тихонов, 1980).

Улучшенне питання растенний вследствие внесения мннеральных удобренний повышенными дозами значительно влняет на эффективность использования соломы под зерновые культуры. По данным З.П. Керамщук (1980), внесение в почву соломы в условиях Целиноградской областн (5 т/га) с заделкой ее на глубину 12—14 см положительно сказывалось на протяжении двух лет при заделке урожай озимой пшеницы повышался на 3 ц/га.

По данным З.Г. Вельдгауз (1980), запашка соломы зерновых культур на глубину 20—22 см повышала урожай зерновых на 8,5 %. Экспериментальные опыты, проведенные в 1980 г. А.В. Тихоновым в Одесской области на малогумусных черноземных почвах показалн, что прирост урожая подсолнечника на площадях, где внесилась солома в среднем за 8 лет составнл 20,4 %, кукурузы — 12,7, а гороха — 6—7 % на фоне контроля.

Результаты исследованнй Н.К. Шнкулы (1995) подтвердили: 1 т соломы (с добавкой 8—10 кг д. в. азота) по своему действию на урожай н накоплению гумуса равно 5 т навоза.

Опыты, проводнмые в ИОЗ (Филипьев И.Д., Гамаюнова В.В., 1982), указали на еще один выигрыш: солома повышает урожай кукурузы в такой мере, как перепревший навоз. Но для этого необхо-

димо вносить в пересчете на каждый центнер соломы сверх оптимальной нормы вносить под возделываемые культуры 1 кг азота, минеральных удобрений. К аналогичным выводам пришли исследователи в Крымском сельскохозяйственном институте.

На Николаевской ГОСХОС (1981—1987 гг.) систематическое внесение соломы в почву увеличивало содержание в ней гумуса, улучшало ее структуру и агрофизические свойства, водный и тепловой режимы, биологическую активность.

В среднем за 7 лет наблюдений объемная масса почвы в вариантах с безотвальной обработкой изменялась с началом вегетации от 1,18 до 1,26 г/см^3, а по отвальной — от 1,17 до 1,27 г/см^3. В конце вегетации объемная масса почвы заметно повышалась во всех вариантах, подтверждая независимость от технологии обработки. Внесение соломы, безусловно, снижало объемную ее массу, особенно в варианте с безотвальной обработкой и в меньшей мере со вспашкой, что достаточно заметно в 0—10 см слое почвы (табл. 125).

Водопроницаемость тоже зависит от способов обработки внесенной соломы и наличия пожнивных посевов кукурузы. Как в начале, так и в конце вегетации на повышение водопроницаемости значительно влияют способы обработки: при отвальном способе эти показатели выше на 31—43 %, чем при безотвальной на фоне внесения рекомендуемой дозы удобрений $N_{90}P_{80}$ и 5 т/га соломы. Если к этому добавить и пожнивные посевы кукурузы водопроницаемость повышалась до 53 %, сохраняя такие же закономерности. В вариантах с безотвальной обработкой почвы в конце вегетации водопроницаемость почвы несколько снижалась, оставаясь в пределах оптимальной мелиоративной оценки.

При этом следует заметить, что, по данным И. Д. Филипьева, В. В. Гамаюновой, водопроницаемость увеличивалась от внесения соломы нормой 6 т/га не только на первой, но и на последующих культурах соответственно на 44,8; 34,6 и 22,8 %. А вот внесение соломы и посев пожнивной кукурузы способствовали возрастанию количества водопрочных агрегатов в слое почвы 0—30 см как при отвальной, так и безотвальной обработках на 12—14 %.

В начале проведения наших опытов гумус в слое 0—30 см составлял во всех вариантах 2,99 %. За семь лет его количество в указанном слое увеличивалось во всех вариантах опыта. Особенно большой процент прироста гумуса наблюдался при внесении соломы и минеральных удобрений (10,6 и 16,7 %) с применением промежуточных посевов — 10,3 и 20,2 % (табл. 126).

Таблица 125. Влияние бессменных посевов озимой пшеницы на объемную массу почвы в зависимости от способов ее обработки, доз минеральных удобрений, внесения соломы и пожнивных посевов кукурузы на з/корм, г/см^3*

Фоны удобрений	В слое почвы 0—10 см				В слое почвы 0—30 см			
	без соломы		с соломой		без соломы		с соломой	
	отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная
ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, БЕССМЕННЫЙ ПОСЕВ								
Без удобрений	1,22** / 1,25***	1,25 / 1,24	1,24 / 1,27	1,24 / 1,23	1,25 / 1,28	1,28 / 1,30	1,24 / 1,20	1,22 / 1,27
$N_{90}P_{80}$	1,21 / 1,24	1,20 / 1,30	1,17 / 1,21	1,23 / 1,25	1,24 / 1,26	1,25 / 1,30	1,20 / 1,23	1,20 / 1,26
$N_{180}P_{160}$	1,19 / 1,27	1,18 / 1,26	1,21 / 1,24	1,25 / 1,29	1,23 / 1,29	1,20 / 1,28	1,23 / 1,23	1,26 / 1,26
ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА + ПОЖНИВНАЯ КУКУРУЗА								
Без удобрений	1,20 / 1,17	1,25 / 1,25	1,23 / 1,16	1,19 / 1,18	1,25 / 1,28	1,26 / 1,27	1,25 / 1,26	1,26 / 1,27
$N_{90}P_{80}$	1,17 / 1,13	1,23 / 1,23	1,17 / 1,17	1,17 / 1,22	1,20 / 1,23	1,25 / 1,30	1,20 / 1,23	1,25 / 1,28
$N_{180}P_{160}$	1,24 / 1,17	1,20 / 1,22	1,21 / 1,20	1,20 / 1,18	1,24 / 1,26	1,23 / 1,28	1,24 / 1,26	1,24 / 1,27

*Данные Николаевской ГОСХОС (среднее за 1981—1987 гг.);

в числителе показатели объемной массы почвы в начале вегетации; * в знаменателе — в конце вегетации.

Таблица 126. Динамика гумуса и нитрификационной способности почвы в слое 0—30 см в зависимости от норм минеральных удобрений, способов обработки почвы, внесения соломы и пожнивных посевов кукурузы при бессменном выращивании озимой пшеницы*

Фоны удобрений	Прирост гумуса (%) – 1987 г. к 1981 г.				Прирост нитрификационной способности почвы (%) – 1987 г. к 1981 г.			
	без соломы		с соломой		без соломы		с соломой	
	отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная
ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, БЕССМЕННЫЙ ПОСЕВ								
Без удобрений	0	0	5,3	7,0	32,2	26,0	34,0	42,1
$N_{90}P_{80}$	5,3	10,5	10,3	14,0	52,6	49,3	51,2	48,8
$N_{180}P_{160}$	5,3	9,6	10,7	16,7	54,5	47,6	63,5	57,9
ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА + ПОЖНИВНАЯ КУКУРУЗА (БЕССМЕННО)								
Без удобрений	3,6	0,6	5,3	6,1	31,3	23,7	46,6	41,1
$N_{90}P_{80}$	7,3	13,7	10,3	17,0	45,7	54,0	50,0	47,4
$N_{180}P_{160}$	10,3	14,0	10,3	20,2	43,5	63,6	63,1	62,4

*Данные Николаевской ГОСХОЗ (1981—1987 гг.).

Интересно, что наибольший процент прироста гумусовых соединений отмечен на фоне безотвальной обработки почвы по сравнению с отвальной. Здесь главную роль играет то, что солома и пожнивные остатки, внесенные в активный микробиологический слой почвы при безотвальной обработке, быстрее разлагаются и действуют эффективнее. Нитрофицирующая способность, характеризующая эффективность плодородия почвы за период исследований, практически не изменялась, а на фоне внесения минеральных удобрений, соломы и посева промежуточной культуры развивалась тенденция к ее повышению.

Систематическое внесение 5 т/га соломы, наращивая количество гумуса в почве, улучшая ее водно-физические свойства, в конечном счете повышало урожай озимой пшеницы на 1,2—3,7 ц/га в зависимости от фона минерального питания и обработки почвы (табл. 26).

Применение пожнивных посевов кукурузы в сочетании с внесением соломы и соблюдением агротехнических приемов позволяет в бессменных посевах озимой пшеницы ослабить почвоутомление и обеспечить выход 58,3 ц/га зерна на высоких фонах питания, повысить общий сбор продукции с 1 га пашни в 1,6—1,8 раза, в том числе и за счет более оптимального использования биоклиматических ресурсов региона.

Расчетами установлено, что для бездефицитного баланса гумуса хозяйствам Херсонской области нужно довести внесение органических удобрений до 14,5 млн т за год, или до 9 т/га. В лучшие годы здесь вносили по 7 т/га, а вообще по оценкам специалистов, фактическое наличие поголовья скота и птицы позволяло в то время получить не более 11,0 млн т навоза. Сегодня эта цифра значительно ниже. Остальную часть пополнения почвы органическим веществом нужно было находить и использовать за счет разных источников. С 1988 г. начала более широко практиковать компостирование соломы с жижей, жидким навозом, используя для этого старые скирды, обвалованные земляным валом, а также оставляя после уборки на поле измельченную солому и дополнительно внося жидкий безподстилочный навоз с расчетом обеспечения каждой тонны соломы 10 кг минерального азота. На отдаленных от ферм полях, куда экономически не выгодно завозить навоз, основным источником пополнения почвы органическим веществом может и должна стать солома.

4.3.4. ЗЕЛЕНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Очень ценным и дешевым источником органических удобрений являются сидераты — зеленые удобрения. На зеленое удобрение выращивают большой набор культур: бобовые — сераделла, триго-

нелла, яровая вика, горох посевной, эспарцет; крестоцветные — горчица белая, редька масличная, озимый и яровой рапс; зерновые — озимая рожь, ячмень. Ценнейшими сидеральными культурами считаются бобовые, накапливающие больше чем другие культуры, азот. По данным К.И. Сахарина, В.М. Федорищева (1990) запахивание послепосевного сидерата с урожайностью 200 ц/га равнозначно внесено 30 т/га навоза. С таким количеством сидератов в почву возвращается в органической форме 140 кг азота, 66 кг фосфора, 144 кг калия, пополняя запасы органического вещества, они повышают содержание гумуса. Положительное влияние зеленого удобрения проявляется не только на первой, но и на последующих культурах (табл. 127).

Таблица 127. Влияние удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур (Мелуа Р. А., 1973)

Варианты	Прямое действие удобрений — зеленая масса кукурузы (1968—1970 гг.)	Первое последействие удобрений — озимая пшеница (1969—1970 гг.)	Второе последействие удобрений — з/м вико-овсяной смеси (1970)
Без удобрений (контроль)	339	33,2	152
Навоз 25 т/га	418	42,9	225
Горохо-овсяная смесь	476	41,0	218
То же + $N_{126}P_{120}$	584	49,0	251

В заключение следует отметить, что расширенное воспроизводство плодородия почвы и экологическое благополучие должны проходить за счет максимально возможного накопления в ней органического вещества.

Наиболее важными источниками такого процесса должны стать, кроме навоза, сидеральные посевы из бобовых и крестоцветных культур, солома, которая не отчуждается с урожаем, остается на поле, как это делается во многих странах Европы и в США, а также другие органические остатки, могущие найти широкое применение в сельском хозяйстве.

Научно-исследовательским учреждениям региона особое внимание следует уделить изучению мульчирования орошаемых земель соломой, полуперепревшим навозом, сидератами, зелеными удобрениями, пожнивными остатками. Важно при этом выяснить и определить их влияние на водно-физические и химические свойства почвы. Дешевые источники органического вещества, пополняющего ее и улучшающего его физико-химические и биологические свойства с совершенствованием технологии внесения устраняют экологически нежелательные явления и повышают урожай сельскохозяйственных культур.

4.4. ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ПРИ СОЧЕТАНИИ ОРОШЕНИЯ С ПРИЕМАМИ АГРОТЕХНИКИ

Изучение баланса питательных веществ в стационарных опытах по севооборотам показало, что при интенсивном земледелии длительное использование почвы без соответствующего возвращения ей элементов питания, использованных на формирование урожая, ведет к постоянному ее обеднению, и следовательно,— к снижению плодородия.

Минеральные удобрения, будучи очень важным источником пополнения почвы питательными веществами, особенно азотом, при внесении в нужных дозах, не допускают снижения запасов гумуса. Но расширенное его воспроизводство обеспечивается только при сочетании органических, минеральных удобрений и орошения.

За восьмилетний период после прохождения ротации зернокормового севооборота (В.П. Кирпченко, 1971—1979 гг.) при умеренном орошении (70 % НВ) содержание гумуса по обычной вспашке почвы без удобрений в слое 0—60 см составило 2,46 % на фоне исходного содержания в 1970 г. 2,50 %. Отмечается, таким образом, тенденция к снижению содержания общего азота соответственно на 0,171 и 0,153, фосфора — на 0,149 и 0,123 %. На фоне такого же режима орошения, но с ежегодным внесением под каждую культуру повышенной дозы удобрений содержание гумуса в слое 0—60 см после восьмилетнего периода составило 2,79, т. е. повысилось по сравнению с исходным содержанием на 11,6 % и до 2,83 % — при глубокой обработке. Подобные значения отмечены и по водорастворимому перегною, общему азоту, фосфору, нитрификационной способности почвы и другим показателям. Данные опыта на орошаемых южных черноземах свидетельствуют, что за восьмилетний период ухудшение структурно-агрегатного состава почвы произошло только на неудобренных вариантах, а при внесении органических и минеральных удобрений, наоборот, выявлена тенденция к повышению содержания водопрочных агрегатов.

Исследования показывают, что сочетание орошения, удобрений и рациональной обработки почвы также оказывает стимулирующее влияние на почвенную микрофлору. Например, при возделывании сахарной свеклы в варианте без щелевания и поливах на неудобренном фоне в слое 0—20 см насчитывалось в среднем за 1972—1974 гг. (за сезон три определения) 3,49 млн азотобактера в 1 г сухой почвы, на орошении с удобрениями — 8,46 млн. Подобная зави-

симость отмечена и по общему количеству микроорганизмов, развивающихся на МПА и разлагающих органофосфаты. С освоением севооборота на фоне удобрений, разноглубинной обработки и щелевания количество микроорганизмов к концу ротации (1973 г.) увеличивалось в сравнении с исходным содержанием (1970 г.).

По данным нашего многофакторного полевого опыта (1991 г.), действие и взаимодействие способа и глубины обработки почвы, системы удобрений, режимов орошения проявлялись специфично. Для сахарной свеклы наиболее сильнодействующим фактором оказались удобрения (доля фактора 64 %). На втором месте — усиление режима орошения с 70 до 80 % НВ (1 % эффекта). Наименьшее воздействие (0,1 %) за способами обработки почвы. Несколько по другому складывалось взаимодействие обработки почвы с режимом орошения. При нижней границе предполивной влажности почвы 70 % НВ варианты с безотвальной обработкой почвы заметно уступали варнантам с отвальной обработкой, а при повышении влажности до 80 % НВ различия во влиянии обработки почвы сглаживались.

Внесение органических и минеральных удобрений при систематическом применении способствует созданию благоприятных для почвы их соотношений, которые в конечном счете, повышают ее плодородие. По данным Н.К. Шикулы (1995), для нейтрализации всех внесенных с минеральными удобрениями одновалентных катионов на 1 т навоза следует вносить не более 15 кг д. в. минеральных удобрений. Такое соотношение названо коэффициентом биологического земледелия, гарантирующим расширенное воспроизводство плодородия почвы. В подтверждение этого приведены данные о внесении органических и минеральных удобрений в странах мира (табл. 128). Здесь четко прослеживается, что при узком соотношении в Китае (1:5), США (1:8) т/кг д. в. обеспечивают высокие урожаи ведущих зерновых культур (пшеницы и кукурузы). Закономерно поэтому получение ежегодных стабильных валовых сборов зерна 300 млн т.

В то же время в бывшем СССР, Болгарии, Польше отношение органических удобрений к минеральным находилось в пределах 1:27—1:49. Это путь к деградации почвенного покрова с известными последствиями для потенциального плодородия и уровня продуктивности сельскохозяйственных культур. Правда, на определенном отрезке времени интенсивная хнмизация технологии может повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но в конечном итоге это негативно повлияет на агрофизические свойства почвы и предопределит снижение урожайности.

Таблица 128. Данные об использовании органических и минеральных удобрений и урожайность зерновых культур в бывшем СССР, других странах за 1986 год*

Страны	Внесено органических удобрений**		Всего питательных веществ			% органического удобрений от всп.	Соотношение органических и минеральных удобрений, т/кг д. в.	Урожайность зерновых, ц/га***		
	всего, млн т	т/га пашни	всего, кг/га	в т. ч. с орган. удобрен.	в т. ч. с минер. удобрен.			всего	в т. ч. пшеница	в т. ч. кукуруза
Бывший СССР	961	4,1	150	40	110	27	1:27	18,4	18,9	30,0
Болгария	15	4,2	255	50	205	24	1:49	40,4	38,4	49,6
Венгрия	37	7,7	354	92	262	26	1:34	50,0	44,0	36,4
Бывшая ГДР	105	22,3	593	268	325	45	1:14	46,4	56,0	47,7
Польша	127	8,6	349	103	244	30	1:27	30,4	37,0	50,7
Чехия и Словакия (среднее)	54	11,0	464	132	332	23	1:30	43,0	44,0	47,2
США	2000	15,3	301	184	117	61	1:8	47,1	23,2	47,9
Англия	175	26,0	631	312	319	49	1:12	60,9	70,0	—
ФРГ	200	26,3	795	315	480	40	1:18	53,2	63,1	70,0
Франция	376	22,8	580	274	306	47	1:13	5362	54,5	61,8
Голландия	53	75,7	1725	908	817	53	1:11	74,4	80,0	
Швеция	20	6,7	217	80	137	37	1:20	39,0	55,7	—
Дания	45	17,3	465	208	257	45	1:15	50,5	61,7	—
КНР	1689	13,0	215	156	59	73	1:5	32,0	30,4	37,0
Индия	1335	9,5	—	114	—	—		15,8	20,5	15,8

*Р. И. Шикула, 1995.
**По применению удобрений — сводка Госплана бывшего СССР за 1986 г.
***По урожайности — FAO Production, 12, 1988.

Нередко у нас можно слышать, что высокие дозы удобрений не занитрачивают продукцию. Пытаются при этом сослаться на опыт Голландии, которая вносит 817 кг д. в. минеральных удобрений на 1 га севооборотной площади. Но ведь в этой стране еще дают и 75 т/га органических удобрений, а при соотношении первых и вторых в 1:11 т/кг д. в. все будет в порядке, негативное последствие скажутся при 1:15 т/кг д. в. и более. При выращивании овощных, бахчевых культур это невозможно игнорировать. Следует увеличивать нормы внесения органических удобрений, используя нетоварную часть урожая — солому, стебли грубостебельных культур, ботву, сидераты, что позволит сохранить и увеличить органический фонд почвы.

4.5. ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Многочисленными опытами (Ковда, 1985, Тикунов, 1985; Лысогоров, Сухорукова, Бурлема, Крачик, 1985; Ильин, 1985 и др.) установлено, что черноземные почвы при длительном орошении предрасположены к оглиниванию, слитизации и осолонцеванию, особенно при использовании для полива вод с повышенной минерализацией.

В.Д. Михалчевскнй отмечает, что орошение водой с минерализацией 1—1,2 г/л в условиях южной Молдавии содействует накапливанию в почве ежегодно от 1,5—2,0 до 3,0—3,5 т/га солей. Естественная нейтрализация и вынос урожаем этих солей не превышает 30—35 % от поступления. Вот почему только в первые 3—4 года можно получить эффект от орошения, а в дальнейшем урожайность снижается и для восстановления плодородия физико-химических свойств почвы потребуется проведение больших мелиоративных работ. В.С. Носко, Г.Я. Чесник (1986) отмечают, что до сих пор из-за низкой культуры земледелия почти на половине орошаемых посевных площадей Украины не получают планируемых урожаев. Это прямое следствие потери черноземами гумуса, осолонцевания, слитизации и подщелачивания почв.

В связи с этим В.А. Ковда (1985) подчеркивает, что простой перенос ирригационной системы и технологии орошения, разработанных для районов Средней Азии, в Европейскую часть чреват негативными последствиями. Среди них — быстрое нарастание уровня грунтовых вод, интенсификация процессов заболачивания, засоления, слитизации почв, ускоренная потеря гумуса и ценных физико-химических свойств черноземных почв.

С целью изучения влияния длительного орошения на темнокаштановые почвы и южные черноземы мы выбрали два участка. Первый — в совхозе "Городний Велетень" Херсонской областн. Второй — в Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции.

Целесообразность избрания первого участка для изучения связана не только с пятидесятилетней продолжительностью возделывания интенсивных овощных культур в условиях орошения. Здесь еще в 1937 году почвовед Б.А. Калачев провел довольно грамотное почвенное обследование и составил почвенный очерк, сопроводив его почвенной картой. Это карта, на которой указаны все основные разрезы, где почва отбиралась для анализа, не потеряла практического значения до наших дней.

Темнокаштановые солонцеватые почвы первого участка в 1950 году описаны сотрудником Почвенного института именн В.В. Докучаева В.Н. Филипповой, которая затронула ряд вопросов, связанных с изменением свойств почвы под влиянием 17-летнего пернода временн.

Проведение такой работы облегчалось наличием специального почвенного отчета, составленного почвоведом В.А. Калачевым и агрономом В.А. Зыковым, с которым познакомился почвенный отряд.

Позже, в течение 1963—1964 гг. под руководством В.П. Золотука и автора настоящей работы обследовалась территория совхоза. Было открыто 34 основных и 23 вспомогательных разреза, из которых отбирались образцы для анализа. Разрезы размещались на богарных и орошаемых участках, а также в непосредственной близости от тех точек, где они отрывалнсь Б.А. Калачевым в 1937 году. Это делалось с таким расчетом, чтобы сравнить прежние результаты анализов с настоящими, проведенными через 30 лет. Для исследований отбирался средний образец (из 3—5) каждой почвенной разности. Через некоторое время в 1982 г., мы с участием старших научных сотрудников Николаевской опытной станции А.Б. Белоконь, И.В. Шевель составнли описание почвенных разрезов и отбора образцов для проведения анализов.

Задача исследований состояла в том, чтобы выяснить, какие изменения происходят в почвообразовательных процессах в связи с длительным орошением. Для изучения этой проблемы мы сравнительно сопоставляли морфологическне особенности строения профиля, обращая особое внимание на физические и химические свойства почв прн поливе и в богарных условиях. В этом направленни использовались также аналитические данные Б.А. Калачева за 1937 г. и данные наших анализов образцов почв. Мы их отбирали с соответствующих слоев и разрезов орошаемых участков, близких к указанным на старой почвенной карте Б.А. Калачева.

Для отбора образцов вскрыли 15 разрезов на богарных делянках и 15 — на идентичных по рельефу, расположенных в непосредственной близости. Аналитические работы выполнили сотрудники химической лаборатории Херсонского филиала института "Укрземпроект".

Как и следовало ожидать, значительно изменились почвы Нижнего Приднепровья за 50 лет орошения. Да и есть от чего, в указанный срок с поливной водой, а также с минеральными и органическими удобрениями поступило в почву до 40 т/га карбонатов кальция. Это без учета ежегодного поступления солей в результате импульверизации. А оно превышает 200—250 кг/га, из которых половина приходится на агрессивные сульфаты и хлориды натрия, магния. В поливной воде из Днепра вообще преобладают гидрокарбонаты кальция и магния. Эта вода имеет близкую к нейтральной реакцию при содержании ионов натрия менее 30 % от суммы катионов. Значительное влияние длительное орошение оказывает на содержание гумуса и основных питательных веществ в почве (табл. 129). Содержание гумуса в слое 0—40 см на орошении возрастает от 0,81 до 1,37 %, или на 69 %. В то же время общее его количество в метровом профиле остается постоянным. Но гумуса на орошаемом поле больше только в пахотном слое, в нижележащих слоях его заметно меньше, на глубине же 85—90 см эти показатели близки по значению. Увеличение содержания гумуса в пахотном слое темнокаштановых почв объясняется внесением перегноя (за 50 лет — 300 т/га), а также введением восьмипольного севооборота с двумя полями многолетних трав, прошедшего пять ротаций.

Валовой азот и фосфор на всех почвенных разностях имеет тенденцию к увеличению. То же отмечается по их подвижным формам. Содержание подвижного калия на орошении в слоях 0—40 и 0—100 см заметно уменьшается, что связано прежде всего с малыми

Таблица 129. Содержание гумуса и питательных веществ в темнокаштановой почве совхоза "Городний Велетень" Херсонской области

Горизонты, см	Гумус, %	Условие (в %)		Подвижные, мг на 100 г почвы		
		N	P_2O_5	N	P_2O_5	K_2O
Неорошаемая 50 лет пашня						
0—40	0,81	0,073	0,074	1,12	3,37	27,74
0—100	0,87	0,051	0,073	0,63	1,98	23,09
Орошаемая 50 лет пашня						
0—40	1,37	0,080	0,088	1,87	7,070	18,37
0—100	0,88	0,056	0,077	1,46	3,82	16,83

нормами внесения. Повышение азотно-фосфорного баланса шло за счет органических удобрений и высокой обеспеченности минеральными удобрениями.

При длительном сельскохозяйственном использовании почвы в условиях орошения ее физические свойства изменяются незначительно и находятся в пределах допустимых. Долголетнее орошение почти не изменнло количественный и качественных состав поглощенных оснований в пахотном и подпахотном слоях, хотя на поливных участках наблюдается тенденция к уменьшению поглощенного кальция и некоторый рост поглощенного натрия. Полученные результаты по сравнительному исследованию орошаемых и неорошаемых почв совхоза "Городний Велетень" показали: прн длнтельном орошеиии пресными водами Днепра почвы снижают водопроницаемость и заметно уплотняются. Но засоление их при возделываннн нитенсивных культур в условиях орошения водой Нижнего Днепра не наблюдается. Верхний слой почвы (пахотный н подпахотный горизонты) распыляется, в нем начинают преобладать комковато-ореховая структура, что в неорошаемой почве не наблюдается.

Таким образом, при длнтельном орошении почв, с одной стороны, идет накопление гумуса, фосфора, азота, с другой — происходит определенное ухудшение нх физических свойств. Все это свидетельствует о более интенсивном биологическом круговороте веществ и большей емкости биологического круговорота при пятидесятилетнем орошении темнокаштановых почв совхоза.

Второй участок — Николаевская областная сельскохозяйственная опытная станция, почвы — южный чернозем, стационар. Под влиянием 10-летнего орошення в шести шестипольных севооборотах отмечается положнтельный баланс гумуса с максимумом в севооборотах с двумя полями люцерны. Несколько замедленные темпы накопления гумуса в севообороте, где 50 % площадей отведено под пропашные культуры — сахарную свеклу и сою. Наиболее низкне показатели роста колнчества гумуса в зерновом севообороте. Здесь сказывается отсутствие посевов люцерны, а насыщение севооборота на 83 % промежуточными посевами ие обеспечивает в достаточном количестве почву органическим веществом.

Положительный баланс гумуса за ротацию достигается за счет оптимальной структуры и научно обоснованного размещения культур в севооборотах, приоритет среди которых принадлежит люцерне (доля эффекта 75,8 %). Установлено также, что насыщение севооборотов люцерной и промежуточными посевами за ротацию увеличивает емкость поглощеиия основанием. В севооборотах достигнут положительный баланс питательных веществ — азота, фосфора, ка-

лия. Их динамика в процессе ротации аналогична закономерности, полученной по гумусу. Вместе с тем, в структуре поглощенного комплекса обнаружены и неблагоприятные явления, в частности рост поглощенного натрия в 1,5 раза. Это связано с поливами высокоминерализованными водами, характерными для Ингулецкой оросительной системы. Незначительно уменьшается количество обменного кальция. Однако, такие отрицательные тенденции нивелировались увеличением содержания гумуса в почве.

На основании наших стационарных опытов с кормовыми и зерно-кормовыми севооборотами, заложенными на южных черноземах, а также изучения пятидесятилетнего орошения на каштановых почвах установлено: поливы сами по себе создают предпосылки как для ухудшения, так и улучшения свойств почв. Последнее может происходить при оптимальном сочетании поливов с комплексом целенаправленных агротехнических мероприятий. В этом комплексе важная роль принадлежит оптимальной структуре посевов и чередованию культур с насыщением севооборотов многолетними травами, бобовыми, промежуточными культурами, посевами сидератов. С оптимальным использованием органических и минеральных удобрений, эффективных способов обработки почвы.

В стационарном опыте отмечается некоторое увеличение подвижных форм фосфора и калия, что объясняется внесением минеральных удобрений повышенными нормами. Наблюдается тенденция к снижению токсичности солей (сульфаты и хлориды натрия) в верхней метровой толще грунта. Заметных морфологических изменений в почве за период орошения водами Ингулецкой оросительной системы не наблюдалось.

Анализ проведенных исследований в стационарных опытах и фактическое положение, сложившееся в хозяйствах юга Украины при использовании орошаемых земель, вызывает особую озабоченность. Нарушение известных рекомендаций, отступление от элементарных технологических требований приводит к негативному воздействию орошения и сопровождающих его приемов на плодородие почвы. При этом предметом особого внимания специалистов должно стать качество оросительной воды, использование минерализации вод выше критического уровня степени опасности для засоления и осолонцевания почвы. Для оценки и контроля за последним важным показателем используют коэффициент сезонной аккумуляции солей (САС). Он представляет собой отношение осенних запасов солей в корнеобитаемом слое почвы к весенним, характеризующим передвижение и накопление легкорастворимых солей, т. е.

$$САС = \frac{К}{Н},$$

где САС — коэффициент сезонной аккумуляцни солей; К — конечный запас солей в почве, т/га; Н — начальный запас солей в почве, т/га.

Сюда же следует отнестн коэффициент увлажнения (Ку), он определяется отношением влагообеспеченности за биологически актнвный период (сумма атмосферных осадков, доступных для растений почвенных запасов влаги н оросительная вода) к испаряемости за этот же период. Характеризует изменения влагообеспеченности под влиянием метеорологических условий и орошения:

$$Ку = \frac{М+Р}{Е},$$

где Ку — коэффициент увлажнения; М — оросительная норма, $м^3$/га; Р — атмосферные осадки за вегетационный период, $м^3$/га; Е — испаряемость за вегетационный период, $м^3$/га.

Между коэффициентом увлажнения и коэффициентом сезоинной аккумуляции солей имеется тесная корреляционная связь. Учитывая эту завнсимость можно прогнозировать накопление солей в почве.

Расчеты показывают, что через каждые 4—5 лет для предотвращения осолонцеваиня орошаемых земель необходимо вносить на каштановых н черноземных почвах 2—4, на солоицеватых 5—12 т/га — гипса.

Оросительная вода — активно влияет на физическое состояние почвы. Важное значенне здесь имеют капли дождя, их размер, которые при ударе о поверхность почвы уплотняют ее верхний слой, кальматируют поры, заметно уменьшают ее фильтрацноиную способность, приводят к разрушенню нрригационной эрозии. При крупном капельном дождеванни наблюдается полегание растений, покрытие их слоем мелкозема. Спутники избыточных поливов — ирригационная эрозия, нарушение газо- и водообменов: разрушение водопрочных агрегатов. Применение несовершенной дождевальной техники полнва также приводит к разрушению структурных агрегатов почвы, потере гумуса, а орошение на уклонах более 0,03° к ирригационной эрозии.

Орошение черноземов, по многолетним данным Николаевской ГОСХОС, не всегда сопровождается потерей гумуса и других свойств почвенного плодородия. Оптимальная структура посевных площадей с отведением одной трети пашни под многолетние травы, оптимизация водного режима орошения в сочетании с внесением в достаточиом количестве органических и миперальных удобренний, с

рациональной обработкой почвы способствует сохранению, достоверному повышению содержания гумуса в почве.

Поэтому самая совершенная оросительная система, как показывает опыт Крымского НПО "Элита", не обеспечивает повышения урожайности, сохранения плодородия почвы, если все другие факторы интенсификации не будут применены своевременно и в определенном сочетании.

С этой точки зрения представляет интерес уравнение зависимости урожайности культур от комплекса факторов:

$$У = Уе \cdot Куд \cdot Коб \cdot Кпер \cdot Ксев \cdot Ксем \cdot Кмел,$$

где У — проектируемая урожайность; Уе — урожайность , отвечающая плодородню почвы; Куд — коэффициент повышения урожайности под воздействием органических и минеральных удобрений (от 1 до 3); Коб — коэффициент воздействия качества обработки почвы и ухода за растениями (от 1 до 1,15); Кпер — коэффициент оптимального агротехнического периода проведения работ (от 1 до 1,3); Ксев — коэффициент влияния севооборотов и предшественников (от 1 до 1,2); Ксем — коэффициент эффективности семеноводства (от 1 до 2); Кмел — коэффициент мелиорации земель, действия водно-воздушного режима почвы на урожай (от 1 до 0). Все факторы интенсификации способствуют росту плодородия почвы и повышению продуктивности культур (коэффициент от 1 до 3).

Характер мелиоративных мероприятий иной. Нарушение водного и воздушного режимов почвы ведет к снижению урожайности культуры и плодородия почвы (коэффициент от 1 до 0).

Минимальное содержание органического вещества для почв юга Украины не менее 2,5—3 %. Снижение этого показателя приводит к ухудшению структуры почвы, проявлению ирригационной эрозии, изменению биологических процессов в нежелательную сторону.

По данным Николаевской ГОСХОС, для поддержания такого содержания органики в почве на орошаемых землях необходимо вносить: не менее 15 т/га органических удобрений или эквивалентное количество измельченной соломы, пожнивных остатков с добавлением на каждую тонну 10 кг действующего вещества азота или запашки сидератов — 200—250 ц/га.

С помощью агротехнических приемов можно многие отрицательные явления устранить или уменьшить их негативное действие: предполивное щелевание междурядий пропашных культур в сочетании с умеренными поливными нормами полностью устранит водную эрозию, периодическая глубокая вспашка слитообразования.

Процессы засоления, часто сочетающиеся с заболачиванием корнеобитаемого слоя почвы, можно предотвратить в условиях технически современной оросительной системы введением короткоротационных севооборотов (6 полей и менее) с наличием многолетних трав, научно обоснованной технологии возделывания и режимов орошения сельскохозяйственных культур. При этом сохранение и повышение плодородия почвы практически гарантируется при наличии в структуре посевных площадей одной трети многолетних трав, бобовых культур, оптимизации орошения и удобрений. Таким образом, ухудшение плодородия поливных южных черноземов и каштановых почв не носит неизбежного характера. Плодородие почвы поддается широкому регулированию и улучшению, что положительно сказывается на повышении содержания гумуса в почве и урожайности культур при длительном орошении.

Приводя довольно подробное описание опытов по изучению влияния орошения на южные черноземы и каштановые почвы всесторонне анализируя их результаты, мы еще раз хотели подчеркнуть значение научного подхода к проблеме орошения черноземов и других типов почв, строжайшего соблюдения всего агротехнического комплекса мероприятий при организации поливов. Все эти приемы должны быть направлены на сохранение плодородия и его основы — гумуса, потерю которого ничем нельзя восполнить.

5. ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ТЕПЛОВЫХ РЕСУРСОВ — ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

5.1. ПОТРЕБНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ТЕПЛЕ

Солнечная радиация — важнейший фактор, обуславливающий произрастание и развитие сельскохозяйственных культур и их урожайность. Режимом солнечной раднации в значнтельной степенн определяется и уровень тепловых ресурсов. Поэтому сведения о ресурсах солнечной радиации территорни, особенно ее фотосинтетически активной части выступают основой агрометеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства. Данные о приходе фотосинтетически актнвной радиации ФАР по областям зоны орошения юга Украины рассмотрены в первом разделе этой книги.

Вся работа по интенсификации орошаемого земледелия должна быть строго подчинена принципу формирования фотосинтезирующих систем посевов, способных наилучшим образом использовать энергетические ресурсы территории — солнечную радиацию и тепло (Нечипорович А.А., 1956). Для решения этой задачи важным являются не только сведения об энергетических ресурсах территории, но и данные об энергетической потребности сельскохозяйственных культур. Здесь подразумевается количество приходящей ФАР (нлн сумма активных температур), необходимой растениям для прохождения полного вегетационного цикла или определенного межфазного периода с учетом биологического минимума температур. Впервые сведения о потребности некоторых культур в ФАР приведены в работе Н.И. Гойса, Н.А. Перелет, Н.Ф. Цупенко, 1977.

Нами эти сведения были расширены уточнены и дополнены для ряда культур на основанни результатов опытов по интенсивным севооборотам Николаевской ГОСХОС. Частично эти результаты опубликованы в работе Н.И. Гойса, А.О. Лымаря, Н.А. Перелет, 1986. Энергетнческая потребность конкретной сельскохозяйственной культуры определялась в виде суммы ФАР, приходящей к земной поверхности за время активной вегетации данной культуры. За начало вегетации приннмались даты сева по данным наших наблюде-

ний. Даты окончания вегетационного периода брались по датам фактической уборки. Кроме общей энергетической потребности за вегетационный период $П_{ВП}$, рассчитывалась потребность растений в энергии ФАР для прохождения наиболее ответственных фаз развития. Результаты приведены в табл. 130. В этой же таблице приведены данные Н.И. Гойса, Н.А. Перелет, Н.Ф. Цупенко (1977). Сравнение наших данных с данными названных выше исследователей приводит к таким выводам. Для некоторых сортов озимой пшеницы, среднепоздней кукурузы, люцерны согласование данных хорошее. Отдельные культуры демонстрируют заметное различие.

Так, для гороха и ярового ячменя наши данные на 11—16 % выше данных Н.И. Гойса, Н.А. Перелет, Н.Ф. Цупенко, что объясняется различием периодов, в которых произведено определение в работе Н.И. Гойса, Н.А. Перелет, Н.Ф. Цупенко определение сделано для периода посев — восковая спелость, а нами — для периода до уборки урожая. Для пожнивной гречихи и проса наши данные почти на 200 МДж/м^2 ниже данных Н И. Гойса, Н.А. Перелет, Н.Ф. Цупенко, которые определены при выращивании этих культур в качестве основных. Последние величины получены для периода посев — полная спелость или созревание. Но в пожнивных посевах развитие этих культур ограничено во времени, их зачастую убирают при частичной спелости, степень которой определяется условиями конкретного года. Очень высокое значение $П_{ВП}$ сахарной свеклы, полученное в наших опытах, объясняется поздними сроками уборки, выпавшей на третью декаду октября.

В табл. 130 приведены также статистические характеристики изменчивости $П_{ВП}$: средние квадратические отклонения и коэффициенты вариации C_v. Для зерновых культур, имеющих устойчивые сроки уборки, связанные с завершением вегетации, коэффициент варнации составляет от 2,5 до 6,0 %. Поскольку уборка урожая кормовых культур по срокам не имеет жесткой связи с наступлением определенной фазы развития, изменчивость и колебания величин П для этих культур увеличиваются, составляют от 8,4 до 23,8 %. Относительная устойчивость величины П позволяет использовать ее в качестве биоагроклиматического показателя данной сельскохозяйственной культуры.

При сравнении данных об энергетической потребности разных культур необходимо учитывать их различия в биологических минимумах температуры. Последние изменяются от 3—5 °С для относительно холодостойких озимых культур, гороха и т. п. до 10—15 °С для теплолюбивых — кукурузы, риса, огурцов, бахчевых и т. д.

Дата перехода через указанные температурные уровни, а, значит, и соответствующая им продолжительность периодов вегетации тоже

Таблица 130. Энергетическая потребность сельскохозяйственных культур в опытных орошаемых севооборотах*

Наименование культуры	Число годослучаев	П ±, МДж/м²	С, %	Экстремумы		Данные работы	Гойса Н. И. и др., 1977 г.
				min	max	П ±, МДж/м2	Пст.
Озимая пшеница (весенне-летний период)	35	1010±50	4,7	948	1121	1039±59	1039
Озимый ячмень (весенне-летний период)	13	937±40	4,0	860	960	—	—
Яровой ячмень (посев—уборка)	11	930±37	4,0	894	1040	880±75**	880**
Яровая пшеница	1	850	—	—	—	—	—
Кукуруза на зерно (средне-поздние гибриды)	6	1475±49	3,3	1400	1543	1400±92	1630
Просо (пожнивное)	41	630±65	10,3	452	836	918±75	1067***
Гречиха (пожнивная)	13	620±68	11,0	400	762	900±64	978***
Горох (посев-уборка)	12	955±24	2,5	945	1039	880±71	880**
Соя	6	1480±75	5,2	1330	1631		
Сахарная свекла	12	1754±115	6,5	1608	1955	1567±80	1600*****
Кукуруза МВС (на силос)	43	1020±96	9,5	828	1201	1089±74	1268
Кукуруза с соей на з/к	24	635±67	10,5	539	741		740
Многокомпонентная смесь на з/к	6	620±111	18,0	540	756	—	655
Эспарцет прошлого года (один укос)	10	555±103	18,6	466	732	—	561
Тритикале с викой на з/к	6	400±50	10,2	435	584	—	509
Озимая рожь с викой на з/к	16	470±69	14,1	370	596	—	486

Продолжение табл. 130

Наименование культуры	Число	П ±,	С, %	Экстремумы		Данные работы	Гойса Н. И. и др., 1977 г.
	годослучаев	МДж/м²		min	max	П ±, МДж/м2	Пст.
Озимая рожь с викой на з/к	11	510±47	19,0	445	584	—	513
Люцерна 1-го года	22	435±83	19,3	268	627	—	431
2-го года 1-й укос	24	535±106	19,7	366	720	527±69	527
-"- 2-й укос	24	450±110	23,8	365	740	456±50	456
-"- 3-й укос	24	432±77	17,9	294	630	302±51	302
-"- 4-й укос	24	290±85	29,2	189	393	402±18	402
За 4 укоса		1724			1687	1687	
3-го года 1-й укос	16	530±109	20,5	366	732	—	534
-"- 2-й укос	16	435±88	19,6	364	637	—	446
-"- 3-й укос	16	441±85	19,1	364	673	—	417
Люцерна 3-го года 4-й укос	16	285±89	31,0	180	399	—	315
За 4 укоса		1712				1712	
4-го или др. последнего года	10	530±90	18,4	426	696	—	530
Кукуруза (ранний сорт)							
Посев — выметывание						712±54	830
Посев — молочная спелость						1018±71	1182
Посев — полная спелость						1261±71	1470
Кукуруза (среднеспелый сорт)							
Посев — выметывание						792±59	922

Продолжение табл. 130

Наименование культуры	Число годослучаев	П ±, МДж/м²	С, %	Экстремумы		Данные работы	Гойса Н. И. и др., 1977 г.
				min	max	П ±, МДж/м2	Пст.
Посев — молочная спелость						1081±67	1260
Посев — полная спелость						1353±80	1574
Кукуруза (поздний сорт) — посев — полная спелость						1513±92	1630
Рис (посев — восковая спелость)							
Раннеспелый						1300±67	1940
Среднепозднеспелый						1470±76	2190
Овес							
Посев — молочная спелость						884±92	884
Посев — восковая спелость						1035±96	1035
Подсолнечник							
Посев — цветение						851±83	896
Посев — созревание						1206±100	1270
Суданская трава							
Посев — 1-й укос						691±58	805
1-й — 2-й укос						356±63	414
2-й — 3-й укос						230±29	268
3-й — 4-й укос						230±29	268

*Данные Николаевской ГОСХОС, 1980—1984 гг. ** — посев — восковая спелость, *** — посев — полная спелость, **** — посев — созревание, ***** — посев — уборка.

существенно разные. Все это делает данные об энергетической потребности таких культур несравнимыми между собой.

Для обеспечения сравнимости П различных культур и удобства агроклиматических расчетов при программировании урожая предлагаем истинные значения П, соответствующие биологическим минимумам температуры T_{min} данной культуры, приводить к условно "стандартному" периоду. Для этой цели нами использована приведенная у Н. И. Гойса, Н. А. Перелет, Н. Ф. Цуренко (1977) связь прихода ФАР за период, ограниченный датой перехода среднесуточной температуры через любой уровень Т, с приходом ФАР за период, ограниченный среднесуточной температурой 5 °С. Именно он нами условно принят за стандартный. Эта связь выражается формулой:

$$(T) = K \cdot Q_{\phi} \ (5\ ^{\circ}C), \qquad (5.1)$$

где коэффициент К зависит от уровня ограничивающих температур Т (табл. 131).

Таблица 131. Зависимость коэффициента К (Т) в формуле (5.1) от среднесуточной температуры Т °С, ограничивающей вегетационные периоды

Т °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,85	0,92	0,89
10	0,86	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67				

Значения энергетической потребности сельскохозяйственной культуры, приведенной к "стандартному" ВП, получаем путем деления истинного значения П (T_{min}) на коэффициент К(Т) из табл. 131:

$$П_{ст} = \frac{П(T_{min})}{K(T)} \qquad (5.2)$$

Таким способом были рассчитаны "стандартные" значения энергетической потребности различных культур $П_{ст}$ (табл. 130).

Теперь рассмотрим применение этих результатов для решения конкретных задач в условиях орошения земель Николаевской области.

Согласно табл. 130 энергетический резерв после уборки озимой пшеницы в зоне орошения земель Николаевской области составляет 1047 МДж/м^2. Определим возможности использования этого резерва для получения второго урожая, решив поставленную задачу для двух культур — раннеспелых гибридов кукурузы на зеленый корм (уборка в фазу выметывания метелки) и гречиха на зерно. Из табл. 130 определяем стандартные значения энергетической потребности этих культур: $П_{ст}$ (кукуруза) = 830 МДж/м^2, $П_{ст}$ (гречиха) = 970 МДж/м^2. Сравнивая эти значения $П_{ст}$ с энергетическим резервом, видим, что обе культуры можно выращивать в повторных посевах.

Потребность сельскохозяйственных культур в суммах активных и эффективных температур хорошо освещена в отечественной агрометеорологической научной и справочной литературе. Поэтому на этом вопросе мы не останавливаемся, тем более, что нашими исследованиями (Н.И. Гойса, А.О. Лымарь, Н.А. Перелет, 1986) установлена тесная взаимосвязь между потребностью растений в суммах температур и ФАР. Эта связь тесная и прямолинейная. Она характеризуется коэффициентами корреляции $\eta = 0{,}86 \pm 0{,}06$ и описывается следующими уравнениями:

$$Q_{ВП} = 0{,}50 \Sigma T_{а,вп} (\geq 5\ °C) + 223, \qquad (5.3)$$
$$Q_{ВП} = 0{,}74 \Sigma T_{эф,ВП} (\geq 5\ °C) + 115.$$

Поскольку измерения ФАР на станциях Гидрометслужбы не производятся, а данные о суммах температур имеются повсеместно, приведенные формулы можно использовать для расчета потребности растений в ФАР. По нашей оценке, средняя ошибка расчета составляет 5—7 %, что вполне допустимо для решения многих агроклиматических задач, в частности такой из них как агроклиматическое обеспечение программирования урожая.

5.2. ИНДЕКС ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

5.2.1. ГРАФИК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА ОСНОВНЫМИ КУЛЬТУРАМИ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Один из путей интенсификации орошаемого земледелия — наиболее полное заполнение вегетационного периода вегетирующими растениями. При подборе культур и их чередованием в интенсивных севооборотах необходимо руководствоваться следующими требованиями:

— достаточное воспроизводство почвенного плодородия;

— гарантированное обеспечение необходимого фитосанитарного состояния почвы;

— максимальных выход хозяйственно-полезной продукции высоко качества;

— минимилизация расходов ресурсного потенциала.

Предлагаемая система орошаемых севооборотов в комплексе с системой обработки почвы и других агротехнических, агрохимических и мелиоратнвных мероприятий позволяют решить эти задачи. Наглядная иллюстрация использования ресурсов солнечной радиации и тепла

представлена на рис. 4. Ресурсы тепла и солнечной радиации представлены среднемесячной температурой воздуха и средними значениями суточных норм ФАР. Анализируя этот рисунок, можно сделать следующие выводы:

— ресурсы тепла и солнечной радиации в приведенных примерах используются довольно активно;

— на отдельных полях некоторая потеря энергетических ресурсов допускается из-за нарушения сроков сева.

Так, на поле, где озимая рожь с викой на зеленый корм, сев поукосной кукурузы с соей произведен с опозданием примерно на 25 дней. При сложившихся температурных условиях сев кукурузы на зерно можно было провести не 4 мая, а 18 апреля, когда имел место переход среднесуточной температуры воздуха через 10°С; сев сои — 4 мая, когда наблюдался переход температуры через 15°С, а не 17 числа этого месяца.

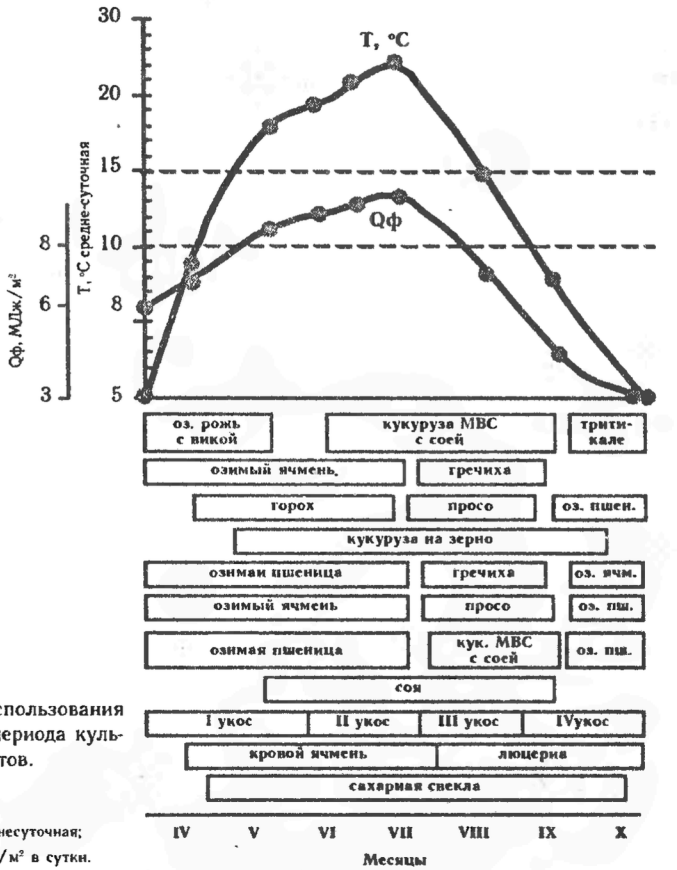


Рис. 4. График использования вегетационного периода культурами севооборотов.

Обозначения:

——— — Т °С среднесуточная;

— — — — Qф Мжд/м² в сутки.

5.2.2. ПОНЯТИЕ ОБ ИНДЕКСЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И МЕТОДИКА ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Оценка эффективности использования энергетических ресурсов территории, в основе которой определение прихода ФАР и сумм эффективных температур, достигается путем применения индекса использования энергетических ресурсов ИИЭР. Он выражает процентное отношение ФАР, приходящей за время, когда поля заняты посевами сельскохозяйственных культур, к приходу ФАР за стандартный вегетационный период $Q_{вп}^{ст.}$:

$$ИИЭР = \frac{Q_{вп}^{осн.} + Q_{вп}^{пожн.} + Q_{вп}^{оз.}}{Q_{вп}^{ст.}} \cdot 100\% . \qquad (5.4)$$

Здесь в числителе приход ФАР за период выращивания основной и пожнивной культур и за весенний период развития озимой культуры.

Повысить ИИЭР можно путем строгого соблюдения сроков сева и уборки выращиваемого урожая. Значения этой величины за все годы исследований по изучаемым 6 севооборотам приведены в табл. 133.

Для определения величин $Q_{вп}^{ст.}, Q_{вп}^{осн.}, Q_{вп}^{пожн.}, Q_{вп}^{озю}$. предлагается использовать кривые накопления ФАР за конкретный год. Примеры таких кривых приведены на рис. 6, а пример расчета ИИЭР — в табл. 133. Исходными данными являются даты перехода температуры через 5 °С (24 марта и 12 ноября), накопленные суммы ФАР на эти даты, снятые с графика рис. 3, записываются в заглавную часть табл. 133. По разности накопленных сумм определяют приход ФАР за стандартный вегетационный период.

$$Q_{вп}^{ст.} = 2200 - 280 = 2010 \text{ МДж/м}^2$$

Даты сева и уборки всех культур заносятся в соответствующие строки таблицы, а под датами записываются снятые с рис. 5 накопленные на эти даты суммы ФАР. Для каждого посева определяются суммы использованной ФАР Qи как разницы между суммами ФАР, накопленными на даты уборки и сева. Затем все значения использованной ФАР суммируются и вычисляются ИИЭР как процентное отношение этой суммы к $Q_{вп}^{ст.}$.

Из таблицы 133 видно, насколько сильно влияют повторные посевы на эффективность использования потенциальных ресурсов вегетационного периода. Так, при посеве только этой культуры, например, гороха ИИЭР составляет 48 %, а при наличии повторных

Таблица 132. Индекс использования энергетических ресурсов в зависимости от набора культур в полях изучаемых севооборотов*

Культуры в поле севооборота			ИИЭР		
первая	вторая	третья	средний	от	до
КОРМОВЫЕ НАБОРЫ					
Люцерна II-го года вегетации			1,00	1,00	1,000
-"- III-го года			0,992	0,949	1,000
Тритикале с викой на з/к	кукуруза на з/к с люцерной		0,984	0,960	0,995
Многокомпонентная смесь	кукуруза МВС с эспарцетом		0,974	0,945	0,986
Оз. пшеница с викой на з/к	кукуруза на з/к с эспарцетом		0,971	0,941	0,994
Многокомпонентная смесь	люцерна	—	0,950	0,950	0,952
Сахарная свекла	—	—	0,946	0,901	0,982
Люцерна IV года	кукуруза МВС с соей	оз. пшеница с викой на з/к	0,885	0,790	0,940
Многокомпонентная смесь	кукуруза МВС с соей	оз. пшеница (или оз. рожь)	0,869	0,793	0,918
Оз. пшеница с викой на з/к	кукуруза МВС с соей	оз. рожь с викой на з/к	0,866	0,822	0,931
Оз. рожь с викой на з/к	кукуруза МВС с соей	тритикале с викой на з/к	0,858	0,824	0,905
Оз. рожь с викой на з/к	кукуруза МВС с соей	оз. пшеница с викой на з/к	0,844	0,716	0,913
Эспарцет	кукуруза МВС с соей	оз. рожь с викой на з/к	0,836	0,775	0,904
Оз. рожь с викой на з/к	кукуруза МВС с соей	—	0,739	0,666	0,805
СМЕШАННЫЕ НАБОРЫ КУЛЬТУР					
Озимая пшеница с люцерной			1,00	1,00	1,00
Яровой ячмень с люцерной			0,962	0,884	1,00
Оз. пшеница (яр. ячмень)	кукуруза МВС с соей	оз. пшеница	0,922	0,890	0,963

Культуры в поле севооборота			ИИЭР		
первая	вторая	третья	средний	от	до
ЗЕРНОВЫЕ НАБОРЫ					
Оз. пшеница	просо	люцерна	0,973	0,956	0,988
Оз. пшеница	просо	оз. ячмень	0,962	0,949	0,988
Горох	просо	оз. пшеница	0,929	0,851	0,970
Оз. пшеница	просо	оз. пшеница	0,922	0,867	0,981
Оз. пшеница	гречиха	оз. ячмень	0,912	0,862	0,969
Горох	просо	оз. ячмень	0,909	0,845	0,970
Оз. пшеница	гречиха	—	0,865	0,817	0,929
Оз. (яр.) ячмень	просо	оз. пшеница	0,858	0,807	0,914
Оз. (яр.) ячмень	просо	—	0,841	0,782	0,902
Оз. ячмень	гречиха	—	0,824	0,815	0,834
Кукуруза на зерно	—	—	0,778	0,745	0,829
Соя	—	—	0,774	0,710	0,867

*Данные Николаевской ГОСХОС.

Таблица 133. Индекс использования энергетических ресурсов (ИИЭР) в опытных интенсивных севооборотах Николаевской ГОСХОС, 1980—1985 гг.

Севооборот	Структура посева	ИИЭР по севообороту	В т. ч. ежесуточные %
ТЕХНИЧЕСКАЯ — 50			
Плодосменный	зерновые — 17 кормовые — 33	0,943	0
Кормо-зерновой	зерновые — 50 кормовые — 50	0,956	50
Зерно-кормовой	зерновые — 67 кормовые — 33	0,934	67
Зерновой	зерновые — 100 кормовые — 0	0,868	83
Кормовой	зерновые — 0 кормовые — 100	0,926	67
Кормовой	зерновые — 0 кормовые — 100	0,880	100

Таблица 134. Определение индекса использования энергетических ресурсов интенсивным севооборотом*

Возобновление вегетации (переход температуры через 5 °С) 24 марта.
Накопленная сумма ФАР на эту дату 280 МДж.м$^{-2}$.
Прекращение вегетации 12 ноября.
Накопленная сумма ФАР на эту дату 2290 МДж.м$^{-2}$
Приход ФАР за вегетационный период $Q_{вп}^{ст.}$ = 2010 МДж.м$^{-2}$.

N поля	1	2	3	4	5	6
Культуры	Горох, просо, озимый ячмень	Озимый ячмень, просо	Кукуруза на зерно	Горох, просо, озимая пшеница	Озимая пшеница, просо, озимый ячмень	Озимый ячмень, гречиха
Дата 1-го сева	17,03	—	27,04	17,03	—	—
Накопленная сумма ФАР, МДж.м$^{-2}$	240	—	555	240	—	—
Первый урожай У1						
Дата уборки	25,06	22,06	25,09	25,06	28,06	22,06
Накопленная сумма ФАР	1200	1158	2070	1200	1237	1158
Использ.Qи (1)	960	918	1516	960	997	918
Дата 2-го сева	7,07	7,07	—	8,07	8,07	7,07
Накопленная сумма ФАР	1328	1328	—	1340	1340	1328
Второй урожай У2						
Дата уборки	26,09	26,09	—	27,09	27,09	27,09
Накоп. Qф	2080	2080	—	2090	2090	2090
Использ. Qи (2)	752	752	—	750	750	750
Дата 3-го сева	27,09	—	—	27,09	27,09	—
Накопленная сумма ФАР	2090	—	—	2090	2090	—
Использ. $Q_и$ (3)	200	—	—	200	200	—
$Q_и(1)+Q_и$ (2) + $Q_и$ (3)	1912	1670	1515	1910	1947	1668
ИИЭР, %	95,0	83,1	75,4	95,0	96,8	83,0

*Николаевская ГОСХОС, 1983, севооборот N 4.

посевов проса и озимого ячменя его значение повышается до 96 %. Высокие значения ИИЭР характерны для культур с большой продолжительностью вегетационного периода. Для кукурузы, скажем, он в пределах 74—76 %, а для сахарной свеклы — превышает 90 %. Наибольший эффект использования энергетических ресурсов в смешанных севооборотах зерновых и кормовых культур. Здесь ИИЭР достигает 93—96 %, а в чисто кормовых — 87—92 %, зерновых — 75—90 %.

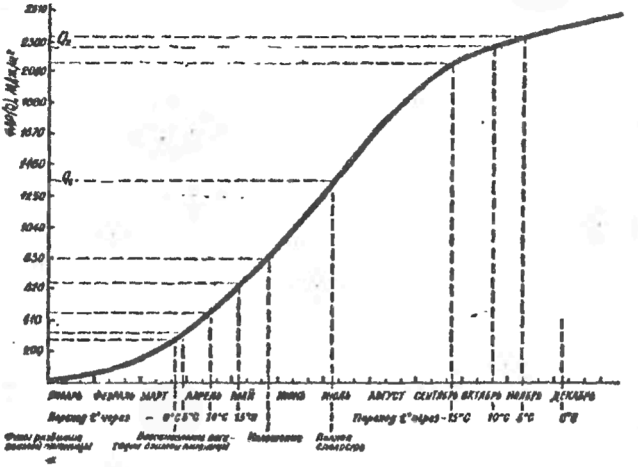


Рис. 5. График расчета энергетического резерва для поукосных и пожнивных посевов в Николаевской области.

Предложенное нами понятие ИИЭР перекликается с понятием коэффициента использования ФАР во времени, предложенным В. В. Коломейченко, 1974. Последний показывает, какая доля ФАР от поступившей за потенциальный ВП ($Q_{вп}^{ст.}$) приходится на данный посев за время работы листьев каждого укоса или каждой промежуточной культуры. В отличие от Коломейченко мы в используемую растениями долю $Q_и$ включаем и ту, что накапливается в период от посева до всходов, когда листьев еще нет.

Для повышения индекса использования энергетических ресурсов в орошаемых севооборотах большое значение имеют посевы озимых на зеленый корм в смеси с рапсом и викой, озимой пшеницы на зерно. Они позволяют эффективно использовать энергетические ресурсы осени и весны, освобождая рано поля для поукосных и пожнивных посевов. В зависимости от насыщения севооборотов этими культурами и умелого их сочетания с другими — возрастает индекс использования энергетических ресурсов.

5.3. КПД ФАР КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТАХ И СЕВООБОРОТОВ

5.3.1. НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

В качестве общепринятого показателя эффективности использования растениями солнечной радиации и ее фотосинтетически активной части ФАР применяется коэффициент полезиого действия КПД посевов по приходящей η_Q и поглощенной $\eta_п$ радиации:

$$\eta_Q = \frac{\lambda_{ср} У_Б}{Q_{вп}} \cdot 100\%; \qquad (5.5)$$

$$\eta_п = \frac{\lambda_{ср} У_в}{П} \cdot 100\%. \qquad (5.6)$$

Здесь $У_Б$ — биологический урожай сухой надземной фитомассы посева (для сахарной свеклы и других культур с корнеплодами дополнительно включается урожай сухой массы корнеплодов) в кг/м^2 посева; $\lambda_{ср}$ — среднее для растений значение массовой теплоты сгорания (калорийность) в МДж/кг; $Q^к_{Вп}$ и п — суммарная солнечная радиация — интегральная или фотосинтетически активная, приходящая на посев данной культуры (к) и поглощенная им за период формирования биологического урожая фитомассы.

Первый из этих коэффициентов η_Q характеризует, по высказыванию Х.Г. Тооминга (1984), эффективность использования растениями единицы посевной площади за вегетационный период (ВП) данной культуры. Если при расчете этого коэффициента используется значение солнечной радиацин, приходящей за весь возможный или потенциальный вегетационный период ПВП, то тогда η_Q характеризует не только эффективность использования посевной площади, но и — энергетических ресурсов данной территории.

Впервые применение двух КПД (за ВП данной культуры и за потенциальный ВП) для характеристики эффективности использования солнечной энергии посевами сельскохозяйственных культур предложил А.А. Нничипорович (1963). Затем эта идея была развита В.В. Коломейченко (1974), который предложил понятие индекса использования энергетических ресурсов. Легко установить, что отношение коэффициентов $\eta_{Qпвп}$ и $\eta^к_{Qвп}$ тождественно предложенному выше индексу ИИЭР:

$$\frac{\eta_{Q_{пвп}}}{\eta^{к}_{Q_{вп}}} = \frac{\lambda_{ср} У_{Б}}{Q_{пвп}} : \frac{\lambda_{ср} У_{Б}}{Q^{к}_{вп}} = \frac{Q^{к}_{вп}}{Q_{пвп}} \quad \text{ИИЭР} . \tag{5.7}$$

Второй из приведенных выше коэффициентов характеризует эффективность фотосинтетической деятельности растений в течение вегетации, т. е. активность усвоения растениями углекислоты в процессе фотосинтеза и экономичность их дыхания.

Кроме КПД посевов, рассчитанного по общему урожаю биомассы, используется также хозяйственный КПД $\eta_{хоз}$, определяемый по урожаю сухой массы хозяйственно полезных органов $У_{хоз}$ (зерна, корнеплодов и др.), или хозяйственно полезных веществ (белков, сахаров, жиров, перевариваемого протеина и др.):

$$\eta_{хоз.} = \frac{\lambda_{хоз.} \cdot Y_{хоз.}}{Q^{к}_{вп}} \cdot 100\% . \tag{5.8}$$

Коэффициенты $\eta_{хоз}$ и $\eta^{вп}_{Q}$ связаны соотношением:

$$\eta_{хоз.} = \frac{\lambda_{хоз.}}{\lambda_{ср.}} K_{хоз.} \eta_{хоз.} h_{Q} . \tag{5.9}$$

Здесь $\lambda_{хоз}$ — массовая теплота сгорания (калорийность) хозяйственно полезных органов или веществ, $K_{хоз} = У_{хоз.}/У_{Б}$ — коэффициент хозяйственного выхода продукции.

Наряду с коэффициентами полезного действия эффективность использования солнечной радиации посевами сельскохозяйственных культур может характеризоваться коэффициентами энергопотребления. Последние, по аналогии с коэффициентами водопотребления, представляют собой величины, численно равные количеству солнечной радиации (поступающей на посевы или поглощенные ими, приходящейся на единицу продукции (МДж/кг), образованной данной сельскохозяйственной культурой в конкретно сложившихся условиях произрастания за определенный период развития.

$$q_{зм} = \frac{Q^{к}_{вп}}{У_{зм}}; q_{см} = \frac{Q^{к}_{вп}}{У_{см}}; q_{кед} = \frac{Q^{к}_{вп}}{У_{кед}}; q_{пр} = \frac{Q^{к}_{вп}}{У_{пр}} , \tag{5.10}$$

Здесь $q_{зм}, q_{см}, q_{кед}, q_{пр}$ — коэффициенты энергопотребления растений на образование соответственно единицы зеленой и сухой фитомассы (МДж/кг), одной кормовой единицы (МДж/кед), единицы массы перевариваемого протеина (МДж/г); $У_{зм}$ — урожай зеленой массы (кг/м^2); $У_{кед}$ — урожай кормовых единиц (кед/м^2); $У_{пр}$ —

урожай перевариваемого протеина (г/м^2); $Q^к_{вп}$ — ФАР, поступившая на посевы за период формирования урожая, в МДж/м^2.

Коэффициенты энергопотребления в расчете на сухую массу $q_{см}$ представляет собой величину, обратно пропорциональную КПД:

$$q_{см} = \frac{\lambda_{ср}}{\eta_Q}, \qquad (5.11)$$

Значения $q_{зм}$, $q_{см}$, $q_{кед}$ и $q_{пр}$ определялись для каждой культуры, а для люцерны — по каждому укосу. Данные об урожае зерна приведены к стандартной влажности 14 %. В сахарной свекле определялась сахаристость. .

Количество кормовых единиц и содержание перевариваемого протеина определялось по общепринятой в таких опытах методике. Их наличие в фитомассе данного вида растений зависит в некоторой степени от условий выращивания. Поскольку четких закономерностей в этой зависимости не установлено, пользовались средними значениями этих величин (в процентах от сухой фитомассы).

Из формулы (5.6) следует, что для получения значений η_Q и $\eta_к$ необходимо иметь сведения о биологическом урожае фитомассы $У_Б$, о среднем для данной культуры значении массовой теплоты сгорания (калорийности), а также о приходящей и поглощенной солнечной радиации за период формирования $Q_{вп}$ и π.

Для определения поглощенной за ВП ФАР необходимо, кроме сведений о динамике прихода ФАР в виде суточных сумм, иметь данные о динамике коэффициентов поглощения ФАР посевами. Последнее сопряжено со значительными трудностями и не всегда осуществимо, вследствие чего мы ограничились рассмотрением КПД посевов по приходящей ФАР, значение которого можно определить и при отсутствии актинометрических наблюдений в пункте проведения опытов. В этом случае приходящая за ВП (нли его часть) ФАР может быть определены косвенным путем.

Во-первых, приходящая за ВП ФАР (от сева до полной спелости или за другой межфазный период) может быть принята равной энергетической потребности данной культуры. Сведения об этой величине приведены в табл. 130. Другой путь определения $Q_{вп}$ заключается в использовании накопительной кривой ФАР. Он описан выше.

5.3.2. СВЯЗЬ МАССОВОЙ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ С СОДЕРЖАНИЕМ ПРОТЕИНА

Для определения значений КПД посевов существенное значение имеет массовая теплота сгорания λ (калорийность). Ее экспериментальное определение довольно затруднительно, поэтому ограничимся рассмотрением и использованием литературных данных, обстоятельный обзор которых приведен в монографии (Г.Х. Тооминг, 1984). Значения λ веществ, входящих в состав растительной массы, получены японскими авторами Окубо, Ойсуми и Хошино (табл. 135).

Из таблицы видно, насколько существенны различия в калорийностн различных веществ. Поэтому естественно, что в зависимости от состава фитомассы среднее значение массовой теплоты сгорания $\lambda_{ср}$ различиых культур должно заметно меняться. По данным Х.Г. Тооминг (1984), $\lambda_{ср}$ культуриых растений колеблется в пределах от 15,9 МДж/кг$^{-1}$ (ежа сборная) до 19,7—20,9 МДж/кг$^{-1}$ (Тимофеевка луговая, костер безостый). Исследования Н.И. Гойса, А.П. Ларина, Н.А. Перелет (1970) показывают, что $\lambda_{ср}$ озимой пшеницы меняется по фазам развития, возрастая в течение весенне-летнего периода от 16,5 МДж/кг$^{-1}$ в период стеблеобразования, 16,7 МДж/кг$^{-1}$ в период колошения—цветения до 17,1—17,3 МДж/кг$^{-1}$ в фазу молочной и восковой спелости. Значение $\lambda_{ср}$ кукурузы в период созревания, по данным А.П. Ларина, С.И. Лебедева (1978) составляет 16,7 МДж/кг$^{-1}$, в том числе λ зерна равно 17,0 (А.П. Ларин, С.И. Лебедев, 1978, и Й. Мурата, 1972), листьев — 14,7 и стеблей — 15,4 МДж/кг$^{-1}$ (А.П. Ларин,

Таблица 135. Массовая теплота сгорания (калорийность) важнейших химических компонентов, входящих в состав растительиой массы*

Вещество	МДж λ, кг$^{-1}$	Вещество	МДж λ, кг$^{-1}$
Крахмал	17,5	Лейцин	27,2
Целлюлоза	17,6	Протеин сырой	23,0
Сахароза	16,5	Лигнин	26,4
Глюкоза	15,5	Этанол	29,7
Сырое волокно	17,6	Трипалметин	38,9
Глицерин	13,0	Изопрен	46,9
Оксалатная кислота	2,8	Палмитнновая кислота	39,4
Жиры	38,9		

*Данные Х. Г. Тооминг, 1984.

С.И. Лебедев, 1978). Значения $\lambda_{ср}$ ряда других культур, заимствованы из литературных источников, сведены в табл. 136. Отметим, что значение $\lambda_{ср}$ целых растений сои получены на основании данных Й. Мурата, 1972, о калорийности бобов и остальной части растений и наших данных о доле зерна в общей надземной массе сои.

Таблица 136. Литературные данные о массовой теплоте сгорания (калорийности) различных сельскохозяйственных культур

Наименование культуры, ее частей, фаз развития	λ ср., МДж.кг$^{-1}$ и ссылка на литературу
Озимая пшеница, целые растения по фазам	16,5—16,8 Н.И. Гойса, А.Н. Ларин,
рост стеблей	И.А. Перелет, 1970
колошение — цветение	16,5—16,9 -"-
молочная спелость	17,1—17,3 -"-
восковая спелость	17,3—17,5 -"-
Кукуруза, целые растения	16,7 А.П. Ларин, С.Й. Лебедев, 1978
зерно	17,0 А.П. Ларин, С.Й. Лебедев, 1978 и Й. Мурата, 1972
стебли	16:4 А.П. Ларин, С.Й. Лебедев, 1978
листья, репродуктивный период	17,6 Г.И. Устенко, 1963
в конце ВП	10,5 -"-
Рис, целые растения	15,7 Й. Мурата, 1972
Сахарная свекла	17,2 -"-
Соя, целые растения	19,1 (наш расчет)
бобы	23,1 -"- и Й. Мурата, 1972
остальные части растения	16,1 -"-
Люцерна	1961 Х. Г. Тооминг, 1969
Клевер белый	19,1 -"-
Плевел многолетний	17,4 -"-
Ежа сборная	15,9 Э. Бауэр, 1980
Тимофеевка луговая	19,7—20,9 М. И. Бузыко, 1963
Костер безостый	19,7—20,9 -"-
Капуста белокочанная	16,3—17,6 -"-
Картофель, целые растения	17,6—18,4 В. И. Костюк, 1980
то же	18,4 В. И. Шатилов, 1976
то же	12,1—17,2 В. Н. Шевцов, 1976
стебли и клубни, в среднем,	17,2 И. С. Шатилов, 1970
листья	17,9—20,7 Г. Х. Тооминг, 1978

Как видно из табл. 136, значения $\lambda_{ср}$ меняются довольно существенно. Одним из факторов, определяющих изменчивость величин $\lambda_{ср}$, выступает различие в содержании таких высококалорийных веществ, как белки и жиры у разных культур. Без учета этого обстоятельства можно допустить значительные ошибки в КПД ФАР, особенно при сравнительной оценке продуктивности различных сельскохозяйственных культур. Чтобы учесть это обстоятельство, была предпринята попытка выявить зависимость между $\lambda_{ср}$ и процентным содержанием протеина ($P_{пр}$) в сухой надземной фитомассе. Такое сопоставление удалось выполнить для 5 культур наших севооборотов (кукурузы, озимой пшеницы, сахарной свеклы, люцерны и сои), имеющих литературные данные о протеине. Оказалось, что связь между $\lambda_{ср}$ и $P_{пр}$ близка к прямолинейной и аппроксимирована уравнением:

$$\lambda_{ср} = 15{,}5 + 0{,}25\ P_{пр}. \qquad (5.12)$$

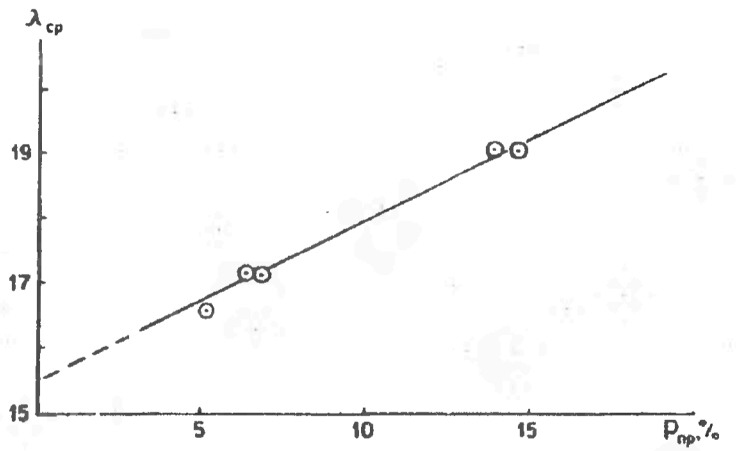


Рис. 6. Зависимость средней для растений массовой теплоты сгорания $\lambda_{ср}$ (МДж/кг$^{-1}$) от содержания перевариваемого протеина $P_{пр}$ (в % от сухого вещества).

Используя эту формулу и данные о среднем содержании протеина в сухой растительной массе различных культур и их сочетаниях, получили необходимые для определения КПД ФАР значения калорийности $\lambda_{ср}$ (табл. 137).

Таблица 137. Процентное содержание протеина ($Р_{пр}$) и средние для растений значения массовой теплоты сгорания (калорийности)

Культура или их сочетание	$Р_{пр}$, %	λ, МДж/кг
Многокомпонентная смесь	15,6	19,4
Соя	14,6	19,1*
Люцерна	13,9	19,1*
Эспарцет	12,7	18,6
Горох	10,5	18,1
Тритикале с викой на з/к	10,4	18,1
Кукуруза МВС с соей	9,1	17,8
-"- с эспарцетом	9,1	17,7
Озимая рожь с викой	9,0	17,7
Озимая пшеница с викой	7,3	17,4
Сахарная свекла	6,6	17,2*
Озимая пшеница	6,3	17,3*
Гречиха	6,0	17,0
Просо	4,8	16,6
Кукуруза	5,1	16,7*
Озимый ячмень	4,8	16,6

Примечание: (без звездочки — рассчитанные по формуле (5.12), со звездочкой — по литературным данным — для культур и их сочетаний в интенсивных орошаемых севооборотах Николаевской ГОСХОС.

5.4. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КПД ФАР

Исследования КПД растений начались сравнительно давно. Как следует из работы академика В.И. Вернадского (М.И. Будыко, 1953), по расчетам Буссенго, выполненным еще в начале XX века, зеленое культурное поле может усвоить около 1 % приходящей солнечной энергии, превращая ее в органическое вещество. Аррениус полагает, что в интенсивной культуре эта величина может достигать 2 %. В России первые исследования эффективности усвоения солнечной радиации выполнены А.Г. Дояренко (1963). Им впервые был предложен в качестве показателя эффективности усвоения солнечной радиации технический коэффициент ее использования, смысл которого совпадает с указаным выше современным понятием КПД ФАР.

Начиная с 60-х годов, нсследованиия КПД сельскохозяйственных культур в значительной степени активизируются. Особая заслуга в этой области принадлежит А.А. Ничипоровичу, заложившему теоретические основы эффективности использования солнечной радиации сельскохозяйственными растениями (А.А. Ничипорович, 1956, 1963). В дальнейшем эти идеи получили развитие в работах А.И. Будаговского, Ю.К. Росса, 1966, Х.Г. Тоомнига, 1969, 1977 и других исследователей. Экспериментальные работы в этом направленни выполнены Д.А. Алиевым, 1974 г., В.В. Коломийченко, 1979 г., А.П. Лариным и С.И. Лебедевым, 1978 г., З.И. Починком и др., 1968 г., И.С. Шатиловым и др., 1970 г., многими другими авторами.

Одним из важных аспектов исследований эффективности использования солнечной радиации сельскохозяйственными культурами является установление их потенциальных возможностей. Знание потенциальных значений КПД $\eta_{Q,п}$ необходимо для решения задач программирования урожаев, перспективного планирования в интенсивном земледелии, а также для решения задач селекции сортов и видов с более высокими потенциальными возможностями.

Теоретическая оценка потенциально возможных КПД посевов по приходящей ФАР (средних его значений за периоды вегетации сельскохозяйственных культур) сделана А.А. Ничипоровичем (1956, 1963), Х.Г. Тоомингом (1974), И.А. Муреем и И.А. Шульгиным, 1978. Так, в работе А.А. Ничипоровича, 1982, средние за ВП значения КПД подразделяются на следующие группы: обычно наблюдаемые — 0,5—1,5 %, хорошие — 1,5—3,0 %, рекордные — 3,5—5,0 %, теоретически возможные — 6,0—8,0 %. По оценкам Х.Г. Тоомнига и А.Г. Каллиса, 1974, теоретически возможный КПД посева ячменя несколько ниже предполагаемого Ничипоровичем и составляет около 5 %.

Экспериментальные определения $\eta_{Q,п}$ в значительной степени затруднены многофакторностью связей и его сильной изменчивостью. По этой причине отдельно взятые значения КПД малоинформативны. Прежде всего η_Q сильно зависит от сроков сева, плотности посева, количества минеральных удобрений, возраста растений и меняется в течение вегетационного периода культуры почти от нулевых до максимальных значений в периоды предельного развития листовой поверхности. При благоприятных условиях развития максимальные значения $\eta_{Q,max}$ кукурузы в фазу выметывания метелки достигают, по данным Г.П. Устенко (1963), 12,5 %, а по нашим данным — 10—13 %, $\eta_{Q,max}$ озимой пшеницы различных сортов в фазу колошения составляет 7—12 % (В.П. Бусенко, 1980). Значения КПД ФАР в период максимальных приростов играют важную роль при исследованиях, направленных на создание полноценных высоко-

урожайных посевов. Такая цель, как правило, достигается оптимизацией густоты и размещения растений в посевах (Х.Г. Тооминг, 1982). Как уже отмечалось, процесс усвоения приходящей солнечной энергии тесно связан с возрастом растительности. Но существуют так называемые "мгновенные" значения КПД, обусловленные определенной на данный момент фазой развития посевов и конкретными условиями их жизнедеятельности (уровнем тепло- и влагообеспеченности, минерального питания). Значительное влияние на полноту использования этих факторов оказывает изменчивость радиационного режима. По И.А. Шульгину и И.П. Щербине, 1981, при изменчивом режиме ФАР, вызванном переменной облачностью, КПД посевов ниже, чем при стабильном приходе ФАР. Объясняется это тем, что для адаптации фотосинтетического аппарата к переменным радиационным условиям требуется не только время, но и определенная затрата энергии.

В связи с этим общая характеристика процессов формирования продуктивности на основе "мгновенных" значений КПД представляется несколько оторванной от реальности, не отвечает в достоверной мере обобщенным за длительный период данным, ближе к истине осредненные за крупные межфазные периоды или за вегетационный период в целом значения КПД, которые по ценности и достоверности должны приобрести право на сравнение с некоторыми "эталонными" показателями. По предложению Х.Г. Тооминга (1984), таким "эталонным" значением может стать потенциальный КПД культуры за ее ВП, т. е. КПД в оптимальных агрометеорологических условиях $\eta_{Q,opt}$ и КПД в фазу максимальных приростов. Результаты некоторых теоретических расчетов этой величины приводились выше.

Но экспериментальные подходы к решению этой задачи немногочисленны. Так, А. А. Федюшин (1984), предлагает один из них. На основе многолетних исследований вегетационного хода КПД посевов озимой пшеницы получено поле данных, отражающих зависимость этого коэффициента от времени вегетации. Проведя огибающую кривую по максимальным значениям КПД для каждой из фаз вегетации, получили фигуру, площадь которой характеризует потенциально возможное значение коэффициента полезного действия этой культуры по приходящей ФАР. По Федюшину, для условий Юго-Востока Казахстана такими значениями $\eta_{Q,n}$ озимой пшеницы по приходящей ФАР стали два показателя, а именно: 5,9 % для весенне-летнего и 4,2 % для осенне-летнего периодов. Недостатком выполненных Федюшиным расчетов $\eta_{Q,n}$ считается использование постоянного для всего периода вегетации значения $\lambda_{ср}$ = 16,7 МДж/кг$^{-1}$. Последнее, как указывалось выше (табл. 135), заметно изменчиво.

Нами предлагается подход к оценке потенциального КПД посевов. Он основан на использовании статистического метода оценки экстремальных значений Гумбеля Э. (1965). Он применим для рядов величин, подчиняющихся закону нормального распределения. С этой целью многолетние данные о значениях η_Q, полученных в годы с существенно разными погодными условиями (1980—1986 гг.), сначала проверялись на нормальность распределения по статистическим критериям и путем построения частотных кривых. Как правило, все данные, по конкретной культуре, включающие два способа обработки почвы (отвальная и безотвальная), два уровня минерального и органического питания, различные предшественники, составили общую совокупность, подчиняющуюся закону нормального распределения. Только для η_Q озимой пшеницы получено бимодальное распределение, которое явилось результатом соединения двух совокупностей с распределением, близким к нормальному, но различающихся дозой удобрений (одинарной и двойной). В отдельных случаях некоторые результаты выпадали из общей совокупности. Эти обстоятельства учитывались при использовании метода Гумбеля. Получив однородные ряды данных, их ранжировали по значениям η_Q, члены ряда нумеровали, а затем определяли вероятность каждого номера $P = к/(n + 1)$, где К — номер члена ранжирования ряда от 1 до n; n — общее число членов ряда. Полученные таким образом данные наносились на клетчатку вероятности с умеренной асимметрией. Как правило, точки вполне удовлетворительно ложились на прямую линию, экстраполируя которую до вероятности 99,9 %, получили статистический максимум $\eta_{Q,ст}$, который в первом приближении можно принять за его потенциальное значение. Однако при этом необходимо иметь в виду, что выявленный таким образом статистический максимум $\eta_{Q,ст}$ отражает свойства данной выборки. Поэтому при ее ограниченном объеме, особенно по условиям выращивания, не всегда можно получить надежное значение $\eta_{Q,n}$.

5.4.1. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КПД ФАР ОТДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР

В табл. 138 приведены значения η_Q для культур, выращиваемых в исследуемых опытных севооборотах. В этой же таблице в последней графе проставлены максимальные значения $\eta_{Q,max}$ ряда культур, взятые из литературных источников. Из анализа табл. 138 можно сделать следующие выводы.

1. Несмотря на соблюдение установленного режима орошения, полученные в опытах значения η_Q для одной и той же культуры меняются в зависимости от ее вида в широких пределах — в 1,6—3,7 раза, что видно по соотношениям между максимальными и минимальными значениями η_Q.

2. Максимальные значения и статистические максимумы КПД исследуемых растений, по нашим данным, в зависимости от культуры колеблются соответственно в пределах 1,07—5,75 и 1,20—6,00 %, прнчем полученные нами значения $\eta_{Q\ max}$ и $\eta_{Q,ст}$ некоторых культур и их сочетаний (озимой пшеницы, сахарной свеклы; кукурузы с соей или эспарцетом, тритикале; озимой ржи и озимой пшеницы с викой; люцерны 1-го укоса) принимают значения, превышающие 4 %, и приближаются к теоретически возможным. Именно для этих культур значения $\eta_{Q,ст}$ можно принять за потенциально возможные КПД. Наиболее низкими КПД обладают посевы сои, гороха, ячменя ярового и озимого, а также пожнивные посевы гречихи и проса. Интересно, что максимум η_{max} посевов ярового ячменя и гороха, по данным И.С. Шатилова и др. (1970), и посевов озимого ячменя, по данным Степанищева и др. (1972), существенно превышают наши значения статистических максимумов. Последнее свидетельствует о том, что для указанных культур в наших опытах условия выращивания особенно перезимовки озимого ячменя заметно отклонялись от оптимальных.

В табл. 139 приведены данные, характеризующие влияние двойных доз удобрений (NPK и навоза) и способа обработки почвы (отвальная и безотвальная) на КПД ФАР % в интенсивных севооборотах.

Растения на нашей планете — единственный уникальный механизм превращения солнечной энергии в органическое вещество, накапливающее возобновляющую энергию. Наши исследования показали, что за счет оптимальной структуры посевных площадей, эффективного уровня органо-минерального питания, совершенной обработки почвы можно значительно повысить КПД ФАР севооборотов.

По предложению автора этих строк на Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства с 1997 года начали проводить исследования эффективности использования возобновляемой энергии и таких важных источников ее как ветер и солнце. На станции смонтировали ветряк мощностью 40 кW, намечен монтаж солнечных батарей. Это позволит спределить возможность использования источников возобновляемой энергии в орошаемом земледелии юга Украины,

Таблица 138. КПД (%) зерновых и кормовых культур по приходящей ФАР в интенсивных севооборотах*

Культура	Число годо-случаев	Средние значения по отдельным вариантам				по всем вариантам	Минимум	Максимум		По литературным данным
		рекомендуемая		двойная к рекомендуемой				абсолютный	статистический	
		отвальная	безотвальная	отвальная	безотвальная					
Соя	6	0,73	0,81	0,73	0,82	0,77	0,58	1,07	1,20	1,54—1,83
Гречиха пожнивная	12	0,60	0,71	0,65	0,83	0,70	0,36	1,34	1,53	
Просо пожнивное	39	1,31	1,55	1,39	1,64	1,47	0,71	2,73	3,30	
Горох	12	1,29	1,41	1,26	1,44	1,35	1,06	1,88	2,06	4,7
Ячмень яровой	16	1,54	1,67	1,63	1,82	1,66	0,98	2,12	2,30	3,6, 3,5
Ячмень озимый	10	1,65	1,82	1,74	1,94	1,79	1,33	2,24	2,60	4,0
Пшеница озимая	36	2,02	2,31	2,18	2,39	2,23	1,55	4,20	4,70	4,85, 2,8
Сахарная свекла	12	2,60	2,92	2,47	2,76	2,68	1,88	3,85	4,44	2,8, 3,9
Кукуруза на зерно	5	2,27	2,58	2,24	2,49	2,40	1,89	2,98	3,30	4,6, 3,3
Кукуруза МВС с соей	38	2,23	2,49	2,40	2,80	2,49	1,50	4,04		
-"- с соей на з/к	26	3,20	3,74	3,26	3,78	3,67	2,58	5,75	6,00	
-"- с эспарцетом на з/к	10	2,28	2,62	2,64	3,04	2,65	1,59	4,40		
Многокомпонентная смесь на з/к	6	1,69	2,05	1,65	2,06	1,87	1,24	3,10		
Тритикале с викой на з/к	5	3,26	4,07	3,15	4,09	3,63	2,72	4,85		
Озимая рожь с викой на з/к	14	3,05	3,34	3,18	3,53	3,27	2,57	4,75		
Озимая пшеница с викой на з/к	10	2,68	2,98	2,61	2,99	2,79	1,81	3,97		
Эспарцет	11	2,29	2,50	2,44	2,61	2,45	1,03	3,84		

*Данные Николаевской ГОСХОС, 1980—1985 гг.

Таблица 139. Статистическая характеристика КПД ФАР % интенсивных севооборотов за ротацию

Основная обработка	Фоны удобрений	Обозначение	Севообороты					
			1	2	3	4	5	6
			плодосмен.	кормозерновой	зернокормовой	зерновой	корм.	корм.
Отвальная	Рекомендуемый	x	1,74	1,88	1,54	1,30	1,85	1,75
		Cy%	17	12	15	16	13	14
	Двойной	x	2,00	2,12	1,70	1,44	2,09	1,99
		Cy%	14	12	17	14	11	12
Безотвальная	Рекомендуемый	x	1,76	1,88	1,53	1,33	1,87	1,83
		CУ%	17	12	17	16	14	14
	Двойной	x	1,97	2,13	1,72	1,48	2,11	2,11
		Cy%	15	11	13	14	13	13
Среднее по севообороту КПД ФАР		x	1,87	1,99	1,62	1,39	1,98	

Примечание: x — среднее значение; Cy% — коэффициент вариации.

наметить пути сокращения затрат невосполнимой энергии на производство продукции за счет увеличения удельного веса возобновляемой энергии.

5.4.2. ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЯ БИОМАССЫ ОТ ПРИХОДА ФАР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КПД

Определенный интерес представляет изучение вопроса о зависимости биологического урожая надземно фитомассы $У_Б$ от радиационных условий и, прежде всего,— от прихода ФАР. Как следует из формулы (5.13), $У_Б$ прямо пропорционален как η_Q, так и $Q^к_{вп}$:

$$У_Б = \frac{\eta_Q \cdot Q^к_{вп}}{\lambda_{ср}}. \qquad (5.13)$$

Отсюда — при одном и том же значении η_Q и $У_Б$ будет пропорционален количеству приходящей ФАР, которое, в свою очередь, определяется продолжительностью ВП. Так, по нашим данным, при η_Q = 2,0 % урожай сухой фитомассы культур с коротким периодом его формирования, за который приход ФАР составляет 420—450 МДж/м^2 (люцерна 2, 3 и 4 укосов), будет равен 52—55 ц/га с более продолжительным периодом формирования ($Q^к_{вп}$ = 900—1000 МДж/м^2, озимая пшеница, озимый и яровой ячмень, горох) — возрастает до 110 ц/га, с очень длинным ВП кукурузы на зерно ($Q^к_{вп}$ = 1430—1520 МДж/м^2) — до 170—185 ц/га, сахарной свеклы ($Q^к_{вп}$ = 1850—1950 Мдж/м^2) — до 220 ц/га. Таким образом, высокий урожай растительной массы с единицы орошаемой посевной площади обеспечивается как повышением КПД ФАР, так и заполнением потенциального ВП сельскохозяйственными растениями, т. е. повышением индекса использования энергетических ресурсов.

5.4.3. ЗАВИСИМОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННОГО УРОЖАЯ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ОТ КПД ФАР

Наряду с этим возникает вопрос: какой же КПД посева обеспечивает высокий урожай хозяйственно полезных органов. С целью определения оптимальных значений $\eta_{Q\ opt}$, важных при решении задач программирования урожайности зерновых культур, была построена зависимость выхода зерна (при стандартной влажности 14 %) ряда культур от КПД посевов по приходящей ФАР. Указанные зависимости для озимой пшеницы, кукурузы, пожнивного проса, ярового и озимого ячменя, сои, гороха, пожнивной гречихи представлены на рис. 8 и 9. Кривые связи проводились таким образом, чтобы сумма положительных и отрицательных отклонений от кривых была близка к нулю. Снятые с осредненных кривых значения урожайности, соответствующие определенным значением КПД ФАР, представлены в табл. 140.

Из анализа рисунков 6 и 7, таблицы следует ряд выводов. Прежде всего обращает на себя внимание тот факт, что для большинства рассматриваемых зерновых культур характерна нелинейная связь урожая зерна с КПД посевов, наиболее четко она проявляется у озимой пшеницы, пожнивных культур (проса и гречихи). Эта нелинейность заключается в том, что с увеличением КПД посевов рост их урожайности сначала замедляется, затем выходит на плато. Воз-

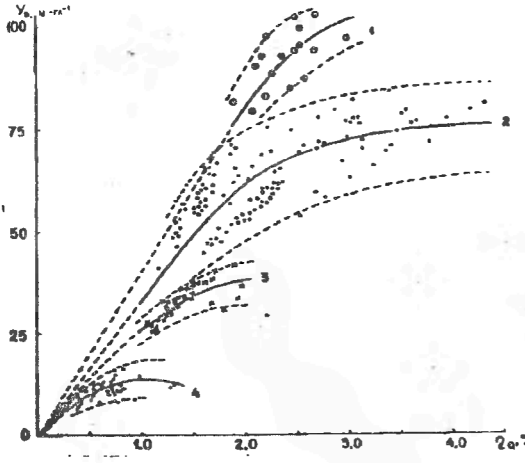


Рис. 7. Зависимость урожайности зерна при стандартной влажности $У_З$ (цга$^{-1}$) кукурузы (1), озимой пшеницы (2), гороха (3) и пожнивной гречихи (4) от КПД посевов по приходящей ФАР η_Q (%) в интенсивных орошаемых севооборотах. Николаевская ГОСХОС, 1980—1985 гг.

можно достижение максимума при определенном значении КПД, но потом все равно неотвратимо уменьшение. Так, урожайность озимой пшеницы возрастает до значения η_Q = 3,5 %, а при η_Q, превращающем это значение, она практически не растет и составляет 70—85 ц/га, пожнивное просо и горох достигают плато "насыщения" уже при 2,0 %, а пожнивная гречиха — при $\eta_Q \approx 1{,}0$ %.

Таблица 140. Зависимость урожайности зерна и бобов $У_З$ и корнеплодов сахарной свеклы от КПД посевов по приходящей ФАР η_Q в интенсивных орошаемых севооборотах Николаевской ГОСХОС, 1980—1985 гг.

η_Q, %	Культуры								
	кукуруза	озимая пшеница	гречиха поукосная	соя	горох	озимый ячмень	яровой ячмень	просо пожнивное	сахарная свекла
0,4			8,5	18,0					
0,5			10,0	22,3					
0,7			12,4	28,3				13,0	
1,0		32,5	14,0	34,0	25,6	27,5	24,4	17,6	
1,3		42,5	13,0	—	31,0	35,8	32,0	31,0	340
1,5	60,0	48,7	—	—	34,0	41,2	37,0	23,0	395
2,0	80,0	61,0	—	—	38,0	55,0	49,0	25,0	520
2,5	94,0	68,3	—	—	—	67,0	59,0	24,0	620
3,0	101,5	72,0							700
3,5		74,5							770
4,0		75,5							830
4,5		75,0							

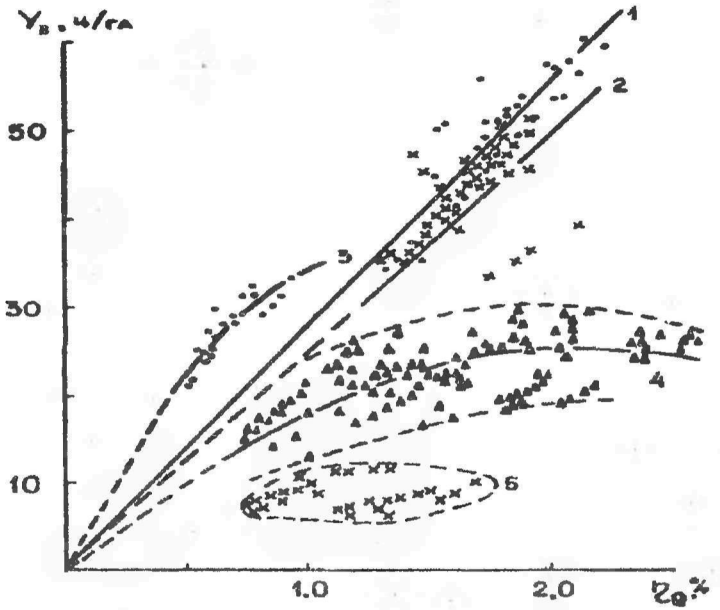


Рис. 8. Зависимость урожайности УЗ (ц·га$^{-1}$) зерна и бобов при стандартной влажности озимого (1) и ярового (2) ячменя, сои (3), пожнивного проса (4) от КПД посевов по приходящей ФАР η_Q (%) в интенсивных орошаемых севооборотах (5— данные об урожайности проса за 1982 г.). Николаевская ГОСХОС, 1980—1985 гг.

Для пожнивных (поукосиых) посевов дальиейший рост КПД ФАР в отдельные годы сопровождается сиижеиием урожайности зерна. Это объясияется особеиностями условий их выращивания и, главиым образом, тем, что в зависимости от коикретио складывающихся погодных условий такие посевы ие всегда успевают полиостью созреть, хотя иакапливают значительную надземиую фитомассу, чему способствует довольно высокие КПД ФАР. По этой причине при одииаковых значеинях КПД посевов урожайиость зерна пожнивиых культур (проса и гречихи) существеиио ниже яровых и озимых зериовых культур (рис. 8 и 9). Даиные об урожайиости пожнивиого проса за 1982 г. выпали из общей зависимости (рис. 8), поскольку из-за сложившихся погодиых условий просо было убрано почти на месяц раньше срока (28 августа вместо коица сентября). К этому времени оно созрело только частично, и урожай зерна составил всего 7—10 ц/га вместо 20—22 ц/га, которые соответствовали фактическому для этого периода. Изложенное свидетельствует о том, что закоиомериости, полученные для культур в пожнивных посевах, иельзя распространять иа эти же культуры, выступающие в роли осиовиых посевов.

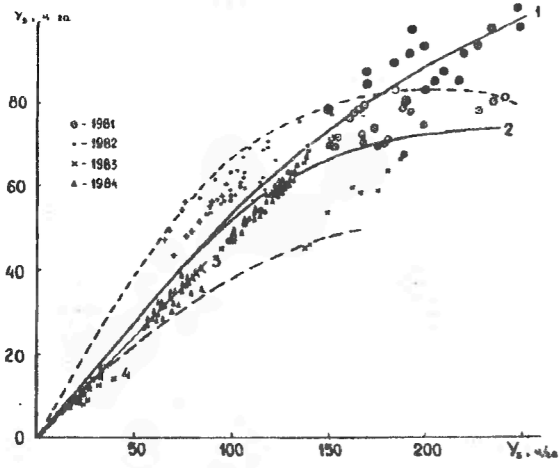


Рис. 9. Связь урожайности зерна (ц/га-1) при стаидартной влажности УЗ урожайностью сухой надземиой биомассы УБ (га-1) кукурузы (1), озимой пшеницы (2), гороха (3) и пожнивной гречихи (4) в иитенсивных орошаемых севооборотах. Николаевская ГОСХОС, 1980—1985 гг.

Лииейиая связь $У_з$ с η_Q отмечается для озимого и ярового ячменя и сои. Это результат того, что в наших опытах максимальные значеиия КПД посевов этих культур (2,0—2,2 %, ие достигали зиачеиий, при которых иаблюдается отклоиение от лииейности.

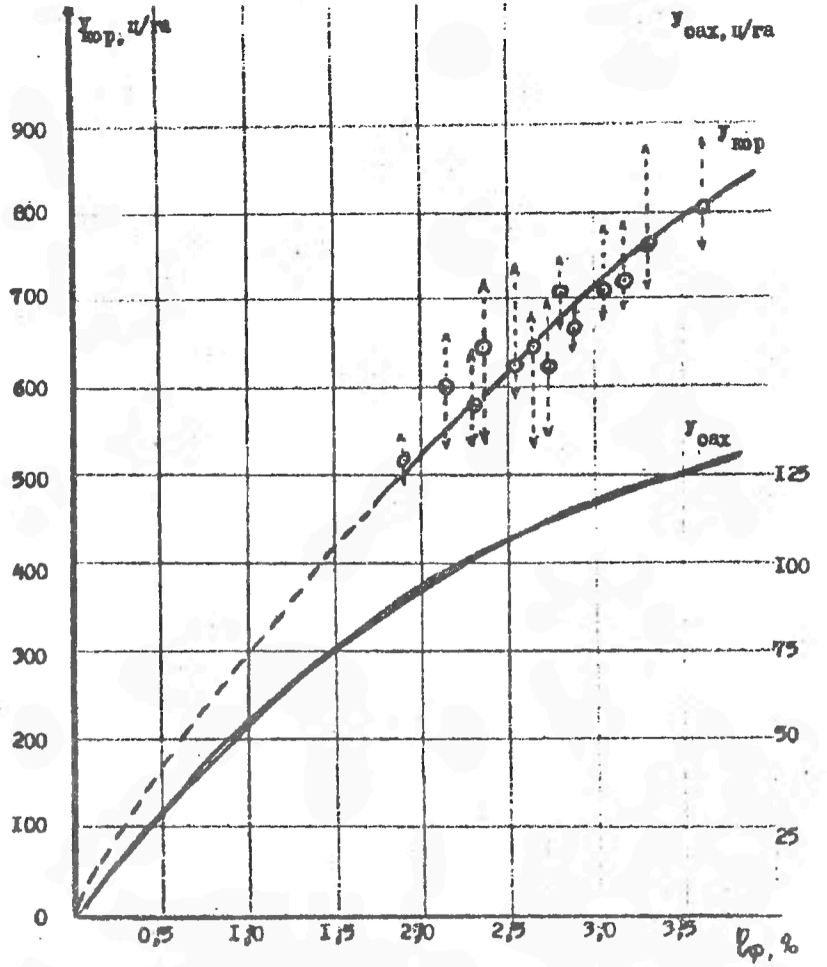


Рис. 10. Зависимость урожайности корнеплодов сахарной свеклы и сбора сахара от КПД ФАР за вегетационный период (1980—1987 гг.):

точки — среднее из 5 последовательных случаев в ряду, ранжжированном по КПД ФАР;

стрелки — пределы изменения $У_{кор}$ в каждой группе данных из 5 случаевв.

Следует отметить также нелинейность связи урожая корнеплодов $У_{кор.}$ сахарной свеклы с КПД ее посевов (табл. 140). Из таблицы следует, что до значений η_Q = 2,0 увеличение η_Q на 0,1 % сопровождается ростом урожая корнеплодов на 25 ц/га. В дальнейшем

прирост урожая корнеплодов с ростом η_Q уменьшается. Он составляет 20 ц/га на каждые 0,1 % КПД в пределах 2,0—2,5 %, а в пределах η_Q 2,5—3,0; 3,0—3,5; 3,5—4,0 % прирост $У_{кор.}$ соответственно составляет 16,14 и 12 ц/га на каждые 0,1 КПД. Еще более сильно нелинейность проявляется для связи урожая сахара с КПД ФАР, поскольку сахаристость корнеплодов с увеличением их урожайности, как известно снижается.

На рисунке 9 представлена зависимость урожайности корнеплодов $У_{кор.}$ сахариой свеклы и сбора сахара $У_{сах}$ от коэффициента использования ФАР $\eta_ф$ посевами этой культуры. Для определения сбор сахара на основе наших экспериментальных данных, а также — литературных источников была построена зависимость сахаристости от урожайности корнеплодов. Наиболее высокая сахаристость (18—19 %) соответствует $У_{кор.}$ 300-350 ц/га. С ростом $У_{кор.}$ сахаристость снижается и составляет около 17,5 %, при $У_{кор.}$ 400—500 ц/га, 16,5 % — при $У_{кор.}$ порядка 600 ц/га, 15,5—15,7 % — при $У_{кор.}$ 700 и более ц/га.

Из рисуика следует, что связь $У_{кор.}$ с $\eta_ф$ нелиниейна, еще более сильно нелинейность проявляется в связи сбора сахара с $\eta_ф$. По этой причиие двухкратное увеличение КПД ФАР (например, с 1,75 до 3,5 %) сопровождается более низким ростом урожайности корнеплодов — в 1,66 раза (от 475 до 790 ц/га) и еще более иизким — в 1,44 раза — ростом сбора сахара (от 83 до 122 ц/га). Это обстоятельство весьма важио учитывать при расчетах потенциальной урожайности корнеплодов и сбора сахара заданиых значениях.

5.4.4. ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОЖАЯ БИОМАССЫ И ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ОРГАНОВ

Аналогичный характер имеет связь между хозяйствеииым урожаем Уз и биологическим урожаем сухой фитомассы $У_Б$ (рис.11), что, собственно говоря, ие удивительно, т. к. между $У_Б$ и η_Q существует фуикциоиальная линиейная зависимость (при заданиом приходе ФАР). В табл. 141 приведена сравнительиая характеристика этой связи для зерновых и зернобобовых культур и для сахарной свеклы. Даиные из этой таблицы снимались с графиков связи $У_з$ и $У_Б$. Следует отметить, что криволинейность связи $У_з$ с $У_Б$ выражеиа менее отчетливо, чем связи $У_з$ с η_Q. Это выражается прежде всего в том, что для одной из последующих культур не получено таких значений $У_Б$, при которых наблюдалось бы снижение урожая зерна, а для

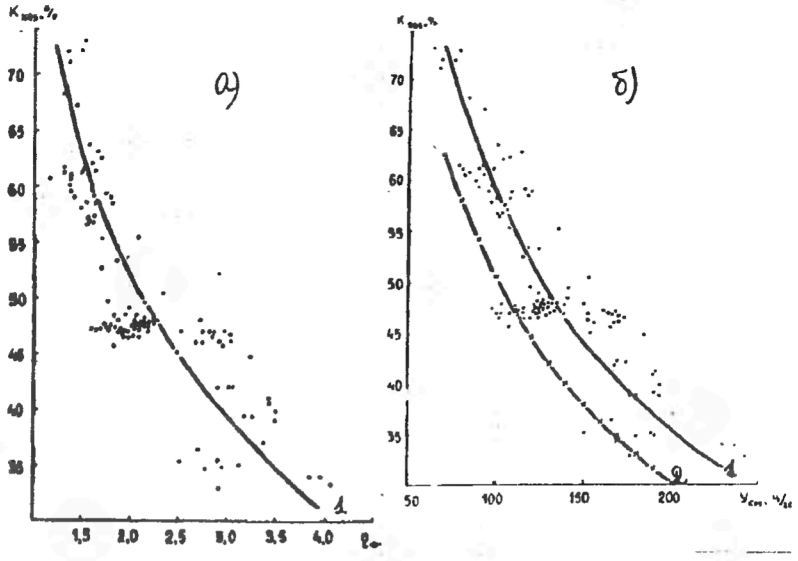


Рис. 11. Зависимость выхода зерна Кхоз (%) от:
а) КПД посевов по приходящей ФАР η_Q (%),
б) урожая сухой надземной биомассы 4 см (ц/га$^{-1}$) на примере озимой пшеницы
(1— зерно при влажности 14 %, 2 — абсолютно сухое вещество).

некоторых культур, например гречихи и гороха (рис. 11) эта связь получилась линейной и общей.

Известный интерес представляет сравнение различных зерновых культур по хозяйственному выходу урожая. Из табл. 139 и рис. 8 и 7 видно, что при одном и том же КПД посевов урожай зерна сильно различается. Исследуемые культуры по этому признаку можно разделить на три группы. Первую составляют пожнивные крупяные культуры. Они дают наиболее низкий выход зерна при одинаковом с другими культурами КПД. Так, например, при η_Q = 1 % урожайность гречихи 14,0 ц/га, а проса — 17,6 ц/га. Вторую группу — среднюю по выходу зерна — составляют яровой и озимый ячмень и горох, их урожайность при том же КПД 24,4—27,5 ц/га. Третья группа объединяет разные по биологическим свойствам культуры (озимая пшеница, кукуруза, соя), характеризующиеся наиболее высоким выходом зерна. Интересно, что при одном и том же КПД посева максимальный его выход среди всех рассмотренных культур обеспечивает соя.

Таблица 141. Сравнительная характеристика урожая зерна и бобов зерновых и зернобобовых культур и корнеплодов сахарной свеклы в интенсивных севооборотах Николаевской ГОСХОС

$У_Б$, ц/га	Уз по культурам, ц/га								
	кукуруза	озимая пшеница	озимый ячмень	яровой ячмень	соя	горох	гречиха	просо	сахарная свекла
10							5		
20							9		
30						14	14	12	
40					18	19	19	16	
50		27	25	23	23	24	24	20	
60		33	30	27	28	28		23	
70		38	36	32	30	33		25	
80		43	40	36	32	38		27	185
100	53	52	50	45		46		28	230
120	61	60	60	54				280	
140	69	64						325	
160	77	68						372	
180	83	71						420	
200	88	72						468	
220	93	73						516	
240	98	74						562	
260	102	75						608	
280								657	
300								700	
320								734	
340								765	
360								790	
380								812	
400								830	

Одиако если сравиить выход зерна этих культур по отношению и биологическому урожаю фитомассы (табл. 140), то группировка культур меняется. По-прежнему заметио отличаются относительно низким выходом зерна пожиивные посевы проса и гречихи. Максимум его выхода обладают кукуруза и озимая пшеница. Соя из этой группы выпадает, ее место занимает горох.

Разброс точек на графиках связи $У_з$ с η_Q и $У_Б$ объясняется тем, что выход зерна определяется не только фитомассой посева, но и другими факторами, в частностн условиямн тепло- н влагообеспеченности. В орошаемых условиях особую роль играет фактор теплообеспеченности.

Описанные особенности связей $У_з$ с η_Q и $У_Б$ являются прямым следствием существенной зависимости коэффициента хозяйственного выхода $К_{хоз}$ от фитомассы посева и, следовательно, его КПД. При анализе этих результатов необходимо иметь в виду, что данные по урожаю зерна приведены к стандартной влажности (14 %). На основе графнческих зависимостей $К_{хоз}$ от η_Q и $У_Б$ были составлены табл. 142, 143, 144, в которых эта связь представлена в затабулированном виде для различных сортов озимой пшеницы и для зерновой и силосной групп гибрндов кукурузы. В отличие от рис. 12 в таблицах 141 и 142 использоваиа урожайность абсолютно сухого зерна.

Нелинейность $У_з$ с η_Q и $У_Б$, зависимость $К_{хоз}$ от η_Q и $У_Б$ — все это результат цеиотического взанмодействия растений в посеве. Ценотическое взаимодействие заключается в том, что в процессе развития растений в посеве на определенном этапе, время которого существенно зависит от густоты посева, неизбежно вступают во взаимосвязь вследствие перекрытня так называемых "зон обитания". Конкуреиция почвенной влагой, минеральным питанием, солнечной радиацией, т. е. основиыми факторами жизнедеятельности — это и есть одна из сторои ценотического взаимодействня растений в ценозе. Посев — это один из видов цеиозов — агроценоз. Результатом ценотического взаимодействия является и процесс стеблеотбора злаковых культур: перекачка ассимилятов из боковых побегов в главные, продуктивные и в последующее отмирание боковых побегов. Результатом ценотического взаимодействия может явиться и измеиение в распределении вновь образуемых ассимилятов. При увеличении фитомассы посева возрастает степень взаимодействия листьев. Наступает такой момент, когда с ростом фитомассы коэффициент поглощения ФАР не меняется. Он уже достнг своего максимально возможного значения. При этих условиях поглощенная посевом радиация тоже с увеличеннем биомассы уже ие возрастает.

Следовательно, фотосинтез и, естественно, количество усвояемой в процессе фотосинтеза углекислоты остаются неизменными. В то же время дыхаиие посевов, затраты эиергии на поддержание существования растений растут пропорционально накоплению фитомассы. В таких посевах поток ассимилятов, иаправлениых иа формирование зерна с ростом фитомассы ие увеличивается, а при определенных условнях и сокращается. В результате иаступает такое положенне, когда с ростом общей биомассы урожай зерна ие только не увеличивается, но и снижается.

Таблица 142. Коэффициенты хозяйственной продуктивности ($K_{хоз}$) сортов озимой пшеницы при различной сухой надземной массе в фазу полной спелости (зерно абсолютно сухое)

$У_Б$, ц/га	Сорт				
	Одесская полукарликовая	Днепровская 775	Безостая 1	Кавказ	Мироновская 808
60	—	—	0,440	—	—
80	0,580	—	0,450	0,515	0,545
100	0,506	—	0,455	0,510	0,540
120	0,446	0,390	0,435	0,485	0,505
140	0,400	0,390	0,410	0,435	0,440
160	0,360	0,385	0,375	0,350	0,360
180	0,330	0,370	0,330	0,325	0,305
200	0,300	0,315	0,290	—	—
220	0,283	0,260	0,260	—	—

Таблица 143. Зависимость $K_{хоз}$ (%) от биологического урожая сухой надземной массы для двух групп гибридов кукурузы (зерно абсолютно сухое)

Группа гибридов	В, ц/га													
	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	310	330
Зерно	42	48	50	48	46	45	43	42	41	38	37	37	34	32
Силос	32	36	37	38	38	37	36	35	34	32				

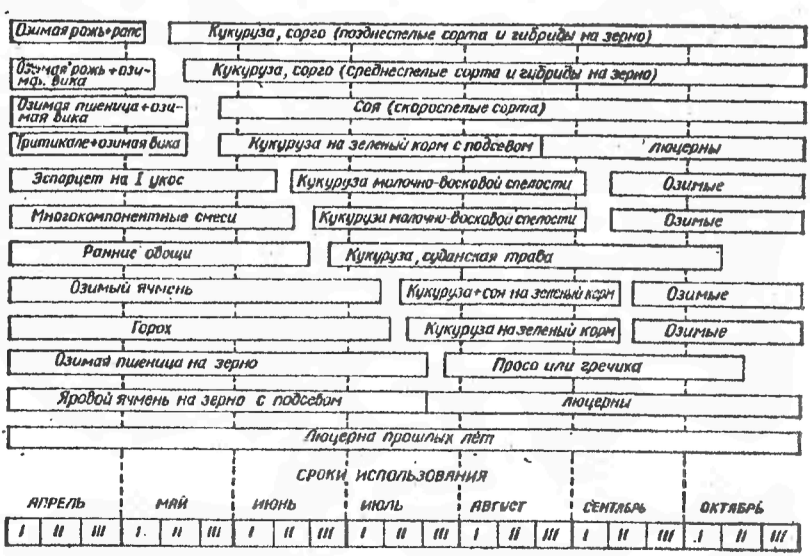


Рис. 12. График использования вегетационного периода некоторыми основными и промежуточными культурами.

Из приведенного и рассмотренного обширного экспериментального материала, проанализированных литературных данных можно сделать такие выводы:

1. Впервые получена зависимость средних значений массовой теплоты сгорания (калорийности) различных культур от процентного содержания протеина в растении;

2. Значение КПД ФАР посевов зерновых и кормовых культур в интенсивных орошаемых севооборотах меняется за ротацию в широком диапазоне: для большинства зерновых культур — в среднем в 1,5—2 раза, для кормовых культур — в 2—3 раза, для озимой пшеницы — в 3 раза, для пожнивных культур — в 4 раза. Основная причина такой изменчивости КПД ФАР — соответствующая реакция

Таблица 144. Зависимость хозяйственного выхода зерна (14 % влажности) от КПД посевов по приходящей ФАР

η_Q, %	Культура						
	соя	кукуруза	озимая пшеница	просо пожнивное	гречиха поукосная	горох	яровой ячмень
0,5	49	–	–	–	49,0	–	–
0,6	47	–	–	–	47,0	–	–
0,7	44	–	–	50,0	45,0	–	–
0,8	42	–	–	49,0	43,5	–	–
0,9	40	–	–	46,0	42,0	49,0	–
1,0	–	–	–	44,0	40,5	48,0	–
1,2	–	–	72,5	41,0	39,0	46,0	–
1,4	–	–	65,5	38,0	–	44,0	52,5
1,6	–	–	60,0	36,5	–	–	49,5
1,8	–	51,0	55,5	35,0	–	–	47,0
2,0	–	48,5	52,0	34,0	–	–	44,0
2,2	–	45,5	49,0	33,0	–	–	42,0
2,4	–	42,5	46,0	32,5	–	–	–
2,6	–	40,0	43,5	–	–	–	–
2,8	–	39,0	41,5	–	–	–	–
3,0	–	37,5	39,5	–	–	–	–
3,2	–	–	37,5	–	–	–	–
3,4	–	–	35,5	–	–	–	–
3,6	–	–	34,0	–	–	–	–
3,8	–	–	33,0	–	–	–	–
4,0	–	–	32,0	–	–	–	–

растений на изменчивость погодных условий в период вегетации. Влияние различных видов обработки почвы (отвальной и безотвальной) на КПД несущественно. Удвоение по сравиенню с рекомеидованными дозами минеральных и органических удобрений приводнт к росту КПД зерновых культур, люцерны, эспарцета, озимой пшеницы и ржи с викой на зеленый корм в среднем на 10—12 %; пожнвиых культур проса и гречихи — на 18—23 %, многокомпонентных смесей и тритикале с викой — на 22—27 %.

3. Для оценки потенциального КПД ФАР впервые предприията попытка использовать метод Гумбеля, позволяющий получить статистический максимум КПД для даниой выборки. Для ряда культур полученные значенйя статистического максимума КПД близки к теоретическому максимуму: озимая пшеница — 4,7 %, кормовые культуры (кроме люцерны) — 4,3 %. Для других культур, выращиваемых в севообороте, статистический максимум КПД значительно ниже. Использоваиие выборки, по-видимому, еще ие позволяет оценить потенциально возможное значение КПД ФАР ФАР. Наиболее низкие значение КПД получеиы для сои и гречихи (1,2—1,5 %).

4. КПД ФАР посевов люцерны существенно зависит от срока укоса, он снижается с каждым последующим укосом. Максимальные значения (в среднем 2,7 %) получены для первого укоса, миинмальные (около 1,4 %) — для 4-го.

5. Установлена нелинейность связи урожайности хозяйственных полезных органов с КПД ФАР, а также — с сухой надземной фитомассой на момент уборки. Эта нелинейность для зериовых культур проявляется при КПД ФАР больше 2 % и при урожае надземной фитомассы больше 140 ц/га для колосовых, больше 160 ц/га для кукурузы и свыше 300 ц/га для сахарной свеклы. Отмеченная нелинейность представляет собой проявление зависимости $К_{хоз}$ от сухой надземной фитомассы и является результатом ценотического взаимодействия растений в посеве. Эту особенность важно учитывать при решеиии задач программирования урожая, так как она является в определеиной степени лимитирующим фактором для получения более высокого хозяйственного урожая.

6. ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЯ СЕВООБОРОТОВ

6.1. ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЕВ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Программирование урожаев сельскохозяйственных культур в севообороте следует начинать с планирования набора необходимых культур, их размещения. Для этой цели нами на основе биологических свойств сельскохозяйственных культур, агроклиматических ресурсов региона (ФАР, сумма активных температур, количество осадков), а также — проведенных исследований составлен график сочетания основных и промежуточных культур (см. рис. 12). Этот график позволяет любому агроному наиболее эффективно использовать агроклиматические ресурсы вегетационного периода, а в некоторых случаях — добиться круглогодичного использования пашни. Следует отметить, что чрезмерная насыщенность севооборотов промежуточными культурами экономически нецелесообразна, если это ведет к вытеснению из севооборота долговегетирующих культур или препятствует проведению на полях агротехнических мероприятий. Поэтому при планировании севооборотов с промежуточными посевами важно учитывать индекс использования как пашни, так и энергетических ресурсов ФАР за вегетационный период. Последний не во всех случаях соотносится с первым. В каждом севообороте определенная часть ресурсов ФАР остается неиспользованной. Объясняется эта потеря времени из-за неблагоприятного сочетания агрометеорологических условий в начале вегетационного периода вследствие проведения агротехнических мероприятий, связанных с севом повторных культур. В первом случае такие потери можно уменьшить за счет оптимального подбора культур, во втором — за счет более совершенной организации производства, позволяющей сократить разрыв между уборкой основной культуры и севом повторной.

При решении задач программирования урожая возделываемых культур исходили из положений, изложенных в работах И.С. Шатилова (1975), М.К. Каюмова (1976) и др. Эти положения были трансформированы и доработаны применительно к выращиванию сельскохозяйственных культур в короткоротационных севооборотах.

При этом следует обязательно учитывать комплекс биоклиматических показателей, определяющих уровень урожая. Программирование урожаев по количеству и качеству имеющихся ресурсов позволяет более правнльно оцеинвать роль каждого фактора в формировании урожая, более рационально использовать землю, удобрения и другие средства производства.

6.1.1. РОЛЬ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ УРОЖАЕВ

Программирование урожаев базируется на высокоэффективном использовании почвенно-климатических условий региона. В сельскохозяйственном производстве, в отличие от других отраслей народного хозяйства, эти условия относят к важнейшим составным средствам производства. Без них невозможен сам процесс получения растениеводческой продукции.



Рис. 13. Важнейшие факторы формирования урожая сельскохозяйственных культур и пути воздействия на них.

Степень использования природных ресурсов зависит от самой культуры и оптимальных условий ее выращивания. Природные ресурсы, относящиеся к первой группе факторов (запасы питательных веществ и продуктивной влаги в почве), управляются вследствие целенаправленного использования основных элементов системы земледелия, в частности — химизации (внесение удобрений, гипсование почвы, внесение гербицидов), а также — совершенствования структуры посевных площадей, обработки почвы и пополнения запасов почвенной влаги за счет орошения (рис. 13). На основе этих элементов системы земледелия повышается плодородие почвы, улучшается водоснабжение, создаются наилучшие условия для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Природные факторы, относящиеся ко второй группе (температура и влажность воздуха в растительном покрове, термический режим почвы, солнечная радиация), должны эффективно использоваться прежде всего созданием высокого фотосинтетического потенциала посевов, оптимальным подбором сортов, гибридов, рациональным сочетанием основных и промежуточных культур. Вся эта работа должна проводиться в тесном взаимодействии с основными элементами системы земледелия, на основе максимального учета особенностей всех составляющих высокого урожая.

Исходя из многолетних исследований Николаевской государственной областной сельскохозяйственной опытной станции, можно представить примерную структуру долевого участия элементов системы земледелия в прибавке урожая по сравнению с естественным плодородием на неорошаемых и орошаемых землях (рис. 14).

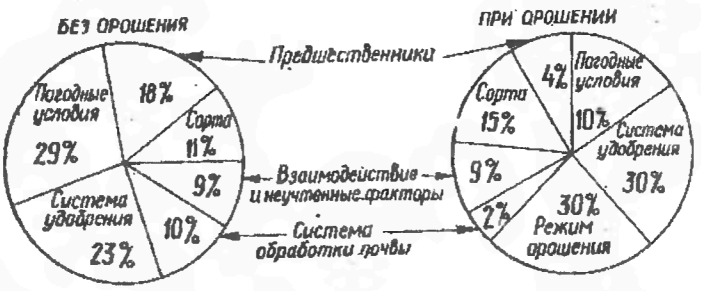


Рис. 14. Примерная структура долевого участия факторов интенсификации в повышении урожая зерновых культур в неорошаемых и орошаемых условиях.

Таблица 145. Урожай озимой пшеницы по предшественникам в зависимости от условий влагообеспеченности, ц/га

Предшественник	Условия влагообеспеченности		
	На богаре		На орошении
	в засушливые годы	в благоприятные годы	
Многолетние травы	29,3	46,3	58,6
Кукуруза молочно-восковой спелости	28,7	38,4	57,6
Стерневые	14,9	25,5	56,5

Совершенствование структуры посевных площадей при соблюдении принятых севооборотов обеспечивает повышение урожайности. Такой прогресс обеспечивает и правильный выбор системы обработки почвы, удобрений, мер борьбы с вредителями, болезнями, сорняками.

За последнее десятилетие всесторонне изучено влияние различных культур и их чередования на химические и физические свойства почвы, установлена продуктивность как отдельных звеньев, так и целых ротаций севооборотов. Это позволило сделать важный вывод о том, что в условиях интенсивного земледелия можно специализировать севообороты, насыщая их ведущими культурами, применяя повторное выращивание культур в севообороте.

Доказано, что повторных посевов не выносят сахарная свекла, подсолнечник, отдельные виды овощных культур. Причинами несовместимости выступают болезни и вредители, сорняки, нехватка питательных веществ, иссушение почвы.

С другой стороны, учитывая, что юг Украины специализируется на производстве товарного зерна, целесообразно внедрять повторные посевы отдельных зерновых культур (кукуруза, озимая пшеница).

Наука и практика подтвердили: путем научно обоснованного размещения культур в севообороте можно существенно увеличить валовые сборы конечной продукции, повысить интенсивность использования гектара земли без каких-либо капитальных вложений.

В условиях богарного земледелия роль отдельных предшественников проявляется довольно четко. Их доля в прибавке урожая достаточно высока. Поэтому система севооборота остается важнейшим элементом ресурсного программирования урожая, что, в частности, выражается введением поправочных коэффициентов к бонитету почв.

Орошение, как ведущий фактор интенсификации, снижает роль предшественника, расширяя возможности возделывания сельскохозяйственных культур, но не сводит ее к нулю. Это подтверждается результатами опытов, проведенных на Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции. Стабильность урожая озимой пшеницы (табл. 145) по различным предшественникам находится в прямой зависимости от условий влагообеспеченности.

В передовых хозяйствах так планируют севообороты, чтобы они включали набор культур, характерных для данного хозяйства, то есть — с учетом внутрихозяйственной специализации. Наиболее благоприятные условия для углубления специализации севооборотов создает орошение. Оно позволяет значительно сократить набор возделываемых культур, вводить схемы севооборотов с короткой ротацией, быстрее внедрять их в производство, и, наконец,— приблизиться к качественно новому этапу — программированию продуктивности севооборота в целом.

Стремясь к более экономному расходованию минеральных удобрений, в каждом поле севооборота необходимо учитывать внесенные минеральные и органические удобрения и используемые культурой, а также корневые и пожнивные остатки.

Регулируя питательный режим почвы, можно управлять процессом формирования величины урожая. Как ведущий фактор интенсификации земледелия, плодородие почвы непосредственно зависит от уровня химизации: внесения органических и минеральных удобрений, соломы, посевов сидератов, гипсования почвы, обработки гербицидами. Последнее мероприятие часто недооценивается в хозяйствах и они расплачиваются за это неполучением запрограммированного урожая.

Наши расчеты показывают, что сорняки при сырой массе 35 ц/га выносят из почвы до 20 кг/га азота, 6 кг/га фосфора и 550 кг/га калия, а при массе 50 ц/га — соответственно 60, 15 и 160 кг/га. Таким образом, своевременная борьба с сорной растительностью позволяет более эффективно использовать удобрения и естественное плодородие почвы.

Система удобрения, как фактор интенсификации, должна плотно увязываться с орошением, способствующим усилению действенности этого фактора. По данным научно-исследовательских учреждений юга Украины, прибавки урожая зерновых культур от действия органоминеральных удобрений составляют на богаре 20—30 %, на орошении при влажности почвы 70 % НВ — 60—80 %, 80 % НВ — 80—100 %.

На фосфорные удобрения сельскохозяйственные культуры в большинстве случаев отзываются слабее, так как поливы способствуют мобилизации фосфатов и к тому же поглощаются они из более глубоких слоев почвы. Наиболее эффективно совместное внесение азотных и фосфорных удобрений. На черноземах обыкновенных прибавка урожая зерна озимой пшеницы от этих удобрений составляет 12—14 ц/га, на черноземах южных — 15—18 ц/га, на темно-каштановых почвах — 19—21 ц/га. Калийные удобрения на азотно-фосфорном фоне практически не обеспечивают дальнейшего повышения урожая культур, что объясняется достаточным наличием калия в почвах региона.

Планируя систему внесения минеральных удобрений в севооборотах при программированном выращивании сельскохозяйственных культур, важно создать бездефицитный баланс основных элементов питания, приход которых с удобрениями должен на 10—15 % превосходить расход. Тогда плодородие полей станет прогрессивно увеличиваться. Особенно это важно для орошаемых земель, где изменения в обеспеченности почвы элементами питания происходят особенно быстро за счет их более интенсивного выноса.

В первые годы освоения орошаемых земель, когда и без внесения удобрений получали высокий урожай, имело место интенсивное истощение плодородия почвы. Поэтому предусмотрены нормативы выноса питательных веществ из почвы на 1 т продукции. Так, озимая пшеница выносит из почвы 30 кг/га азота, 13 кг/га фосфора и 25 кг/га калия; кукуруза на зерно — соответственно 21,0 кг/га, 8,0 кг/га и 26,0 кг/га; кукуруза на силос — 2,5 кг/га, 1,5 кг/га и 5,0 кг/га; кормовые корнеплоды — 4,9 кг/га, 1,5 кг/га и 6,7 кг/га; люцерна — 26,0 кг/га, 6,5 кг/га и 15,0 кг/га.

При программировании урожаев необходимо учитывать также оплату продукцией внесенных в почву питательных веществ. Уровень такой оплаты определяется многими факторами: особенностями сельскохозяйственной культуры, наличием сорняков, плодородием почв, степенью их увлажнения и т. п. В условиях конкретного хозяйства фактическая окупаемость удобрений может значительно отличаться от рассчитанной для зоны из-за различий в уровне агротехники и по другим причинам.

Разработка системы удобрений под культуры, выращиваемые на основе программирования урожая, должна базироваться на достижениях науки и передового опыта. В хозяйствах Херсонской области накоплен опыт внесения удобрения и микроэлементов с поливной водой. На дождевальных агрегатах установлены специальные баки, в которые загружаются удобрения и где готовится нужная смесь. Гектарную норму удобрений вносят за один-два прохода дождевального

агрегата. При последующих проходах удобрения смываются с растений и поступают в почву. Такой способ позволяет удовлетворять потребность растенни в питательных веществах в периоды наибольшего интенсивного роста и развития.

Важная роль в эффективном использованин удобрений отводится равномерному их распределению на поверхности поля. Исследования, проведенные в Херсонском сельскохозяйственном институте им. А.Д. Цюрупы, показали, что за счет более равномерного распределеиия удобрений (при внесеиии их сеялкой СЗ-3,6) ие только повышается урожай озимой пшеницы, но и улучшаются технологические свойства зерна (В.А. Ушкаренко, 1986).

Опыт использования орошаемых земель убеждает: высокая продуктивность растений достигается при оптимальном сочетании двух ведущих факторов интенсификации — орошения и удобрений. Если земледелец научится управлять этими факторами при соответствующем влиянии на другие элементы технологии выращивания сельскохозяйственных растений, то урожаи приблизятся к максимально возможным.

Оптимальный режим орошения — одно из главных условий правильного ведения системы орошаемого земледелия. От его урегулирования зависят водный, питательный, солевой и тепловой режимы почвы, а также ее водно-физические свойства.

Суммарное водопотребление различных сельскохозяйственных культур колеблется в значительных пределах и зависит от их биологических особенностей, продолжительности вегетациоиного периода, уровня агротехники и водообеспеченности растений.

При разработке режима орошения прежде всего устанавливается оросительная норма, которая должна восполнять дефицит суммарного водопотребления. При этом необходимо учитывать, что наиболее сильным регулирующим фактором водосиабжения являются погодные условия в период вегетации. В связи с этим в каждом хозяйстве необходимо осуществлять постоянный контроль за выпадающими осадками, влажностью ее почвы и качеством поливов.

Чтобы добиться высокой эффективиости орошения, важно не только установить оптимальные поливные нормы, но и сроки поливов. Назначение поливов по состоянию влажности почвы, получившее в последние годы широкое распространение во многих хозяйствах, отвечает интересам интенсификации производства. Поэтому следует систематически наблюдать за динамикой влажности почвы и действовать в соответствии с нею.

Хозяйства, расположенные в зоне государственных оросительных систем, регулярно получают от управлений мелиорации инфор-

мацию о наличии почвенной влаги в полях севооборотов и о необходимости проведения очередного полива рекомендуемой нормой. Однако, при программировании выращивания сельскохозяйственных культур на конкретном поле этой информации недостаточно. Поэтому во многих хозяйствах имеются свои агрохимические лаборатории с соответствующим оборудованием, что позволяет систематически наблюдать за влажностью почвы в орошаемых полях. Комплект оборудования должен включать: бур для отбора проб почвы, электрический сушильный шкаф; набор алюминиевых бюксов и технические весы.

Предел допустимого снижения влажности почвы перед поливом и расчетная глубина увлажнения могут изменяться в довольно широких пределах. Порог влажности, при котором назначается полив, зависит от механического состава почвы (табл. 146).

Запасы влаги регулируют влагозарядковыми, вегетационными, предпосевными, послепосевными и освежающими поливами. Их доля

Таблица 146. Нижний порог влажности почвы для различных культур, % НВ (Г. К. Львов, 1967)

Культура	Механический состав почвы			Расчетная мощность корнеобитаемого слоя, м
	тяжелый	средний	легкий	
Озимые и ранние яровые зерновые	75	70	65	1
Кормовая свекла	80	75	70	0,7—0,8
Кукуруза	75	70	65	1
Многолетние травы	75	70	60	1—1,2
Зернобобовые	75	70	65	0,7—0,8

в общей структуре прибавки урожая за счет орошения не одинакова и зависит от сельскохозяйственной культуры. Наиболее отзывчивы на влагозарядковый полив культуры с хорошо развитой корневой системой (озимые зерновые, многолетние травы), способные использовать влагу глубоких слоев почвы. Около 55—65 % прибавки урожая этих культур от орошения получают за счет влагозарядковых поливов. В то же время влагозарядка под яровые культуры менее эффективна, но на ее фоне вегетационными поливами легче обеспечить поддержание уровня оптимальной влажности почвы в период вегетации растений. В борьбе с сорной растительностью особенно эффективны влагозарядковые поливы, позволяющие эффективно использовать для уничтожения сорняков почвообрабатывающие ору-

дия. Предпосевные и послепосевные поливы особенно важны для пожнивных и поукосных посевов мелкосемянных культур.

Роль вегетационных поливов наиболее проявляется в критические периоды роста и развития культур, когда дефицит влаги приводит к самому значительному снижению урожая. На юге Украины, в зависимости от условий увлажнения, вегетационные поливы повышают урожай озимой пшеницы на 5—25 ц/га, зерна кукурузы — на 36—68, сена люцерны — на 50—130, сахариой свеклы на 250—400, кормовой свеклы — на 400—1100 и картофеля — на 35—120 ц/га.

Освежающие поливы в условиях острой воздушной засухи повышают урожай озимой пшеницы на 10—15 %; кукурузы — на 15—18, семян люцерны — на 20—30 % и позволяют без ущерба для урожая снижать оросительную норму на 15—30 %.

Программированное выращивание сельскохозяйственных культур предполагает полностью регулируемый тип водного режима, характерного для технически совершенных оросительных систем. В этих условиях существует возможность маневрирования поливами при полной их увязке с погодными условиями и учете водопотребления на протяжении каждого этапа органогенеза конкретной культуры.

В комплексе агротехнических мероприятий видное место принадлежит обработке почвы. От ее своевременного и качественного проведения в решающей степени зависит урожай сельскохозяйственных культур. Обработка почвы должна быть энерго- и влагосберегающей. При этом в южной Степи последнее приобретает главенствующее значение: влияние системы обработки почвы на формирование величины урожая в неорошаемых условиях по сравнению с орошаемым возрастает в 5 раз.

Вместе с тем общеизвестно, что при систематическом поливе происходит разрушение структурных агрегатов, образуется корка, уменьшая водопроницаемость. Поэтому в орошаемых условиях система обработки почвы должна способствовать созданию биологически активного слоя с оптимальным физическим строением, благоприятным воздушным, питательным и тепловым режимами.

По данным Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции, способы обработки почвы (отвальная, безотвальная, поверхностная) на орошении незначительно влияют на величину урожая озимой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы на зерно, сои.

При программировании урожаев внедрение новых, более продуктивных сортов является одним из ведущих факторов повышения выхода продукции. Сорт в одинаковых условиях выращивания без каких-либо дополнительных затрат и средств труда может по продуктивности превышать другой на 20—25 % за счет лучшего

использования всех факторов интенсификации, с одновременным усилением влияния на них.

Фактор времени всегда выступал обобщающим условием для всех элементов системы земледелия и проявлялся в таких требованиях, как проведение технологических операций в лучшие сроки, эффективная организация труда, умелое управление всеми звеньями земледельческого комплекса. Любой агротехнический прием, выполненный вне оптимального фактора времени, не только может снизить его эффектнвность, но и сделать невозможным производство сельскохозяйственной продукции.

Накопленный опыт позволяет перейти на программирование производства продукции растениеводства на основе направленного регулирования основиых приемов системы земледелия с широким использованием прогностических, корректирующих н оперативных программ.

Одной из таких программ является информациоино-советующая снстема оперативного управления орошением (ИССОУО). Услугамн этой системы охвачено 470 тыс. га в семи областях Украины. В настоящее время ведутся работы по развитию ИССОУО в автоматизированную систему программирования урожаев и управлення технологическими процессами на орошаемых землях.

6.2. РЕСУРСНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЯ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

В последние годы в орошаемом земледелии юга Украины сложились сложные условия по материально-техническому обеспечеиию при программнрованин урожая сельскохозяйственных культур.

Сложность заключается в значительном росте цен на горюче-смазочные материалы, электроэнергию, удобрения, пестициды, поливную воду и часто в КСП, фермерских хозяйствах недостает средств для приобретения этнх крайне необходимых ресурсов плодородия, которые активно влияют на рост и развитие растений.

В связи с этим, при программировании урожаев на орошаемых землях необходимо исходить нз сложившихся возможностей в каждом коллективном и фермерском хозяйстве нз наличия ресурсов, которыми располагает то или другое хозяйство. Поэтому исходя из

требований сельскохозяйственных культур к факторам жизни, необходимо установить какой из них является лимитирующим для данного КСП, фермерского хозяйства связанного отсутствием средств иа приобретение и проводить программирование по этому ресурсу. Особое вниманне следует уделить сокращению затрат, где для этого имеется возможность таких видов ресурсов, как мннеральные удобрения, поливная вода, пестициды, горюче-смазочные материалы без ущерба урожая. Проведенные исследования показывают, что ресурсосберегающая система режима орошения сельскохозяйственных культур позволяет сократить затраты поливной воды на 15—30 %, повысить в 1,5 раза эффективность минеральных удобрений при локальном и в 3—4 раза сократить гербицидную нагрузку при полосиом их внесении.

Программирование урожаев по количеству и качеству имеющихся ресурсов в хозяйстве дает возможность более рационально использовать землю, воду и другие средства пронзводства. Поэтому все агротехнические и организационные мероприятия должны быть направлены на эффективное и рациональное использование прежде всего лимитнрующего и на основе этого и других факторов с целью получения максимального урожая. Важно при этом рациональное, эффективное использование невосполнимой и максимальное использование восполнимой энергии, как приоритетное направление в ресурсном программировании урожаев на орошаемых землях.

6.3. ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Промежуточные культуры способствуют интенсификацин растениеводства, открывают путь к более полному использованию сельскохозяйственными культурами природно-климатнческих ресурсов, позволяя получать с одной земельной площади по два-три урожая в год.

Особенно велико значение промежуточных культур на поливных землях: давая дополнительную продукцию, эти культуры сокращают сроки окупаемости капитальных вложеннй в гидромелиоративные объекты. К тому же более рационально используются рабочая сила, водные ресурсы, машинно-тракторный парк.

Характерной особенностью возделывания промежуточных культур является то, что они используют только часть агроклиматиче-

ского потенциала. Это предъявляет особые требования к созданию оптимальных условий для получения биологически полноценного урожая. Особая роль при этом отводится интенсификации выращивания, основанной на биоклиматической характеристике растений.

6.3.1. БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Эти культуры занимают поле, когда оно свободно от основных посевов, позволяя тем самым без расширения пашни увеличить производство зерна, кормов и других видов растениеводческой продукции.

Для рационального использования почвенно-климатических ресурсов региона важное значение имеет определение для каждой культуры первостепениых биоклиматических характеристик. На их основе оценивают потенциальные климатические возможиости региона, разрабатывают рациональные сочетаиия основных и промежуточных культур, обеспечивающих наилучшее использование всего вегетационного периода, а, следовательно,— и наивысшнй выход продукции с единицы площади. При этом важно располагать биоклиматическими характеристиками промежуточных и основных культур, поскольку последние могут возделываться как повторные посевы и, значит,— использовать остаток агроклиматических ресурсов.

Основными биоклиматическими характеристиками растений являются продолжительность вегетации и тесно связанная с ней потребность в сумме активных температур, требования к термическим факторам по периодам роста и развития, степень полезного использования воды (табл. 147).

Поскольку на юге Украины в условиях лимитированных осадков отмечается диспропорция (неравномерность) в обмене энергетнческих и тепловых ресурсов, важно установить, какие из промежуточных культур могут возделываться в богарных условиях, а какие — требуют орошения.

Ресурсы влагообеспеченности зоны и их распределение по периодам года позволяют получать биологически полноценный урожай прежде всего озимых и яровых (ранних) культур. Для яровых культур поздних сроков посева складываются менее благоприятные условия по влагообеспеченности. Именно в этот период наиболее высокая испаряемость, частые засухи и суховен.

Исследования, проведенные на Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции, показали, что чем продолжительнее вегетационный период культур поздних сроков посева, тем

Таблица 147. Биоклиматическая характеристика основных культур, возделываемых в зоне орошения на юге Украины

Культура	Вегетационный период для озимых, включая период покоя	Биологический минимум температур, °С по периодам		Температурный оптимум формирования хозяйственно полезных органов, °С	Отрицательная температура, гибельная для всходов (для озимых — в фазе кущения), °С	Потребность в сумме активных температур, °С	Транспирационный коэффициент, кг воды на кг полезной продукции
		всходы — формирование вегетативных органов	репродуктивный				
Озимая пшеница	280—300	4—6	12—14	18—24	17—25	1400—1800	400—600
Озимая рожь	260—280	4—6	12—14	16—20	25—30	1200—1600	350—560
Яровой ячмень	60—90	4—6	10—12	15—22	6—8	100—1600	350—500
Яровая пшеница	80—120	4—6	12—14	18—24	6—8	1100—1600	400—550
Овес	80—100	11—6	10—12	16—22	6—8	1000-1800	450—600
Просо	70—110	10—12	15—16	18—24	1—2	1200—1800	200—300
Горох	65—100	4—6	10—12	15—16	5—7	1200—1600	450—500
Гречиха	60—120	8—10	10—12	16—20	2—3	1100—1500	500—600
Рис	90—130	14—15	16—18	20—25	0,5—1	2500—3200	500—700
Соя	90—150	12—13	15—18	18—22	2—3	1600—3000	450—550
Подсолнечник	100—150	6—8	12—14	20—26	3—5	1800—2500	600—900
Кукуруза	90—150	10—13	13—15	20—25	2—4	2000—3000	250—400
Сорго	100—150	12—14	15—17	25—30	2—4	2000—3000	250—400
Суданская трава	100—130	10—12	14—16	25—30	2—4	1300—1700	300—400
Рапс: яровой	80—100	4—6	10—12	18—20	8—10	700—900	400—600
озимый	310—320	4—6	10—12	18—20	18—20	1200—1400	500—700
Сахарная свекла	150—180	6—8	10—12	18—22	4—5	2000—2700	250—450

выше их урожай. Так, в засушливые годы позднеспелые сорта получают на 25—35 мм осадков больше, чем скороспелые. К тому же они более продолжительное время используют ресурсы энергии, тепла и плодородия почвы.

Особенно остро ощущается недостаток влаги в период посева пожнивных культур. Если среднелетние запасы влаги в степной зоне в период посева поздних культур (23—25 мм в пахотном и 100—150 мм в метровом слоях почвы) при своевременном проведении полевых работ и оптимальных сроках посева еще обеспечивают получение нормальных всходов, то в период сева пожнивных фактические запасы влаги (5—10 мм в пахотном и 20—50 мм в метровом слоях почвы) настолько мизерны, что посевы, как правило, погибают.

В связи с этим для программирования урожая важно установить предварительный прогноз его величины в зависимости от влагообеспеченности. Возможную величину урожая сухой биомассы (У, ц/га) определяют, исходя из данных суммы запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом (W, мм), суммы осадков за вегетационный период культуры (Р, мм) и коэффициента водопотребления этой культуры ($К_В$) по следующей формуле:

$$У = 100 (W + Р) : К_В . \qquad (6.1)$$

При расчете возможной величины урожая за пожнивный период следует учитывать, что вследствие значительных непроизводительных потерь воды на испарение из почвы и транспирацию коэффициент водопотребления увеличивается в 1,7—2 раза и более. Так, согласно расчетам, произведенным в хозяйствах Николаевской области, при размещении пожнивных посевов на богаре можно собрать 5—12 ц/га зерна проса и гречихи, 70—100 ц/га зеленой массы ранних яровых культур и 100—140 ц/га поздних яровых культур. Практически полученные результаты приближаются к теоретическим расчетам лишь тогда, когда удается получить нормальные и своевременные всходы. Учитывая это, можно сделать вывод: пожнивные и поздние поукосные посевы эффективны только в условиях орошения.

Оценка энергетического фактора фотосинтетически активной радиации приобретает важное значение именно при выращивании повторных посевов, так как они используют остаток энергии после выращивания основных культур.

Приведенные расчеты показывают, что приход ФАР за пожнивный период (с 15 июля до даты снижения среднесуточной температуры до 10 °С) не ограничивает получение высокого урожая (табл. 148). Указанные данные можно принять, как потенциально возможные для

формирования урожая в пожнивных посевах. Такие результаты возможны при создании наилучших условий для выращивания культур и за счет высокого фотосинтетического потенциала посева. В частности, оптимальная густота стояния растений при высоком фотосинтетическом потенциале позволяет увеличить урожай пожнивной и поукосной кукурузы (зеленой массы) на 50—80 %. При этом наибольшая урожайность зеленой массы пожнивной кукурузы достигала 657 ц/га, а поукосной — 880 ц/га.

Использование энергетического резерва пожнивного периода обусловлено прежде всего такими биологическими особенностями растений, как потребность в сумме активных температур и продолжительность вегетационного периода. Так, если даже потенциальные возможности ФАР в пожнивный период и позволяют собирать по

Таблица 148. Возможный биологический урожай за пожнивный период в условиях юга Украины при различных коэффициентах использования фотосинтетически активной радиации

Коэффициент использования ФАР, %	Урожай, ц/га		
	сухой биомассы	зерна при влажности 14 %	кукурузы на силос
0,5	25—30	10—15	150—200
1,0	50—60	20—30	300—400
2,0	100—120	40—60	600—800
3,0	150—180	60—90	900—1200

20—30 ц/га зерна, то фактически такой урожай могут дать лишь те культуры, вегетационный период которых, а, значит, и сумма активных температур, необходимая для завершения всего цикла развития, соответствует продолжительности пожнивного периода. К таким культурам можно отнести просо и гречиху. Другие, например кукуруза и сорго, как правило, не успевают завершить полного цикла развития за пожнивный период.

Следовательно, для максимального использования агроклиматических ресурсов важно правильно сориентироваться в их резервах и возможностях наиболее рационального сочетания основных и промежуточных культур. А для определения количества тепла, энергии и продолжительности вегетационного периода после выращивания некоторых основных и промежуточных культур в условиях южной степи Украины целесообразно воспользоваться табл. 148, в основе которой — данные Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции и сортоиспытательных участков области. Такие таблицы можно составить и для конкретного хозяйства, учитывая

имеющийся набор культур, исходные данные с ближайшего метеорологического поста.

При посеве промежуточных культур в разные сроки весьма важно определить продолжительность их вегетационного периода. Установлено, что одни растения быстрее развиваются при более длинном световом дне, другие — при более коротком. Продолжительность дня во время весеннего посева составляет около 14 часов, в июне — 17, в середине августа — 15, а к концу сентября — 11,5 часа. Следовательно, при весеннем сроке посева условия наиболее благоприятны для роста и развития растений длинного светового дня, а при пожнивном посеве — короткого дня.

Еще в большей степени на продолжительность вегетационного периода растений влияет среднесуточная сумма температур. Например, ранние сроки посева не препятствуют прорастанию семян и появлению всходов, если температура близка к биологическому нулю. Это нередко вызывает перерыв в росте и развитии растений. С другой стороны, при поздних сроках посева наблюдается ускорение роста и развития растений: требуемая сумма активных температур набирается за более короткий промежуток времени. Таким образом, от суммы среднесуточных биологически активных температур зависит продолжительность вегетационного периода.

По данным Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции за 1980—1984 гг. продолжительность вегетации пожнивных гречихи и проса сокращается на 10—15 дней по сравнению со сроками развития этих же культур, посеянных весной. Между тем быстрое развитие не всегда обеспечивает высокий урожай, особенно при отсутствии благоприятного сочетания других факторов роста. Скажем, сокращение вегетационного периода у проса на один день ведет к потере 1 ц/га урожая.

Существует зависимость между продолжительностью вегетационного периода поздних культур и сроками их посева. Так, максимальное сокращение данного периода у проса и гречихи происходит при посеве в июне, кукурузы на зерно — в конце мая — начале июня. Некоторое увеличение продолжительности вегетации при более поздних сроках посева объясняется менее благоприятным температурным режимом в период формирования урожая (рис. 15).

При программировании урожая промежуточных культур можно установить предельно допустимую дату позднего срока посева, обеспечивающую получение биологически полноценного урожая.

Таблица 149. Остаток климатических ресурсов после выращивания основных и промежуточных культур

Культура	Уборка урожая		Число теплых дней до наступления заморозков	Сумма активных температур, °С	Фотосинтетически активная радиация, млрд кДж на 1 га
	фаза вегетации	дата			
Озимая рожь с рапсом	единичное колошение	24.04—05.04	160—170	2750—3350	16,7—18,4
Озимая рожь с викой	начало колошения	5.05—10.05	155—160	2700—3250	15,5—17,7
Озимая рожь с викой	то же	12.05—20.05	145—150	2550—3100	14,6—16,7
Тритикале с викой	то же	17.05—25.05	140—145	2400—2550	13,8—16,0
Ячменно-бобовые смеси	единичное колошение	30.05—05.06	130—135	2300—2850	13,4—15,1
Озимый ячмень	уборочная спелость зерна	25.06—01.07	105—120	2000—2500	10,4—13,1
Горох	то же	18.06—03.07	104—115	1900—2400	9,5—12,0
Яровой ячмень	то же	03.07—07.07	100—110	1900—2300	9,5—11,6
Озимая пшеница	то же	05.07—10.07	90—100	1600—2150	8,4—10,9
Кукуруза	молочно-восковая спелость	05.08—15.08	60—70	900—1350	5,0—5,9

Расчет этой даты производится на основе потребности культур в суммах биологически активных температур. Например, необходимо установить предельно допустимые поздние сроки посева кукурузы различной степени спелости. Зная, что температурный режим репродуктивного периода у нее равен 13 °С, определяем дату осеннего перехода среднесуточных температур через 13 °С. От этой даты и ведется отсчет дней в обратном порядке до тех пор, пока не будет набрана сумма активных температур, соответствующая биологическим требованиям гибрида этой культуры. Результаты расчета приведены в табл. 150.

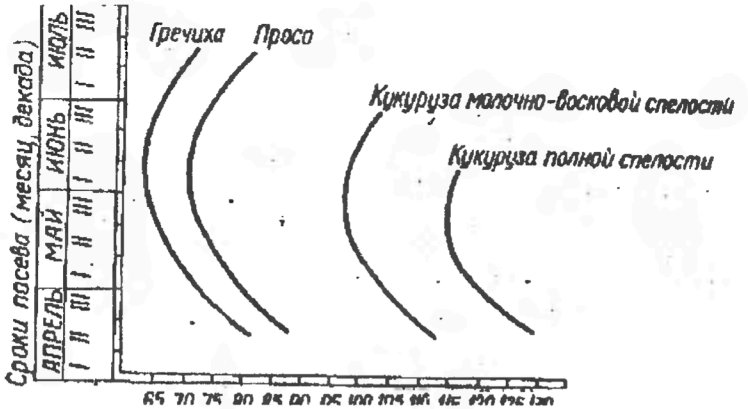


Рис. 15. Зависимость вегетационного периода культур (среднеспелые сорта и гибриды) от сроков посева

Таблица 150. Прогноз предельно допустимых поздних сроков посева кукурузы для получения биологически полноценного урожая по IV зоне Николаевской области

Гибриды по группам спелости	Сумма биологически активных температур, °С		Продолжительность вегетации, дней		Предельно поздняя дата посева	
	полная спелость	молочно-восковая спелость	полная спелость	молочно-восковая спелость	полная спелость	молочно-восковая спелость
Ультраскороспелые	2100	1700	96	82	29.06	11.07
Скороспелые	2200	1800	105	87	18.06	06.07
Среднеранние	2400	2000	115	96	08.06	27.06
Среднеспелые	2500	2100	121	101	09.06	22.06
Среднепоздние	2700	2200	132	105	22.05	18.06
Позднеспелые	2900	2300	148	112	06.05	11.06

Нами установлены закономерности в виде регрессионных уравнений (табл. 151), которые можно использовать при расчете продуктивности промежуточных культур в зависимости от срока сева.

Расчеты по регрессионным уравнениям позволяют определить, какие культуры при данных сроках сева обеспечивают максимальную продуктивность. Особые требования при этом предъявляются к культурам, рост и развитие которых приходится на конец лета —

начало осени. Они должны иметь короткий вегетационный период с высокими темпами формирования урожая, обладать способностью переносить кратковременные похолодания и быть достаточно устойчивыми к воздушной засухе.

Таблица 151. Зависимость относительной урожайности (у) промежуточных культур (в % к третьему сроку посева) от сроков их сева (х)

Культура	Интервал значений	Уравнение регрессии	Среднеквадратическая ошибка, ± %
Гречиха	3—10	$y = 46{,}7 + 24{,}0x - 2{,}6\ x^2$	4,4
Просо	3—10	$y = 69{,}0 + 16{,}2x - 2{,}25\ м^2$	5,0
Кукуруза на зерно	3—10	$y = 43{,}3 + 26{,}9x - 3{,}1\ м^2$	4,0
Кукуруза (сухое вещество)	3—10	$y = 67{,}0 + 16{,}8\ x - 2{,}2\ м^2$	3,3

Примечание. Интервал между сроками сева составляет 10 дней; 3-й срок соответствует 3-й декаде мая. Кукуруза среднеспелой группы.

Таблица 152. Зависимость урожайности пожнивных посевов проса от способов, глубины обработки почвы, доз удобрений

Варианты обработок почвы	Значения доз удобрений	Уравнения множественной регрессии	Среднеквадратическая ошибка, ± %
С оборотом пласта	1 – рекомендуемая	$y = 72{,}7 + 1{,}39x_1 +$	0,9
0—20 см	2 – двойная	$0{,}006\ м^2 \cdot 18{,}0 \cdot (x^2 - 1)$	
Без оборота пласта	1 – рекомендуемая	$y = 75{,}4 + (607x_1 -$	0,8
0—20 см	2 – двойная	$0{,}09x_2^2 + 19{,}7 \cdot (x_2 - 1)$	

Если урожай программируется за счет изменения двух или нескольких факторов, то удобно пользоваться уравнениями множественной регрессии. Такое уравнение для программирования урожая проса в зависимости от способов, глубины обработки почвы и удобрений приведены в табл. 153.

В практических расчетах программируемого урожая возможен анализ нескольких частных уравнений регрессии. Например, согласно ресурсному программированию урожая проса по вспашке на 20 см, рекомендуемой дозе удобрений и 3-му сроку сева (III декада мая) обеспечивается урожайность 40 ц/га, или 100 % от расчетной. Требуется сравнить эффективность вспашки и нулевой обработки почвы при восьмом сроке сева. Ход расчета следующий: определяют урожайность проса для 8-го срока сева (уравнение табл. 153). Она

составляет 76 %, или 30,4 ц/га (что соответствует урожайности при отвальной обработке почвы на 20 см и принимается за 100 %). Затем рассчитывается урожайность проса при нулевой обработке почвы для 8-го срока сева. Она составляет 72,7 % от вспашки на 20 см, или 22,1 ц/га. Ответ: нулевая обработка почвы при 8-ом сроке сева уступает вспашке на глубину 20 см, разница в урожайности 8,3 ц/га (30,4—2,1—8,3 ц/га).

Таблица 153. Уравнение регрессии для определения (в %) прибавки урожая (У) зеленой массы, сухого вещества, переваримого протеина в зависимости от доз азота (Х)

Интервал значений	Наименование смеси	Уравнение регрессии	Среднеквадратическая ошибка, ±%
0—120	овес + редька	$У = 0{,}39Х - 0{,}0004\ Х^2$	2,2
0—120	овес + рапс	$У = 0{,}30Х - 0{,}0004Х^2$	2,7
0—120	овес + горох	$У = 0{,}18Х - 0{,}0004Х^2$	3,0

Однако на практике при работе на больших площадях вспашка забирает больше времени, чем нулевая обработка, и отодвигает начало сева до 10 дней. Поэтому есть смысл определить урожайность данного варианта при 9-м сроке сева (конец июля). Она составит, по расчетным данным, 20,6 ц/га. Ответ в таком случае будет следующим: вспашка на 20 см при 9-м сроке посева уступает по урожайности нулевой обработке почвы при 8-м сроке сева на 1,5 ц/га (22,1—20,6 ц/га). Следовательно, на больших площадях и в условиях поздних сроков сева пожнивное просо целесообразно возделывать путем прямого сева. Эти выводы подтверждаются и экспериментальными данными.

Аналогичным образом поступают и при прогнозировании сроков посева других сельскохозяйственных культур. С учетом биоклиматической характеристики растений и агроклиматических ресурсов региона их по срокам сева можно разделить на три группы.

К первой группе относятся культуры основного использования позднего срока посева, что позволяет возделывать ранние промежуточные культуры (кукуруза, сорго, соя, просо, гречиха). Вторая группа включает такие культуры основного срока использования, после которых можно проводить промежуточные посевы (пожнивные, повторные). Это — озимая пшеница, озимый ячмень, горох на зерно, многокомпонентные смеси позднего срока использования, ранние овощи.

В третьей группе такие многоурожайные культуры (подсевные многолетние), которые полностью используют весь вегетационный период.

Следовательно, перечень возделываемых на юге Украины культур, особенно в условиях орошения, может быть велик и разнообразен. При умелом хозяйствовании на каждом орошаемом поле есть возможность получать по два урожая в год. При этом важно не допускать разрывов между уборкой урожая культуры, предшествующей основной, и посевом промежуточной.

Например, при десятидневном разрыве между указанными работами теряется 200—250 °С активных температур, а это равносильно недополучению 7—12 ц/га зерна.

Практика показывает, что можно сократить вегетационный период культур как основного, так и промежуточного сроков посева на зерно, собрав выращенное на монокорм, а массу кукурузы — на корнаж. Это позволяет существенно увеличить выход кормовых единиц с гектара посевной площади. К тому же период вегетации растений сокращается на 8—10 дней, что очень важно для культур как основного сока посева, так и — промежуточного.

6.3.2. ОПТИМИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Немаловажное значение при программировании урожаев промежуточных культур имеют сведения о долевом участии отдельных факторов в формировании урожая. Располагая этими сведениями, можно выбрать наиболее выгодный вариант количественного и качественного сочетаний условий внешней среды для получения ресурсного урожая.

На основе обобщения многолетних исследований, проведенных на Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции, составлена примерная схема, отражающая роль отдельных факторов, участвующих в формировании урожая промежуточных культур (рис. 16).

Ведущими факторами интенсификации возделывания промежуточных культур являются системы удобрения, режимы орошения и селекционная работа.

К особенностям режима орошения промежуточных и, в частности, повторных культур, относятся сравнительно короткий период вегетации, за который корневая система растений не успевает проникнуть в глубь почвы. Причем, вегетация протекает при достаточно высоких температурах и низкой относительной влажности воздуха.



Рис. 16. Долевое участие факторов интенсификации в формировании величины прибавки урожая промежуточных культур в условиях орошения

Влагозарядковые, предпосевные и послепосевные поливы занимают важное место в режиме орошения поукосных, пожнивных и озимых промежуточных посевов, способствуя тем самым качественной подготовке почвы и получению хорошнх всходов.

Предпосевные поливы проводят при пересыхании посевного слоя как правило, под повторные мелкосемянные культуры . Поливная норма 200—600 м^3/га. Необходимость сокращения разрывов между уборкой предшествующих и посевом повторной культуры часто приводит к вынужденному высеву семян в пересохшую почву. Тогда неизбежны послепосевные поливы. Их обычные нормы 300—450 м^3/га, а для мелкосемянных культур — 200—250 м^3/га.

Наибольшую продуктивность поукосные и пожнивные культуры формируют при поддержании влажности почвы не ннже 80 % НВ в течение всего периода вегетации. Такие условия создаются благодаря полностью регулируемому типу водного режима, характерному для технически совершенных оросительных систем. Сроки и количество поливов должны быть увязаны с зональными рекомендациями.

В практике возделывания ряда промежуточных культур, в частности кукурузы, должны получить широкое использование поздние вегетационные поливы. В определенной мере заменяя влагозарядку, они повышают урожай последующих озимых культур на 25—70 % и способствуют более рациональному использованию влаги. В то же время поливы, проведенные за 3—4 дня до уборки урожая, позво-

ляют несколько задержать процесс старения кукурузы и получать высококачественную зеленую массу для силосования.

Хозяйства южных областей в последние годы стали широко применять освежающие (увлажнительные) поливы малыми нормами — по 50—120 м^3/га. Это позволяет регулировать фитоклимат посевов, что особенно важно в период острой воздушной засухи.

В связи со всевозрастающим значением использования промежуточных посевов в действующие системы удобрений необходимо вносить соответствующие изменения. Установлено, что выращивание на орошаемых землях 2—3 культур в один год резко снижает содержание в почве питательных веществ в доступной для растений форме. Это ухудшает условия питания последующих культур, снижая их урожай. Особенно резко ухудшается режим азотного питания в силу его биологического закрепления в пожнивно-корневых остатках.

Расчеты показывают, что на каждую тонну запахиваемых пожнивно-корневых остатков необходимо вносить с минеральными удобрениями дополнительно по 3—5 кг азота.

Эффективность минеральных удобрений, внесенных непосредственно под промежуточные культуры, исключительно высока. Они обеспечивают прибавку урожая поукосной и пожнивной кукурузы, а также злаково-капустных и бобовых смесей до 60—80 %.

Хорошо используют удобрения и промежуточные культуры, выращиваемые на зерно. Так, по данным Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции, внесение $N_{120}P_{60}$ под пожнивное просо обеспечило рост его урожая на 35 %. Отдельные виды удобрений повышают урожай зерна проса следующим образом: N_{30} — на 2,7—3,1 ц/га, N_{60} — на 3,6—4,3; P_{60} — на 2,7—3;6; $N_{30}P_{60}$ — на 4,7—6,0; $N_{60}P_{80}$ — 6,1—7,3 ц/га.

При поверхностной обработке почвы для посева промежуточных культур целесообразно вносить фосфорные удобрения под предшествующую культуру, а азот — непосредственно перед севом. При этом нормы фосфорных удобрений соответственно увеличивают.

Так как изменения в обеспеченности почвы элементами питания в севооборотах с промежуточными культурами происходят быстро, очень важно, чтобы принятая система удобрения гарантировала увеличение урожая. Вместе с тем она должна быть направлена на сохранение положительного баланса питательных веществ в почве.

При программировании урожая в зависимости от удобрений в настоящее время используются балансово-расчетные методы. Недостатком этой методики считается невозможность точного установления коэффициентов использования питательных веществ из почвы и вносимых удобрений. В случае с промежуточными культурами рас-

четы еще более затруднены в связи с резкими колебаниями метеорологических условий, обусловленных различными сроками сева.

В связи с этим наиболее целесообразным представляется использование регрессивного анализа. Так, прибавка урожая (в %) для различных видов позднелетних кормовых смесей в зависимости от доз азота может быть рассчитана с точностью до 2,7 % путем использования гиперболических уравнений регрессии (табл. 153).

Например, расчетная величина прибавки урожая зеленой массы овсяно-рапсовой смеси от дозы N_{30} составит 8,6 %; N_{60} —16,5 %; N_{90} — 23,7 %, N_{120} — 30,2 %. Исходя из полученных закономерностей, вносятся соответствующие коррективы в систему удобрений под программируемый урожай.

Таким образом, метод регрессивного анализа вполне приемлем для расчетов при программировании урожаев промежуточных культур и является эффективным по сходимости с экспериментальным и результатами.

Выбор сорта остается одним из ведущих факторов роста урожая промежуточных культур. Особенно важные признаки — продолжительность вегетационного периода, характер реакции на почвенное плодородие и орошение, способность давать биологически полноценные урожаи при ограниченных климатических ресурсах.

Постоянно действующим фактором роста урожая промежуточных культур, как и для культур основного срока посева, считается дальнейшее совершенствование структуры посевных площадей и севооборотов. С возрастанием фона промежуточных культур продуктивность севооборота повышается.

В вегетативной массе повторных культур накапливается больше ценных белков, чем при весеннем посеве, увеличивается содержание жира, золы, безазотистых экстрактивных веществ, формируется более нежная, хорошо поедаемая животными зеленая масса. Включение в севооборот промежуточных культур различных сроков посева и уборки позволяет хозяйствам легко организовать систему зеленого конвейера.

В комплексе агротехнических мероприятий важное значение принадлежит обработке почвы. При выращивании промежуточных культур возможны такие характерные особенности: замена вспашки плоскорезным рыхлением или поверхностной обработкой дисковой бороной, культиватором КПЭ-3.8; уменьшение глубины обрабатываемого слоя; совмещение нескольких операций с помощью комбинированных агрегатов (АКП-2,5, СЗС-2,1 и др.). Эти мероприятия направлены прежде всего на сокращение сроков подготовки почвы к посеву и экономию энергетических затрат.

Обработка почвы под каждую культуру требует дифференцированного подхода, учитывающего сроки ее проведения, предшественник, фактический объем массы, внесение удобрений и другие факторы.

Экспериментальными данными научно-исследовательских учреждений и производственной практикой доказано, что прирост урожая зерновых культур в расчете на 1 ц внесенных удобрений на орошаемых землях в 2—3 раза выше, чем на неорошаемых. При внесении удобрений под орошаемые промежуточные кормовые культуры их эффективность еще больше возрастает. В свою очередь, полив находится в прямой зависимости от удобрений. В частности, внесение лишь 1 кг/га азотно-фосфорных удобрений способствует увеличению урожайности этих культур на 1,2 ц/га. С другой стороны, без внесения удобрений плодородие почвы на орошаемых землях резко снижается.

На Николаевской областной сельскохозяйственной опытной станции в стационарном опыте после уборки урожая озимой пшеницы на зерно при его выходе 78 ц/га получили зеленой массы кукурузы 546 ц/га, смеси овса с редькой масличной — 511, зерна проса — 22,6, гречихи — 18,7 ц/га. При таких же условиях в поукосных посевах после озимой ржи с викой, урожай которых составил 345 ц/га зеленой массы, собрали 740 ц/га зеленой массы кукурузы, а после уборки люцерны, выращиваемой на один укос и давшей по 259 ц/га — по 678 ц/га кукурузы молочно-восковой спелости.

Таким образом, применение научно обоснованной технологии возделывания промежуточных культур, направленной на интенсивное использование почвенно-климатических ресурсов, гарантирует высокий потенциал продуктивности. При оптимизации вышеперечисленных факторов программируемые урожаи могут достигать величин, приведенных в табл. 154. Однако в условиях конкретного хозяйства программирование следует начинать с обоснованного урожая, который обеспечат имеющиеся ресурсы.

Расчетная часть для зерновых, силосных и капустных культур выполняется аналогично изложенным рекомендациям. Нормы удобрений рассчитываются наиболее приемлемым балансовым методом, учитывающим вынос питательных веществ (табл. 155), а поливной режим — по суммарному водопотреблению. В острозасушливые годы суммарное водопотребление резко усиливается, а при возделывании пожнивных культур — может увеличиваться в 1,7—2 раза. Поэтому при планировании поливного режима следует ориентироваться именно на засушливые годы.

Вместе с тем расчетно-балансовые методы программирования урожая промежуточных культур не всегда позволяют полностью

Таблица 154. Урожайность промежуточных культур на орошаемых землях юга Украины (по данным опытов научных учреждений региона)

Культура	Урожайность, ц/га	
	максимальная	средняя,
Кукуруза:		
— весеннего посева на зеленую массу	650	1100
— поукосная	580	880
— пожнивная	400	650
Просо пожнивное на зерно	20	30
Гречиха пожнивная на зерно	10	19
Озимые злако-бобовые смеси на зеленую массу	420	700
Ранневесенние злако-бобовые смеси на зеленую массу	400	670
Ранневесенние злако-бобовые масличные смеси на зеленую массу	420	700
Злако-капустные смеси, пожнивная масса	310	560

Таблица 155. Вынос питательных веществ из почвы урожаем некоторых промежуточных культур из 1 ц основной и соответствующее количество побочной продукции, кг

Культура	W	P2O5	K2O
Кукуруза: на зерно	3,0	1,0	2,6
на зеленую массу	0,25	0,10	0,35
Озимая рожь на зерно	2,9	1,2	2,1
Просо на зерно	3,4	0,9	2,9
Гречиха на зерно	3,4	1,8	4,8
Однолетние травы на зеленую массу	0,42	0,10	0,36
	0,7	0,15	0,2
Люцерна на сено	2,6	0,6	1,5
Перко	0,30	0,13	0,17
Рапс	0,45	0,15	0,60

учесть некоторые факторы. Например, для бобовых — необходимо учитывать запас питательных веществ не только в почве, но и в растениях, фиксирующих азот из атмосферы. Некоторые трудности

вызывает определение коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений многокомпонентными посевами.

Наиболее надежные результаты в этих случаях дает программирование урожая по принципу оптимизации условий его выращивания на основе данных опытов, полученных научно-исследовательскими учреждениями.

В настоящее время внедряется программирование урожаев поукосных и пожнивных посевов. В их основу положен метод регрессионного анализа. Этот метод привлекает простотой расчетов и достаточно высокой сходностью результатов.

На основе данных регрессионного анализа полевых опытов, проведенных в Херсонском сельскохозяйственном институте В.А. Ушкаренко (1987), составлена математическая модель урожая зеленой массы кукурузы:

для поукосной кукурузы:

$$У = 12{,}24 \cdot X_1 + 0{,}44 \cdot X_2 + 22{,}1 \cdot X_3 + 1{,}24 \cdot X_4 + 37{,}83 \cdot X_5 - 1737{,}94;$$

для пожнивной кукурузы:

$$У = 10{,}05 \cdot X_1 + 0{,}43 \cdot X_2 + 13{,}91 \cdot X_3 + 1{,}13 \cdot X_4 + 19{,}11 \cdot X_5 - 1125{,}76,$$

где У — урожай, ц/га; X_1 — предпосевная влажность активного слоя почвы (65—80 % НВ); X_2 — густота посева (90—270 тыс. га); X_3 — глубина обработки почвы (10—15 см); X_4 — норма азотного удобрения 70—120 кг/га действующего вещества; X_5 — среднесуточная температура воздуха за вегетационный период (18—22,7 °С).

Математическая модель урожая кукурузы, выращиваемой с использованием противоэрозионной техники при X_1 — густота посева, тыс. га; X_2 — глубина обработки почвы, см; X_3 — норма азотно-фосфориых удобрений, кг/га действующего вещества; X_4 — сумма активных температур, °С — представлена следующим уравнением:

для поукосиой кукурузы:

$$У = 117{,}04 + 0{,}48 \cdot X_1 + 5{,}01 \cdot X_2 + 1{,}66 \cdot X_3;$$

для пожнивной кукурузы:

$$У = 0{,}37 \cdot X_1 + 2{,}23 \cdot X_2 + 1{,}41 \cdot X_3 + 30{,}03 \cdot X_4 - 373{,}17.$$

Таким образом, приведенные расчеты фиксируют ряд агроклиматических условий, от которых зависит урожай. Агроном, подбирая

соответствующие градации этих условий, может рассчитывать продуктивность посева.

Производственная проверка этих моделей показала высокую воспроизводимость фактических и расчетных урожаев при отклонениях в пределах 1,1—5,5 %.

7. МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Для юга Украины разрабатываются и применяются системы земледелия, дифференцированно учитывающие местные почвенно-климатические условия. Как правило, в этих системах материалы по возделыванию культур излагаются в описательной форме, в них почти отсутствуют затраты труда и средств и другие экономические показатели, не показана доля факторов интенсификации в формировании стоимости продукции (см. табл. 157 и 158). В технологических картах возделывания сельскохозяйственных культур фокусируются все слагаемые системы земледелия. Не станем умалять ее научно обоснованного значения. В то же время считаем: более оперативному и эффективному воплощению их непосредственно в производство может содействовать технико-экономическая карта, отображающая прогрессивные технологии, использование новой перспективной техники, обоснованные нормы выработки и нормативы по слагаемым эксплуатационным затратам.

Технологин в картах составлены на основе многолетних исследований технологических отделов и лабораторий ИОЗ, Херсонского сельскохозяйственного института им. А.Д. Цюрупы, Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства, Николаевской ГОСХОС. При этом учтены рекомендации других опытных станций и исследовательских учреждений юга Украины, а также передовой опыт возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых и неорошаемых землях.

Таблица 156. Удельный вес основных факторов интенсификации при возделывании сельскохозяйственных культур на богарных землях

Культура	Урожайность, ц/га	Удельный вес факторов интенсификации к прямым затратам (в %)		
		Основная обработка почвы	Удобрения	Защита растений от вредителей, болезней
Озимая пшеница по занятому пару	40	5,7	17,7	29,2
После кукурузы на силос	35	4,0	19,1	30,6
Кукуруза на зерно	35	10,0	13,1	19,6
Подсолнечник	20	4,4	22,0	22,0
Арбуз столовый	170	2,5	23,4	36,0
Кукуруза на силос	200	17,7	31,0	4,0

Таблица 157. Удельный вес основных факторов интенсификации при возделывании сельскохозяйственных культур на орошаемых землях

Культуры	Урожайность, ц/га	Факторы интенсификации и их удельный вес (% к прямым затратам)				
		основная обработка	удобрение	орошение с содержанием сети	защита растений от вредителей и болезней	борьба с сорняками (гербицидами)
Озимая пшеница после люцерны III-го года жизни	60	5,0	12,2	39,4	10,7	0,8
Озимая пшеница после кукурузы на силос	50	4,9	19,8	38,9	10,9	0,7
Кукуруза на зерно	70	4,5	8,2	36,9	1,7	11,6
Сахарная свекла фабричная	600	4,0	22,2	28,3	19,1	13,1
Соя	20	5,3	7,2	35,0	5,4	8,1
Люцерна на з/к II-го года вегетации	600	—	13,7	58,6	—	—
Кормовая свекла	1200	1,7	31,7	26,7	3,3	1,7
Помидоры рассадные	350	0,4	1,1	3,4	0,4	0,5
Помидоры посевные	400	1,6	5,1	10,6	4,2	4,4
Капуста рассадная	600	1,2	4,2	5,9	6,6	0,8
Капуста посевная	500	3,3	11,8	19,4	22,8	3,7

Предназначение карт — помочь земледельцам в конкретных почвенно-климатических условиях, при фактических ресурсных возможностях использовать лучшие технологии выращивания сельскохозяйственных культур с орнентировкой на более оптимальные затраты труда и средств в перерасчете на гектар площади и центнер продукции. Предлагаемые нами модели карт могут стать для каждого хозрасчетного подразделения ориентиром как в агротехническом, так и в экономическом отношениях.

Изданные с учетом условий Херсонской области модели технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур дополняют системы земледелия. Практика применения таких карт показывает, что они могут быть использованы и в других областях юга Украины (А.О. Лымарь, 1988).

За последние годы в сельскохозяйственной литературе появилось много методических указаний по расчетам программируемого урожая. В наибольшей степени удовлетворяют запросы производственников изданные при самом активном и непосредственном нашем участии Николаевской государственной областной сельскохозяйственной опытной станцией "Технологические пооперационные проекты выращивания сельскохозяйственных культур" (1981), позже (1988) — "Модели технологических карт выращивания сельскохозяйственных культур". В них предусмотрены лучшие для каждой культуры предшественники и способы обработки почвы, удобрения, гербициды и сорта, оптимальная густота стояния растений, мероприятия по борьбе с сорняками, вредителями, болезнями, рациональный набор машин и орудий и другие мероприятия. Все они, вместе взятые, обеспечивают возделывание культур на фоне оптимальных факторов жизни, с учетом периодов роста и развития. Появилась возможность целенаправленно управлять продуктивным процессом растений в онтогенезе.

Особую актуальность приобретают пооперационные проекты сегодня, когда конкретно принимают решение о целесообразности применения того или иного технологического приема. Такие проекты, свидетельствует практика, становятся настольными пособиями для руководителей, специалистов хозяйств, фермеров.

Основой технологических пооперационных проектов являются факторы интенсификации. Именно они в орошаемом земледелии создают оптимальные условия для продукционного процесса растений. Практика использования орошаемых земель показывает, что наиболее высоких показателей продуктивности растениеводства достигают при оптимальном сочетании так называемых управляемых факторов — орошения и удобрений. Если земледелец научится управлять этими двумя приемами при обеспечении высокого уровня других более стабильных технологических составляющих (глубина и способы обработки почвы, сроки посева, нормы высева семян и т. п.), то по выходу продукции урожаи приблизятся к максимально возможным. Поэтому режиму водообеспечения и питания в технологических пооперационных проектах придается первостепенное значение.

При оптимальном поливном режиме ведущим фактором в формировании программируемых урожаев выступают удобрения. Естественное плодородие каштановых почв и черноземов южных, входя-

щих в зону развитого орошаемого земледелия, не обеспечивает запланированного уровня урожая. Но следует учитывать и еще один постоянно действующий негативный фактор: последние 30 лет орошаемые земли в Николаевской области до предела насыщались севооборотами пропашных культур. Они же, как известно, не накапливают в достаточной мере пожнивных остатков. Если сюда прибавить интенсивную обработку земель и другие факторы интенсивного характера, станет ясно, почему содержание гумуса в почвах уменьшилось на 10—15 %, а дефицит питательных веществ составляет 51 кг действующего вещества на гектар.

В этих условиях органические и минеральные удобрения должны сыграть и сыграют решающую роль в повышении плодородия почв и увеличении урожайности сельскохозяйственных культур.

В технологических проектах при расчете норм удобрений под ту или иную культуру учитывают вынос питательных веществ с программируемым урожаем, запасы питательных веществ в почве согласно картограммам агрохимического обследования, коэффициенты использования питательных веществ из почвы и — из вносимых удобрений. Только при таком сбалансированном расчете удается получить высокий эффект от удобрений, повысить их окупаемость.

Исследованиями Николаевской ГОСХОС установлено, что 1 кг действующего вещества внесенных удобрений на орошаемых землях дает 9,5—11 кг зерна кукурузы 5,6—13,6 — зерна озимой пшеницы, 50,7—62,4 — корнеплодов сахарной свеклы, 68—112,2 — сена люцерны. На неорошаемых участках эффективность удобрений в 2—3 раза ниже.

На орошаемых черноземах южных и каштановых почвах в первом минимуме находится азот, затем фосфор. На калий отзывчивы только калиелюбивые культуры. Фосфор проявляет высокую эффективность на фоне азота.

При определении общей нормы удобрений методом элементарного баланса или другим путем пооперационные проекты предусматривают внесение удобрений в критические периоды по их потреблению растениями. Это позволяет создать наилучшие условия для роста и развития растений и формирования программируемого урожая с высокими качественными показателями продукции.

Проекты предусматривают посев высококачественными семенами гибридов и сортов интенсивного типа. Как правило, они в одинаковых условиях выращивания без каких-либо дополнительных затрат средств и труда могут по урожайности превышать другие на 20—25 % и более. Требуется равномерное распределение семян в рядке при минимальных колебаниях глубины их заделки. Оптимальная густота растений достигается в основном точной установкой норм

высева с учетом полевой всхожести и естественного отхода растений в процессе вегетации. В связи с этим резко возрастают требования к защите растений от вредителей и болезней.

В эффективном использовании орошаемых земель исключительная роль принадлежит рациональной обработке почвы. Она должна быть почвозащитной, минимальной, энергосберегающей.

Исследования Николаевской ГОСХОС показывают, что если равновесная и оптимальная плотность почвы совпадают, то нет надобности в глубокой обработке. Это отмечается в основном на легких по механическому составу почвах. На тяжелосуглинистых равновесная плотность превышает оптимальную по ряду культур, выращиваемых на орошаемых землях. Поэтому необходима глубокая вспашка или безотвальное рыхление. Они создают оптимальную плотность почвы, увеличивают водопроницаемость, улучшают водно-воздушный режим. Все это способствует повышению урожая. Особенно отзывчивы на глубокое рыхление свекла, кукуруза, некоторые овощные культуры.

В моделях технологических карт выращивания сельскохозяйственных культур предусматривают использование выпускаемых машин и орудий, обеспечивающих высокопроизводительное использование машинно-тракторного парка, снижение затрат труда и горючего.

Агрономам хозяйств, механизаторам при выполнении операций на возделывании сельскохозяйственных культур следует строго соблюдать набор машин и тракторов, предусмотренных в технологических картах. В то же время нередко трактора К-150К, ДТ-75 работают с одним культиватором, сеялкой, используют малопродуктивные плуги. Это не позволяет эффективно и полно использовать их мощность. Данные таблиц 158 и 159 показывают, как снижается производительность труда, непроизводительно используется горючее при посеве зерновых культур, вспашке, культивации в зависимости от комплектации агрегатов. Не менее важна в этом смысле правильная комплектация комбинированных агрегатов для выполнения агротехнических приемов культиваторами и катками. Такие агрегаты позволяют свести до минимума уплотнение почвы и более эффективно использовать мощность тракторов. В моделях технологических карт предусмотрено применение широкозахватных агрегатов, повышающих производительность труда и снижающих расход топлива. Так, культиватор КПЭ-3,8, переоборудованный на ширину захвата 5—4 м, повышает производительность труда на 25 %, снижает расход топлива на 20 %. Культиваторы КПЭ-3,8 с шириной захвата 7—6 м повышают производительность на 45—50 %, снижают расход топлива на 40 %. Эти новшества позволяют при внедрении значительно сократить затраты труда и средств на производство продукции.

Таблица 158. Влияние агрегатирования тракторов на их производительность и затраты горючего

Тракторы	С/х машины и их агрегаты	Затраты горючего на 1 га, кг	Производительность агрегата за час работы, га	К-во машин, шт.	Затраты горючего на 1 га, кг	Производительность агрегата за час работы, га
			Посев зерновых культур			
К-701	СЗ-3,6 — 4 шт.	2,9	7,94	5	2,4	8,92
Т-150К	СЗ-3,6 — 3 шт.	2,8	6,44	4	2,3	7,34
ДТ-75	СЗ-3,6 — 2 шт.	2,6	4,21	3	2,1	4,9
Т-70	СЗ-3,6 — 1 шт.	2,9	2,45	2	2,3	3,41
МТЗ-80	СЗ-3,6 — 1 шт.	2,7	2,74	2	2,2	3,9
			Пахота на 25—27 см			
К-701	ПТК-9-35	13,7	2,54	—	—	—
К-701	ПН-8-35	17,9	2,0	—	—	—
Т-150К	ПДН-6-35	11,9	1,58	—	—	—
Т-150К	ПН-4-40	13,4	1,23	—	—	—
ДТ-75	ПЛ-5-35	12,1	1,0	—	—	—
ДТ-75	ПН-4-35	11,9	1,04	—	—	—

Таблица 159. Сравнительная эффективность обработки почвы культиватором (культиваторами) КПС-4 при агрегатировании его разными тракторами (глубина 10—14 см)

Марка трактора	К-во культиваторов, шт.	Сменная норма выработки, га	Затраты на 1 га, чел./ч
К-701	4	72,2	0,09
	3	50,8	0,14
Т-150К	3	55,09	0,12
	2	38,8	0,18
ДТ-75М	2	29,1	0,24
ДТ-75	1	20,8	0,33

Лабораторией математического моделирования ИОЗ (Е.К. Михеев, 1995) разработана компьютеризация моделей технологических карт. На основании исходных данных о запасах питательных веществ в каждом поле, вытекающие из модели технологических карт разработанной программы, выдаются оптимальные варианты агротехнических приемов и материально-денежных затрат на выращивание сельскохозяйственных культур с получением максимально возможного урожая в конкретных условия. Это модельные варианты технологий, с учетом характеристик конкретных полей, культур и ресурсов хозяйств, подготавливаются на вегетацию или на периоды работ. С появлением новых технологических разработок программы расчетов корректируются и анализируются в конкретных условиях.

Такой подход значительно расширяет информационную базу специалистов, избавляет их от объемной работы, связанной с проведением расчетов, позволяет до минимума свести возникающие ошибки при принятии технологических решений, снизить в них долю субъективизма.

Внедрение технологических пооперационных проектов в традиционных и фермерских хозяйствах должно быть конкретизировано для условий каждого поля. При этом учитываются специализация внутрихозяйственных подразделений, комплексное воздействие всех факторов жизни растений. Это, несомненно, станет способствовать максимальному использованию почвенно-климатических ресурсов и материально-технических средств каждого хозяйства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе обширного экспериментального материала, данных литературы, опыта передовиков производства автор показал значительность слагаемых элементов системы земледелия на орошаемых землях юга Украины продуктивности агрофитоценозов, плодородия почвы, влияние их на экологическую чистоту и безопасность как для агрогенных, так и природных ландшафтов.

Разработана и осуществлена на практике методика оценки агроэкологического потенциала пахотных земель региона, способность почв, атмосферы и биоты давать определенную хозяйственную продукцию, основанную на биологической продуктивность почв. Введено понятие устойчивой пашни и региона, к которой относятся орошаемые земли, гектары-спутники, черные пары, земли с близким залеганием грунтовых вод с низкой их минерализацией. На примерах показана, в зависимости от удельного веса устойчивой пашни в хозяйствах, возможность получения стабильных урожаев зерновых культур в условиях юга Украины.

Многолетние экспериментальные исследования, выполненные автором, позволили научно обосновать и практически реализовать оптимальную структуру посевных площадей и схемы интенсивных севооборотов, количественно и качественно оценить их продуктивность в зависимости от насыщения техническими, зерновыми, кормовыми и промежуточными культурами. Для этих севооборотов, их отдельных звеньев и культур выполнена сравнительная оценка эффективности отвальной и безотвальной обработки почвы в сочетании с различными системами удобрений и режимами орошения, другими агротехническими приемами.

На основе изучения промежуточных культур выявлена роль их посевов, как приема, способствующего повышению плодородия почвы и продуктивности севооборота, позволяющего провести оптимальное насыщение их определенной культурой без снижения ее урожая.

Особое внимание уделено совершенствованию элементов интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур в основных и промежуточных посевах применительно к рекомендуемым севооборотам на основе комплексного взаимодействия обработки почвы, удобрений, орошения и других технологических приемов. Предложена энергосберегающая почвозащитная технология основной обработки почвы, включающая элементы минимализации, а также технологии прямого посева пожнивных культур. Показана

эффективность разработки пласта люцерны на глубину 10—12 см под сельскохозяйственные культуры как в экологическом, так и экономическом плане. Выявлена роль влагозарядковых поливов промежуточных посевов в совершенствовании режимов орошения и экологизации земледелия. Предложены приемы более рационального водопользования культур севооборота на основе буферности люцерны в режимах орошения.

Впервые в условиях юга Украины в шестипольных севооборотах с двумя полями многолетних трав получена продуктивность с гектара севооборотной площади 150 и более центнеров кормовых единиц, сбалансированных по протеину. Этого удалось достичь путем действия и взаимодействия отдельных элементов системы орошаемого земледелия (промежуточные посевы, обработка почвы, удобрения, орошение и др.), представляющих интерес для разработки нормативов и программирования технологических процессов. Причем — как под отдельные культуры, так и — различные севообороты в целом.

Многочисленные экспериментальные данные позволили получить математические модели зависимости между урожайностью промежуточных культур и параметрами элементов технологии выращивания (сроков сева, способов обработки почвы, доз удобрений) в виде уравнений множественной регрессии для использования их в прогнозировании и программировании урожаев и управлении технологическим процессом.

Для сохранения и повышения плодородия орошаемых земель юга Украины на основе экспериментального материала и производственной проверки разработаны основные приемы, заключающиеся во внедрении на орошаемых землях шестипольных севооборотов с двумя полями многолетних трав; внесении на гектар севооборотной площади не менее 10—15 т/га навоза; подъеме пласта многолетних трав под озимую пшеницу и другие зерновые культуры сплошного сева, производимого безотвальной обработкой на глубину 10—12 см.

Полученные данные позволили установить, что систематическое обогащение почв органическим веществом — основное условие расширенного воспроизводства почвенного плодородия. Основными источниками его служат: навоз, солома, кормовые и растительные остатки, промежуточные посевы, посевы сидератов, которые, поступив в почву, минерализуются, и лишь незначительная их часть трансформируется в гумус.

Изучение особенностей радиационного режима позволило уточнить методику КПД ФАР различных культур за счет использования

впервые установленной зависимости массовой теплоты сгорания (калорийности) растения от процентного содержания протеина. Показана возможность применения в качестве обобщенного показателя эффективности севооборотов коэффициента использования ФАР за вегетационный период в целом по севообороту и за всю ротацию.

Установлено, что связь урожайности хозяйственно полезных органов с КПД ФАР, а также с сухой надземной фитомассой на момент уборки нелинейна, что важно учитывать при решении задач программирования урожая.

Таким образом, приемами экологизации системы орошаемого земледелия является доведение доли бобовых культур в структуре посевов до одной трети, увеличение поступления в почву растительных остатков, особенно многолетних трав, мульчирование поверхности почвы соломой и другими пожнивными остатками, запашка сидератов, внесение органических удобрений, а также снижение техногенной нагрузки на почву — минимализация ее обработки, пестицидного и химического воздействия.

Пришло время на один уровень ставить вопросы экологии и экономики. Больше того: во имя сохранения природных богатств для грядущих поколений иногда следует даже поступаться сиюминутными экономическими выгодами.

Современная эколого-мелиоративная концепция использования орошаемых земель нуждается в методическом обосновании экологически допустимых агромелиоративных нагрузок на орошаемые ландшафты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абугалиев И. А., Турешев О. Г.* Программирование урожаев полевых культур в условиях орошения Казахстана // Интенсивное использование орошаемых земель в различных природных условия: Сб. науч. тр.— 1987.— С. 90—98.

2. *Авдонин Н. И.* Научные основы применения удобрений.— М.: Колос, 1972.— 320 с.

3. *Атапов П., Сугак С.* Способы посева и нормы высева люцерны в условиях орошения // Эффектидное использование орошаемых земель в степных районах.— М., 1974.— С. 231—235.

4. *Александрова Л. Н.* Органическое вещество почвы и процессы его трансформации.— Л.: Наука, 1980.— 286 с.

5. *Алиев Д. А.* Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений.— Баку: ЭАМ, 1974.— 335 с.

6. *Андрусенко И. И., Коваленко А. М., Жуйкова Е. О.* Разработка полевых севооборотов с различным уровнем насыщения зерновыми культурами для поливных земель юга Украины // Орошаемое земледелие.— 1989.— Вып. 34.— С. 3—6.

7. *Балаболин М. А.* Выращивание промежуточных кормовых культур // Сельское хозяйство за рубежом.— 1983.— № 9.— С. 7—11.

8. *Балашова Г. С.* Характеристика агрофізичного стану грунту від режимів зрошення, типу живлення та способів основної підготовки грунту в умовах півдня України.— К.: Урожай, 1992.— С. 59—62.

9. *Бауэр Э.* Теоретическая биология.— М.-Л.: ВИЭМ, 1935.— 206 с.

10. *Беденко В. П.* Фотосинтез и продуктивность пшеницы на юго-востоке Казахстана.— Алма-Ата: Наука, 1980.— 224 с.

11. *Безуглов В. Г.* Применение гербицидов в интенсивном земледелии.— М.: Россельиздат, 1981.— 238 с.

12. *Берестецкий О. А.* Биологические факторы повышения плодородия почв // Вестн. с.-х. науки.— 1986.— № 3.— С. 29—38.

13. *Бобылев С.* Проблемы экологизации развития АПК // АПК: Экономика, управление.— 1991.— № 10.— С. 10—17.

14. *Бобченко В. И.* Усовершенствование технологии орошения черноземов // Вестник с.-х. науки.— 1987.— № 8.— С.

15. Бондаренко Н. Ф. Теоретические аспекты воспроизводства плодородия почвы в условиях интенсивного земледелия // Вестн. с.-х. науки.— 1989.— № 1.— С. 54—61.

16. *Бондаренко Н. В.* Эффективность внесения азотных удобрений с поливной водой // Орошаемое земледелие.— 1989.— Вып. 34.—с. 18—20.

17. *Боча И.* Использование экопотенциала в семеноводстве люцерны // Междунар. с.-х. журиал.— 1984.— № 3.— С. 52—55.

18. *Брунео Ю. Н., Колесников Л. О.* Безплужная обработка почвы и энтомофауна // Защита растений.— 1982.— № 8.— С. 18—19.

19. *Будаговский А. И., Росс Ю. К.* Основы количественной теории фотосинтетической деятельности посевов // Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности.— М.: Наука, 1966.— С. 51—58.

20. *Будыко М. И.* Тепловой баланс земной поверхности.— Л.: Гидрометеоиздат, 1953.— 228 с.

21. *Булаткин Г. А.* Энергетические аспекты воспроизводства почвенного плодородия // Вестн. с.-х. науки.— 1987.— № 1.— С. 35—41.

22. *Бучинский Н. Е.* Засухи, суховеи, пыльные бури на Украине и борьба с ними.— К.: Урожай, 1970.— 227 с.

23. *Вавилов Н. И.* Избранные труды, в 5-и томах. Т. 1: Земледельческий Афганистан.— Л.: Изд-во АН СССР, 1959.— 415 с.

24. *Васильев Д. С., Ярославская П. Н.* Системный подход в борьбе с сорняками // Земледелие.— 1985.— № 7.— С. 54—57.

25. *Вернадский В. И* Биосфера. Избранные труды по биогеохимии.— М.: Мысль, 1967.— 376 с.

26. *Володарский Н. И* Биологические основы возделывания кукурузы.— М.: Колос, 1975.— 256 с.

27. *Володин В. М.* О расширенном воспроизводстве почвенного плодородия // Вестник с.-х. науки.— 1989.— № 6.— С. 24—30.

28. *Воробьев С. А., Четверня А. М.* Биологическое земледелие // Агрономические основы специализации севооборотов: Сб. науч. тр.— М.: Агропромиздат, 1987.— С. 22—29.

29. *Воронцов А.* Современные эколого-экономические проблемы в аграрной сфере // Международный агропромышленный журн.— 1991.— № 4.— С. 59—61.

30. *Гаврилов А. М.* Интенсивное использование орошаемых земель.— М.: Колос, 1971.— 311 с.

31. *Гамаюнова В. В.* Зміни органічної речовини тривалого зрошувального темно-каштанового грунту в зв'язку із застосуванням добрив // Зрошуване землеробство, 1994.— Вип. 39.— С. 14—18.

32. *Гноевых М. А.* Экономика способов орошения // Эффективность орошаемого земледелия.— К.: Урожай, 1923.— С. 102—104.

33. *Годлин М. М., Вернадер Н. Б., Самбур Г. Н., Скорика С.* Почвы СССР.— Киев-Харьков: Госиздательство с.-х. литературы УССР, 1951.— 326 с.

34. *Гойса Н. И., Ларин А. П., Перелет И. А.* Радиационный режим и продуктивность посевов озимой пшеницы в богарных условиях степной части Украины // Труды УкрНИИГИМ.— 1970.— Вып. 94.— С. 5—17.

35. *Гойса Н. И., Лымарь А. О., Перелет И. А.* Повышение уровня использования фотосинтетически активной радиации при интенсификации орошаемого земледелия // Труды УкрНИИ Госкомгидромета, 1986, Вып. 223.

36. *Гойса Н. И., Лымарь А. О.* Использование солнечной радиации зерновыми и кормовыми культурами в интенсивных орошаемых севооборотах // Труды УкрНИИ Госкомгидромета.— 1987.— ВЫп. 226.— С. 12—32.

37. *Гойса Н. И., Лымарь А. О.* Особенности радиационного режима и продуктивность орошаемой люцерны при возделывании под покровом яровых культур // Труды УкрНИИ Госкомгидромета.— 1990.— Вып. 238.— С. 29—36.

38. *Гойса Н. И., Перелет Н. А., Цупенко Н. Ф.* О рациональном использовании энергетических ресурсов (энергии ФАР) территории Украины для выращивания пожнивных и поукосных посевов // Труды УкрНИИ.— 1977.— Вып. 159.— С. 124—126.

39. *Гойса Н. И., Олейник Р. Н., Рогаченко А. Д.* Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы.— Л.: Гидрометиздат, 1983.— С.

40. Голубев В. Д. Применение удобрений на орошаемых землях.— М.: Колос, 1977.— 192 с.

41. *Гумбеев В., Соколов О., Гупер Е.* Стратегия создания экологически чистых агроэкосистем // Междунар. агропромышленный журн.— 1991.— № 6.— С. 54—57.

42. *Грабак Н. Х., Стоковская Т. М.* Почвозащитная технология на юге Украины // Земледелие.— 1979.— № 8.— с. 29—31.

43. *Григоров М. С., Черемисинов А. Ю.* Особенности управления экологически сбалансированной агросистемой в условиях орошения // Доклады ВАСХНИЛ.— 1991.— Т. 6.— С. 53—56.

44. *Гудкова З. П., Кузьмин Н. М.* Севообороты на орошаемых землях // Степные просторы.— 1984.— № 11.— С. 41—44.

45. *Гудкова З. П., Мелехова Н. П.* Интенсивное использование пашни в условиях Нижнего Поволжья // Интенсивное использование орошаемых земель в различных природных условиях: Сб. науч. тр. Всерос. НИИ орошаемого земледелия.— 1987.— С. 19—13.

46. *Гумбеев Э.* Статистика экстремальных значений.— М.: МНР, 1965.— 452 с.

47. *Гусев М. Г., Антипчук Г. М.* Насіннєва продуктивність післяукісного соняшнику залежно від сортового складу, способу сівби та густоти рослин // Зрошуване землеробство.— 1994.— Вип. 39.— С. 28—31.

48. *Гусев Н. Г., Исичко М. И.* Продуктивность пожнивных кормовых смесей при различных способах обработки почвы: Сб. науч. тр.— К.: Урожай, 1990.— С. 65—70.

49. *Дегтяюк Э. Г.* Роль системы удобрений в повышении и стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур.

50. *Добряков Н. Ф.* Удобрения и мульчирование полевых культур.— Свердловск, 1941.— 178 с.

51. *Дояренко А. Г.* Избранные сочинения.— М.: Сельхозгиз, 1963.— 312 с.

52. *Жаринов В. И.* Размещение товарного семеноводства бобовых трав с учетом агроэкологических факторов.— М.: ВНИИТЭИ агропром, 1988.— 44 с.

53. *Животнов Л. А. и др.* Ресурсосберегающая и экологически чистая технология выращивания озимой пшеницы.— К.: Урожай, 1992.— 224 с.

54. *Заверюхин В. И.* Возделывание сои на орошаемых землях.— М.: Колос, 1981.— 159 с.

55. *Заверюхин В. И., Левандовський І. Л., Бардадіменко О. С., Рудницький Г. В.* Особливості вирощування двох врожаїв олійних культур на зрошувальних землях півдня України. Зрошуване землеробствво — 1992. — Вип. 37. — С. 42—44.

56. *Захарченко Л. Я.* Методика оценки с.-х. культур по фактору времени // АПК: Достижения науки, техники.— 1990.— № 5.— С. 18—20.

57. *С. Г. Скоропанов, И, Г. Родкин, . К. Александрович и др.* Земледелие Белоруссии / Под ред. С. Г. Скоропанов и П. М. Шерснева.— Минск: Ураджай, 1987.— 216 с.

58. *Зубенко Б., Билик И.* Севооборот и засоренность полей // Земледелие.— 1971.— № 8.— С. 15—17.

59. *Зубкова Т. А.* Отзывчивость различных сортов проса при пожнивном посеве на способы посева и удобрения в орошаемых условиях южной степи Украины: Автореф. на соиск. уч. степени канд. с.-х. наук / Полтавский СХИ.— Полтава, 1980.— 20 с.

60. *Зимовец Б. А.* Экология и мелиорация почв сухостепной зоны.— М., 1991.— 249 с.

61. *Золотун З. П., Лымарь А. О.* Темнокаштановые почвы // Повышение плодородия почвы орошаемых земель.— К.: Урожай, 1989.— С. 19—25.

62. *Иванух Р.* Эколого-экономические проблемы развития сельского хозяйства на Украине // Экономика советской Украины.— 1991.— № 8.— С. 44—50.

63. *Иванов П. К., Смотров Н. А.* Специализированные севообороты на орошаемых землях Поволжья // Вестн. с.-х. науки.— 1981.— № 4.— С. 36—47.

64. *Израэль Ю. А.* Экология, климат и влияние возможных его изменений на сельское хозяйство страны // Вестн. с.-х. науки.— 1987.— № 10.

65. *Изюмов В. В.* Способы и техника полива сельскохозяйственных культур // Орошаемое земледелие на Украине.— К.: Урожай, 1968.— С. 91—108.

66. *Иоселев Л. Г., Зекин А. А., Прокопьев В. В.* // АПК: Достижения науки и техники.— 1990.— № 1.— С.

67. *Ишин А. Г.* Комплекс устойчивости земледелия в Поволжье // Вестн. с.-х. науки.— 1984.— № 12.— С. 62.

68. *Кант Г.* Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем.— М.: Агропромиздат, 1988.— С. 207.

69. *Каюмов М. К.* Программирование урожаев.— М.: Московский рабочий, 1981.— 161 с.

70. *Кивер В. Ф.* Энергосберегающая технология возделывания кукурузы на орошаемых землях.— К.: Урожай, 1988.— 119 с.

71. *Кивер В. Ф., Константинов Я., Чобану С.* Севообороты и обработка почвы на орошаемых землях.— Кишинев: Картя Молдавеняскэ, 1978.— 112 с.

72. *Кивер В. Ф., Мелуа Р. А., Пилипенко А. Д., Бондаренко Я. И., Лабунский В. В., Погребняк А. П.* Засоренность посевов при минимальной обработке почвы на орошаемых землях Молдавии // Земледелие.— 1979.— № 3.— С. 38—41.

73. *Кирпичников Л. А.* Экологические проблемы в системе агропромышленного комплекса // Вестн. с.-х. науки.— 1990.— № 7.— С. 27—31.

74. *Кисіль В. Д.* Сільськогосподарські типи земель Степу // Грунти України та їх агровиробнича характеристика: Зб. статей / Укр. наук.-досл. ін-т грунтознавства.— К.: Урожай, 1964.— С. 129—137.

75. *Коваленко А. М., Жуйкова К. О.* Засміченість посівів зернових культур у сівозмінах на зрошуваних землях // Зб. наук. праць.— К.: Урожай, 1992.— С. 29—33.

76. *Коваленко А. М., Жуйкова К. О.* Шляхи раціонального використання поливної води у сівозмінах на півдні України // Зрошуване землеробство.— 1994.— Вип. 39.— С. 18—20.

77. *Коломейченко В. В.* Пути повышения коэффициента использования солнечной энергии на формирование урожая // радиационные процессы в атмосфере и на земной поверхности.— Л.: Гидрометеоиздат, 1974.— С. 428—430.

78. *Колосков П. И.* Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование.— Л.: Гидрометеоиздат, 1971.— 328 с.

79. *Кононова М. М.* Органическое вещество почвы.— М.: Из-во АН СССР, 1963.— 313 с.

80. *Константинов А. П., Красюк С. Б.* О возможности оценки влагозапасов почвы по данным осадкам // Тепловой и водный режим сельскохозяйственных полей.— М.: Гидрометеоиздат, 1970.— С. 15—19.

81. *Константинов Я. С., Чебану С.* Севообороты на орошаемых землях и их гидромодуле // Орошение сельскохозяйственных культур.— Кишинев: Картя Молдавеняскэ, 1985.— С. 101—112.

82. *Костяков А. Н.* Основы мелиораций.— М.: Сельхозгиз, 1960.

83. *Котенко И. П.* Удобрение сои // Земледелие.— 1977.— № 5.— С. 75.

84. *Кук. Дан В.* Факторы лимитирующие урожай и их взаимодействие в системах земледелия // Вестник с.-х. науки.— 1987.— № 2.

85. *Кружилин И. П.* Интенсификация орошаемого земледелия // Интенсивное использование орошаемых земель в разных природных зонах: Сб. науч. тр.— 1987.— С. 3—19.

86. *Крупский Н. К., Полупан Н. И.* Атлас грунтів Української РСР.— К.: Урожай, 1979.

87. *Кузьмичов В. П.* Бонітет грунтів України // Агрохімія і грунтознавство.— 1970.— Вип. 13.— С. 129—148.

88. *Кузьмичов В. П., Носко Б. С., Дусановський В. А., Медведев Б. С.* Сучасний баланс поживних речовин у землеробстві УРСР // Агрохімія і грунтознавство: Урожай.—1980.— Вип. 10.— С. 72—79.

89. *Кузьмичов В. П., Созанова Л. С.* Якісна оцінка зрошувальних земель Олевської і Дніпропетровської областей // Агрохімія і грунтознавство.— 1981.— Вип. 41.— С. 35—42.

90. *Ларин А. П., Лебедев С. И.* Поглощение и использование солнечной радиации посевами при различных условиях произрастания // Атмосфера и оптика атмосферы.— Таллин: Валгус, 1978.— С. 293—297.

91. *Лебедь Е. М.* Фактор севооборота в интенсивном земледелии степи Украины // Земледелие.— 1983.— № 7.— С. 14—17.

92. *Левенко И. Т.* Климатические и погодные условия возделывания сельскохозяйственных культур // Устойчивость земледелия — проблемы и пути решения.— К.: Урожай, 1986.— С. 133—144.

93. *Лысенко А. К.* Меры борьбы с сорняками в условиях интенсивного земледелия // Устойчивость земледелия — проблемы и пути решения.— К.: Урожай, 1986.— С. 133—142.

94. *Либерштейн И. И.* Зеленый конвейер.— М.: Колос, 1981.

95. *Лымарь А. О.* Эффективность влагозарядковых поливов под столовые корнеплоды // Орошаемое земледелие.— 1967. Вып. 2.— С. 107—111.

96. *Лымарь А. О.* Освоение овощных севооборотов в совхозе // Орошаемое земледелие.— 1968.— Вып. 5.— С. 91—96.

97. *Ливенский А. И., Куница В. М., Олейник Р. Н., Рогаченко А. Д.* Рациональный режим и фотосинтетическая деятельность посевов кукурузы при выращивании запрограммированного урожая // Бюл. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та кукурузы.— Днепропетровск, 1980.— Вып. 1 (55).— С. 9—13.

98. *Либерштейн И. И.* Система гербицидов в севообороте // Земледелие.— 1972.— № 6.— С. 39—41.

99. *Лымарь А. О.* Малое орошение и многолетние культурные пастбища // Гидротехника и мелиорация.— 1971.— №12.— С. 22—25.

100. *Лымарь А. О.* Опыт строительства и эксплуатации участков малого орошения.— М.: Колос, 1972.— 39 с.

101. *Лымарь А. О.* Гарантированные урожаи.— Симферополь: Таврия, 1973.— 80 с.

102. *Лымарь А. О.* Интенсивное использование поливного гектара.— М.: Колос, 1982.— 144 с.

103. *Лобода В. Г.* Подпочвенное орошение в условиях Крыма // Вопросы орошения.— К.: Урожай, 1964.— С. 55—64.

104. *Лобода В. Г., Изюмов В. В.* Подпочвенное и капельное орошение // Мелиорация на Украине.— К.: Урожай, 1979.— С. 274—280.

105. *Лактионов Н. И., Босенко Б. Е.* К вопросу закрепления почвой водорастворимых органических веществ // Тр. Харьковского СХИ.— 1967.— Вып. 67 (104).— С. 160—169.

106. *Лотоненко И. В., Емельянова Н. И., Гома М. Р.* Влияние обработки почвы на урожай кукурузы при орошении // Орошаемое земледелие.— 1990.— Вып. 35.— С. 39—41.

107. *Лупашку М. Ф.* Экология и интенсификация полевого кормопроизводства.— Кишинев: Картя Молдавеняскэ, 1989.— С. 425.

108. *Лупашку М. Ф.* Люцерна.— М.: Агропромиздат, 1988.

109. *Лымарь А. О., Ищенко В. А.* Зависимость урожая сои от предшественников, способов основной обработки почвы и схем посева // Вестн. с.-х. науки.— 1991.— № 7.— С. 11—13.

110. *Лымарь А. О.* Короткоротационные специализированные севообороты — важный фактор интенсификации орошаемого земледелия и воспроизводства плодородия почвы // Вестн. аграрной науки.— 1991.— № 10.— С. 37—41.

111. *Лыков А. М.* Страж плодородия.— М.: Московский рабочий, 1976.— 112 с.

112. *Лыков А. М. и др.* Органическое вещество и плодородие почвы в интенсивном земледелии (обзорная информация).— М., 1984.— 60 с.

113. *Лысогоров С. Д., Ушкаренко В. А.* Орошаемое земледелие.— М.: Колос, 1989.— 382 с.

114. *Лысогоров С. Д., Кивер Ф. В., Лымарь А. О.* Эффективность влагозарядковых поливов под культуры овощного севооборота // Вестн. с.-х. науки.— 1965.— № 4.— С. 74—80.

115. *Лымарь А. О., Григораш Н. Н.* Размеры капитальных вложений в орошаемое земледелие и уровень производства растениеводческой продукции // Экономическая эффективность орошения.— К.: Урожай, 1969.— С. 3—60.

116. *Лымарь А. О., Ушкаренко В. А.* Совмещение приемов возделывания пожнивных культур // Земледелие.— 1975.— № 8.— С. 61—82.

117. *Лымарь А. О., Крамаренко В. Н.* Гарантируем урожай.— Одесса: Маяк, 1984.— 62 с.

118. *Лымарь А. О., Островчук П. П.* Продуктивность люцерны и эспарцета в пожнивных подпокровных посевах // Вестник с.-х. науки.— 1985.— № 12.— С. 47—50.

119. *Лымарь А. О., Островчук П. П.* Многолетние травы под покровом озимой пшеницы и пожнивных посевов // Вестн. с.-х. науки.— 1985.— № 5.— С. 45—54.

120. *Лымарь А. О., Ищенко В. А.* Эффектнвность разных способов обработки почвы на орошаемых землях // Масличные культуры.— 1986.— № 4.— С. 15—16.

121. *Лымарь А. О., Федоровский А. А.* Эффективность орошения удобрений, предшественников.

122. *Лымарь А. О.* Продуктивность пожнивных посевов в зависимости от способов обработки почвы и удобрений // Вестн. с.-х. науки. — 1987. — № 8.— С. 49—51.

123. *Лымарь А. О.* Особенности программирования урожаев промежуточных культур // Справочник по прогнозированию и программированию урожаев на юге Украины.— Одесса: Маяк, 1987.— С. 123—139.

124. *Лымарь А. О.* Способы и глубина обработки пласта люцерны под сельскохозяйственные культуры // Вестн. с.-х. науки.— 1988.— № 2.— С. 9—13.

125. *Лымарь А. О.* Промежуточные посевы в интенсивном земледелии // Справочник по выращиванию промежуточных культур на юге Украины.— Одесса: Маяк, 1988.— С. 33-58.

126. *Лымарь А. О., Островчук П. П., Ищенко В. А.* Влияние минеральных удобрений, соломы, обработки почвы, промежуточных посевов на плодородие южных черноземов и продуктивность бессменной озимой пшеницы // Вестн. с.-х. науки.— 1988.— № 7.— С. 43—48.

127. *Лымарь А. О., Островчук П. П., Ищенко В. А.* Хозяйственно-экологический эффект короткоротационных севооборотов при орошении // Мелиорация и водное хозяйство.— 1991.— № 7.— С. 21—23.

128. *Лысогоров С. Д., Сухорукова Г. С., Бурлака В. П., Кравчик Л. П.* Влияние орошения, высоких норм удобрений и глубокой пахоты на плодородие обыкновенных черноземов // Почвоведение.— 1985.— № 8.— С. 103—107.

129. *Мазур Г. Ю.* Почвенно-климатические условия и устойчивость земледелия в Украинской ССР // Устойчивость земледелия — проблемы и пути решения.— К.: Урожай, 1986.— С. 9—10.

130. *Максимов С. А.* Погода и сельское хозяйство.— М.: Гидрометеоиздат, 1963.— 203 с.

131. *Малярчук М. П.* Вплив грунтозахисних систем обробітку в сівозміні на родючість грунту, забур'яненість посівів та продуктивність сільськогосподарських культур // Зрошуване землеробство.— 1992.— Вип. 37.— С. 13—19.

132. *Малярчук М. П., Чорноостровець Ю. М., Данильчук С. В.* Особливості обробітку грунту на зрошуваних землях півдня України // Зрошуване землеробство.— 1993.— Вип. 38.— С. 11—15.

133. *Маринченко А.* Приемы выращивания люцерны на корм при орошении // Тр. Кубанского с.-х. ин-та.— 1983.— Вып. 223.

134. *Машенко А. М.* Теоретические основы высокопродуктивного и устойчивого функционирования агроэкосистемы // Устойчивость земледелия — проблемы и пути решения.— К.: Урожай, 1986.— С. 9.

135. *Мациенко А. М.* Роль обработки почвы в создании благоприятных условий роста и развития растений // Устойчивость земледелия — проблемы и пути решения.— К.: Урожай, 1985.— С. 123—133.

136. *Мащенко Н. З., Посмитная Л. В., Варюшкина Н. М., Вьюнов А. А.* Структура и основные задачи агроэкологического мониторинга // Вестн. с.-х. науки.— 1990.— № 3. С. 30—37.

137. *Медведев В.* Проблема поліпшення агрофізичних властивостей чорноземів у зв'язку з обробітком, удобренням // Як зберегти і підвищити родючість чорноземів.— К.: Урожай, 1984.— С. 58—66.

138. *Медведь Г. К.* Баланс органического вещества в почвах и его трансформация под влиянием интенсификации орошения // Устойчивость земледелия — проблемы и пути решения.— К.: Урожай, 1986 .— С. 45—55.

139. *Милащенко Н. З., Посмитная Л. В., Варюшкина Н. М., Вьюнов А. А.* Структура и основные задачи агроэкологического мониторинга // Вестник с.-х. науки.— 1990.— № 3.— С. 30—37.

140. *Мишустин Е. Н., Емцев В. Т.* Микробиология.— М.: Агропромиздат, 1987.— 368 с.

141. *Моргуненко Ф. П.* Тройная утилизация Днепровских порогов.— СПб, 1913.— С.

142. *Моргун Ф. Т., Шикула Н. К.* Почвозащитное безплужное земледелие.— М.: Колос, 1984.— 279 с.

143. *Мурати Й.* Продуктивность и эффективность утилизации солнечной энергии у некоторых видов с.-х. культур // Термические основы фотосинтетической продуктивности.— М.: Наука, 1972.— С. 479—488.

144. *Мурей И. А., Шулпин И. А.* Физиологический анализ приходящей ФАР к растению // Ботан. журнал.— 1978.— Т. 63, № 7.— С. 962—973.

145. *Нетіс У. Т.* Застосування азотофіксуючих бактерій на озимій пшениці // Зрошуване землеробство.— 1993.— Вип. 38.— С. 8—11.

146. *Нетіс У. Т.* Зміна клімату в зоні зрошення // Зрошуване землеробство.— 1994, Вип. 39.— С. 7—11.

147. *Неушкин А. И., Рогачева Э. В.* Климатические и циркулярные характеристики засух на территории СССР: Справочное пособие.—

148. *Ничипорович А. А.* О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений.— М.: Изд-во АН СССР, 1963.— С. 5—36.

149. *Носков Б. С., Кройневич Л. П.* Ефективність мінеральних добрив під зернові культури на основних типах грунтів степової зони Української РСР // Агрохімія і грунтознавство, 1973.— Вип. 23.— С. 22—27.

150. *Носков Б. С., Чесняк Г. Я., Кукоба П. И.* Оптимизация режимов и свойств черноземов Украины // Вестник с.-х. науки.— 1986.— № 7.— С. 53—58.

151. *Носко Б. С., Латышев Е. П., Можейко М. В.* Агрохімічна характеристика орних земель Української РСР // Агрохімія і грунтознавство.— 1973.— Вип. 23.— С. 11—19.

152. *Научные* основы ведения сельского хозяйство Степи УССР в системе агропромышленного комплекса.— К.: Урожай, 1982.— 406 с.

153. *Ораевская Г. А.* Факторы интенсификации агропромышленного комплекса // Вестник с.-х. науки.— 1981.— № 1.— С. 46—53.

154. *Осадчий П., Пастернак Г.* Поверхностная эффективность // Земледелие.— 1975.— № 7.— С. 17—18.

155. *Остапов В. И., Дударь Н. К.* Кукурудза на зрошуваних землях.— К.: Урожай, 1979.

156. *Остапов В. И., Фесенко А. Ф., Малярчук Н. П.* Обработка почвы и ее плодородие в условиях орошения юга Украины // Орошаемое земледелие.— 1989.— Вып. 34.— С. 6—9.

157. *Павлюченко А. У.* Разложение растительных остатков в почве звена свекловичного севооборота // Земледелие.— 1983.— № 5.— С. 19—21.

158. *Панюкова О.* Влияние покровных культур и сроков посева на продуктивность люцерны // Сортовая агротехника сортовых и кормовых культур при орошении: Тез. докл. науч. произв. конф.— Кишинев, 1974.

159. *Патика В. П., Тихоневич І. А., Філіп'єв І. Д., Гамаюнова В. В., Андрусенко У. І.* Мікроорганізми і альтернативне землеробство.— К.: Урожай, 1993.— 175 с.

160. *Пенчуков В. М.* Комплекс устойчивости земледелия в Ставропольском крае // Вестн. с.-х. науки.— 1984.— № 12.— С. 62.

161. *Парфенов М. А.* Плоскорезная обработка почвы под подсолнечник // Земледелие.— 1980.—

162. *Петранович И.* Количественное определение агроэкологического потенциала // Междунар. с.-х. журнал.— 1985.— № 1.— С. 41—48.

163. *Перехрест С. М.* Орошение земель юга Украины.— К.: Из-во АН УССР, 1968.— 275 с.

164. *Петрова М. В., Капустин Ю. А.* Управление качеством внесения минеральных удобрений // Вестн. с.-х. науки, 1989.— № 1.— С. 61—67.

165. *Петровский А. П.* Современное состояние оазисного орошения на юге Украины // Труды ЮОМО.— Одесса, 1926.— Вып. .— С.

166. *Пожилов В. И.* Система удобрений в специализированных севооборотах // Интенсивное использование орошаемых земель в различных природных условиях: Сб. науч. тр.— 1987.— С. 30—44.

167. *Позняк С. П.* Системный подход к изучению факторов плодородия почв в условиях орошения // Вестн. с.-х. науки.— 1989.— № 8.— С. 46—49.

168. *Починок Х. Н. и др.* Использование солнечной радиации уплотненными посевами // С.-х. бюл., 1968.— № 3.— С. 614—618.

169. *Починок Х. Н., Лавринович Д. И.* Повышение коэффициента использования солнечной энергии посевами с.-х. культур // Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза.— К.: Наукова думка, 1966.— С. 124—128.

170. *Повышение* плодородия орошаемых земель / Под редакцией И. Д. Филиппова.— К.: Урожай, 1989.

171. *Прядко И. Г.* Зональная и внутрихозяйственная специализация земледелия как фактор оптимального использования почвенного и климатического потенциала // Устойчивость земледелия — проблемы и пути решения.— К.: Урожай.— 1986.— с. 70—85.

172. *Пряшников Д. Н.* Избранные сочинения.— Т. 3. Селекция.— М., 1963.— 253 с.

173. *Пупков В., Роменская Н.* Орошение и сроки скашивания люцерны // Корма.— 1974.— № 5.

174. *Пихтин И. Г., Горьков В. П.* Факторы продуктивности севооборотов в центральном черноземье // Земледелие.— 1983.— № 5.— С. 11—14.

175. *Разумов В. И.* Среда и развитие растений.— М.: Сельхозиздат.— 1961.— 368 с.

176. *Романов В. М., Иванцова Т. И., Волшова Т. А.* Перспективные способы и техника полива.— М.: Колос, 1974.— 128 с.

177. *Савченко Я. М.* Кормовая трава люцерна.— Кишинев, 1912.—

178. *Сайко В. Ф., Тарарико А. Г.* Почвозащитные системы земледелия на склоновых землях Украины // Вестн. с.-х. науки.— 1986.— № 4.— С. 19.

179. *Свиридов А. К., Черенков В. В.* Агротехническая оценка севооборотов, насыщенных зерновыми культурами // Вестн. с.-х. науки.— 1986.— № 3.— С. 43.

180. *Сдобников С. С., Шевцов Н. М., Мельников В. А.* Повышение плодородия и продуктивности почвы при заделке органических удобрений // Вестн. с.-х. науки.— 1984.— № 11.— С. 33—40.

181. *Седько А. А.* Реабилитировать мелиорацию // Вестн. с.-х. науки.— 1990.— № 3.— С. 143—150.

182. *Синягин И. И.* Площадь питания растений.— М.: Россельхозиздат, 1970.— С.

183. *Снеговой В. С.* Сравнительная продуктивность интенсивных орошаемых севооборотов с короткой ротацией и их влиянием на плодородие почвы // Плодородие и обработка почвы в севооборотах: Межвуз. сб. науч. ст. Кишиневский СХИ.— Кишинев, 1980.— С. 11—16.

184. *Снеговой В. С.* Агротехника и плодородие почвы при орошении.— Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1981.— 168 с.

185. *Снеговой В. С., Кузьменко А. В.* Поступление пожнивных и корневых остатков в почву при получении 2—3 урожаев в год // Плодородие и обработка почвы в севообороте: Тр. Кишиневского СХИ.— 1976.— Т. 165.— С. 69—73.

186. *Снеговой В. С., Гаврилица А. О.* Экологические предпосылки мелиорации земель в Молдавии.— Кишинев: Штиинца, 1987.— 191 с.

187. *Собко А. А.* Программирование урожаев — в основу прогрессивных технологий.— К.: Урожай, 1984.

188. *Степанищев Н. А., Попов В. Я., Устенко Г. Н.* Фотосинтетическая продуктивность и урожайность яровой пшеницы при орошении в зави-

симости от сорта и удобрений: Тр. Волгоградского НИИ орошаемого земледелия.— 1972.— Вып. .— С. 73—78.

189. *Степанов К. И., Снеговой В. С.* Использование солнечной энергии растениями в повторных посевах при орошении в Молдавии // Научные основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур.— М.: Васхнил, 1975.— С. 101—102.

190. *Сич Л. М., Любарцев В. Л., Нестеренко А. Л.* Баланс питательных веществ в почвах Николаевской области.— М.: Колос, 1972.

191. *Ткачук В. Т., Мартынов В. С., Головченко Ю. Г.* Гидрогеолого-мелиоративные условия действующих и строящихся массивов орошения // Мелиорация на юге Украины.— К.: Урожай, 1979.— С. 22—32.

192. *Тооминг Х. Г.* О теоретически возможном КПД фотосинтеза растений с учетом дыхания // Вопросы эффективности фотосинтеза.— Тарту: Изд. ИФР АН ЭССР, 1969.— С. 15—25.

193. *Тооминг Х. Г.* Солнечная радиация и формирование урожая.— Л.: Гидрометеоиздат, 1977.— 200 с.

194. *Тооминг Х. Г.* Расчет оптимальной густоты посевов // Метеорология и гидрология.— 1982.— № 2.— С. 97—103.

195. *Тооминг Х. Г., Коллис А. Г.* Теоретическая оценка влияния некоторых физиологических и морфологических характеристик на потенциальный урожай ячменя // С.-х. биология.— 1974.— № 6.— С. 921—930.

196. *Тооминг Х. Г., Мяэтану Х. И. и др.* Программирование максимальных урожаев картофеля // Вестн. с.-х. науки.— 1978.— № 2. (157).— С. 110—117.

197. *Тооминг Х. Г.* Экологические принципы максимальной продуктивности посевов.— Л.: Гидрометеоиздат, 1984.— 264 с.

198. *Турулева В. А.* Севообороты на орошаемых землях.— М.: Россельхозиздат, 1980.— 150 с.

199. *Устенко Г. П.* Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений.— М.: Изд-во АН СССР, 1963.— С. 37—70.

200. *Ушкаренко В. О.* Зрошуване землеробство.— К.: Вища школа, 1995.— 328 с.

201. *Федосеев А. П.* Агротехника и погода.— Л.: Гидрометеоиздат, 1979.— 238 с.

202. *Федюшин А. П.* Потенциальные и реальные КПД использования ФАР озимой пшеницы на юго-востоке Казахстана // Тезисы 4-ой республиканской конференции "Физиологические основы повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур".— Алма-Ата, 1984.— С. 141—142.

203. *Филипенко Л. А.* Недостаток водопотребления и оросительные нормы озимой пшеницы и кукурузы на Украине // Тепловой и водный режим сельскохозяйственных полей.— М.: Гидрометеоиздат, 1970.— С. 3—14.

204. *Филиппов Г. А.* Борьба с сорняками на орошаемых землях // Орошение с.-х. культур.— Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985.— С. 138—154.

205. *Фролов Н. С.* Развитие и состояние мелиорации в СССР.— М.: Колос, 1965.— 296 с.

206. *Хески Л.* Задачи сельскохозяйственной науки // Междунар. с.-х. журнал.— 1985.— № 1.— С. 22—27.

207. *Хески Л.* Задачи сельскохозяйственной науки // Междунар. с.-х. журнал.— 1985.— № 1.— С. 22—27.

208. *Циков В. С., Лебедь Е. М., Трилевич Н. Л.* Специализированные севообороты короткой ротации // Кукуруза.— 1983.— № 6.— С. 15—17.

209. *Шатилов И. С., Замараев А. Г. и др.* Использование света полевыми культурами и травостоем долголетних пастбищ // Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве.— М.: Колос, 1970.— С. 136—152.

210. *Шатилов И. С., Замараев А. Г., Игитова Н. С.* Энергетическая продуктивность овса // Докл. ТСХА.— 1970.— Вып. 159.— С. 8—11.

211. *Шатилов И. С., Замараев А. Г., Чановская Г. В.* Фотосинтетическая деятельность растений в полевых севооборотах // Докл. ТСХА. — 1975. — Вып. 214.— С. 5—10.

212. *Титов Л. А., Дурманов Д. Н.* Современные концепции управления плодородием почвы // Плодородие почв: Сб. науч. тр.— М., 1985.— С. 3—12.

213. *Шашко Д. И.* Агроклиматическое районирование СССР.— М.: Колос, 1967.— 334 с.

214. *Швецова В. М.* Калорийность биомассы и использование света посевами с.-х. растений // Физиология и биохимия культурных растений на севере.— Л.: Наука, 1976.— С. 106—107.

215. *Шевченко П. Д., Кобзарь В. И.* Интенсивное использование орошаемых земель.— М.: Россельхозиздат, 1982.— 191 с.

216. *Шелудько О. Д., Тимошенко В. В.* Вплив способів обробітку грунту на розвиток найбільш поширених шкідників зернових культур в умовах зрошення півдня України // Зрошуване землеробство.— 1992.— Вип. 37.

217. *Титов Л. А., Дурманов Д. Н.* Современные концепции управления плодородием почвы // Плодородие почв: Сб. науч. тр.— М., 1985.— С. 3—12.

218. *Шкумат В. П.* Взаимосвязь основных признаков и свойств при селекции проса в условиях юга Украины // Селекция и семеноводство.— 1984.— Вып. 57.

219. *Шпагин И., Загородиев В.* Роль люцерны в повышении плодородия почвы в условиях орошения // Повышение культуры земледелия в южной части лесостепи Заволжья.— Ульяновск, 1974.— С. 113—117.

220. *Шульгин И. А., Щербина И. П.* Адаптивность продуктивности пшеницы // Биол. науки.— 1981.— № 10.— С. 5—22.

221. *Щербаков А. П., Володин В. М.* Новые подходы к развитию фундаментальных исследований в земледелии // Земледелие.— 1989.— № 9.— С. 33—40.

222. *Щербаков А. П., Володин В. М.* Основные положения теории экологического земледелия // Вестн. с.-х. науки.— 1991.— Т. 1.— С. 42—49.

223. *Щербаков А. П., Кислых Е. Е.* Методические аспекты эффективного плодородия почв // Вестн. с.-х. науки.— 1986.— № 11.— С. 39—45.

224. *Щербаков А. П., Кислых Е. Е.* К становлению общей теории эффективного плодородия почв // Вестн. с.-х. науки.— 1989.— № 8.— С. 25—29.

225. *Ютко К. П.* Вміст азоту в еродованих грунтах України // Агрохімія і грунтознавство.— 1976.— Вип. 31.— С. 36—41.

ИНОСТРАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Castillo S. et al.* Effects of applied mechanicalstress on plant growth and nutrient uptake // Agron. J.— 1982.— № 743.— P. 526—530.

2. *Cotte A. Micallef P.* Production fouragarea l'irrigation dans le miditerraneen // C. R. Acad. Agr.— 1969&— V. 55, № 2.— P. 143—157.

3. *Ewans D. W. Peaden R. N.* Seasonol forad growoth, rate and solar energy converigion of Irrigated Vernal alfalfa // Crop sci.— 1984.— V. 24.— № 5.— P. 981—984.

4. *Hruscka L., Janicek I., Bednarova E.* Vyusiti slumecn: energie nekterym // Zemledelskum plodianam: Sbornik vedeskuch praci ze sympris cyr. fak.— Brno.— 1975.— S. 11—16.

5. *Kovorik J., Lesak J.* Pestovan: ovsa na senars s podsevem silku // Uroda.— 1980.— V. 28, № 12.— S. 553—554.

6. *Тошева Т., Мариков И.* Влияние на напоявашето, торонето, обемотата на посева и тяхното царевичного згодно от две агрофитоценозий // Растениевьдни науки.— 1985.— Т. 22, № 7.— С. 12—18.

7. *Маслинков М. и др.* Технология на люцерновато производство.— София: Земиздат, 1982.

8. *Нетракиева В.* Прифермски сентбообрьшенин // Животноводство.— 1972.

9. *Rennie R. I.* Inovative agriculture throgh Biotecnology // Agr. Forestu Bulletin.— 1984.— Vol. 7.— № 1.— P. 5—11.

10. *Trojan P.* Bioklimatologia ekologiczna.— Warszawa, 1985.

11. *Sipos S. Nagy I.* A lusernatermes novelesenek lenetoseget reti agyagtalaton // Novenytermeles, 1981.

12. *Христиков А.* Влияние на срока и почина на семтба на никон житник и бобови растения внеора култура вчоху добива и химичния сьестов на зелената масса // Растен. науки.— 1972.— № 9.

13. *Lymar A.* Organ de l'administration ot de l'exploatation des systemes d'irrigation dans le regiones Kherson // Exploational missenvolink des systemes d'irrigation Paraspetion.— Prague, 1968.— P. 59—69.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЮГА УКРАИНЫ 9

ОРОШАЕМЫЕ ЗЕМЛИ ЮГА УКРАИНЫ 52

СЛАГАЕМЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ 66

РАСШИРЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ 267

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ТЕПЛОВЫХ РЕСУРСОВ — ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ 308

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЯ СЕВООБОРОТОВ 346

МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ 374

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 381

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 384

Научное издание

Анатолий Остапович Лымарь

Экологические основы систем орошаемого земледелия

Корректоры Л.П. Захарченко, Н.Г. Василец

Подписано в печать 29.09.97 г. Формат 60x84$^{1}/_{16}$.
Бумага печ. № 1. Печать офсетная. Гарнитура Таймс
Усл.-печ. лист. 23,25. Уч.-изд. лист. 31,28.
Тираж 1000 экз. Зак. № 7-413.

Издательство "Аграрна наука"
Государственный регистрационный
номер 0099—644711 от 12.12.93.

252022, Киев-22, ул. Васильковская, 37
ВАТ "Київська книжкова друкарня наукової книги"
252030, Киев-30, ул. Б. Хмельницкого, 19-б



Анатолий Остапович Лымарь — известный ученый, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Украинской академии экологических наук. Агроном, руководитель известного на Херсонщине совхоза «Городній велетень», заведующий отделом севооборотов, директор Николаевской государственной сельскохозяйственной опытной станции, директор Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства — этапы его жизненного пути.

Предлагаемая книга свидетельствует о настойчивом стремлении автора защитить поливное поле Украины, не допустить его раздела между мелкими собственниками, превратить орошаемое земледелие в источник богатства и процветания украинского народа.