

Система комплексного регулирования агроклиматических факторов повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур

И.И.Ким

На основании анализа основных достижений в области мелиоративного земледелия предложена комбинированная система биоинтенсивного повышения плодородия почвы и управления микроклиматом на фермерских участках.

В конце 60-х годов XX столетия процесс деградации окружающей среды, истощения природных ресурсов, нарушения экологического равновесия вступил в критическую стадию.

Концепция экологии мелиорации и водного хозяйства состоит в экологизации использования природно-ресурсного потенциала в процессе мелиоративной и водохозяйственной деятельности путем комплексных мелиораций с целью повышения плодородия, биопродуктивности мелиорируемых земель и производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции [1].

Одним из основных законов земледелия является закон совокупного действия факторов жизни растений: «Все факторы жизни растений действуют совокупно, т.е. взаимодействуют в процессе роста и развития растений».

Факторы плодородия в большинстве случаев взаимосвязаны. Одни из них могут быть выделены как фундаментальные, с глобальным воздействием на почвенную систему. К таким фундаментальным факторам следует отнести гранулометрический минералогический состав почвы, фитосанитарное состояние и органическое вещество. Другие факторы плодородия, такие, как биота почвы, агрофизические и агрохимические свойства, в значительной мере являются производными от их фундаментальных свойств.

Органическое вещество почвы образуется из отмерших остатков растений, микроорганизмов, почвенных животных и продуктов их жизнедеятельности. Первичное органическое вещество, поступившее в почву, подвергается сложным превращениям, включая процессы разложения, вторичного синтеза в форме микробной плазмы и гумификации.

Процессы минерализации органического вещества в почве имеют экзотермический характер; при разложении 1 г. сухого вещества освобождается 4 - 5 калорий энергии, участвующей в дальнейшем обмене вещества и энергии в почве.

Исключительно важная роль органических веществ в формировании почвы в значительной степени основана на их способности взаимодействовать с минеральной частью почвы. Образующиеся при этом органоминеральные соединения – обязательный комплекс любой почвы. Образованию органоминеральных соединений в почве способствует высокая биологическая активность, обеспечивающая поступление в систему реакционно способных органических веществ.

Органоминеральные соединения повышают устойчивость связанного в них органического вещества к микробиологическому расщеплению и тем самым обеспечивают оптимальное состояние всех свойств почвы, находящихся в связи с органическим веществом.

Гумусовые вещества и их органоминеральных производных играют решающую роль в формировании профиля всех типов почв. Гумусовый профиль почвы

характеризуется высокой сорбционной емкостью. Помимо аккумуляции в гумусовом горизонте большого количества элементов питания растений, почва приобретает водопрочную структуру и оптимальную порозность. Наряду со специфическими гумусовыми веществами огромную роль в процессах почвообразования играют продукты распада первичного органического вещества.

Живые организмы – обязательный компонент почвы. Количество их в хорошо окультуренной почве может достигать нескольких миллиардов в 1 г почвы, а общая масса до 10 т/га. Основная их часть – микроорганизмы. Животные организмы представлены простейшими (жгутиковые, корненожки, инфузории), а также червями. Довольно широко распространены в почве моллюски и членистоногие (паукообразные, насекомые). Некоторые микроорганизмы (клубеньковые и свободноживущие азотфиксирующие бактерии) усваивают азот атмосферы и обогащают им почву.

Почвенные организмы (особенно фауна) способствует перемещению веществ по профилю почвы, тщательному перемешиванию органической и минеральной части почвы. В корнеобитаемом (активном) слое почвы функции почвенных организмов сводятся к поддержанию оптимального питательного режима растений, оструктуриванию почвы, устранению неблагоприятных экологических условий в почве.

Важнейшая функция почвенных организмов – создание прочной комковатой структуры корнеобитаемого слоя почвы. Это в решающей степени определяет водно-воздушный режим почвы, создает условия высокого плодородия почвы. Почвенные организмы выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологически активные соединения, способствующие переводу одних элементов в подвижную форму или закреплению других в недоступную для растений форму.

Плодородие почвы в значительной степени определяется фитосанитарным состоянием почвы, т.е. чистотой почвы от сорняков, вредителей, болезнетворных начал, а также токсических веществ, выделяемых растениями, ризосферной микрофлорой и продуктами разложения. Наиболее интенсивно фитотоксические вещества накапливаются при возделывании на одном месте однородных или близких по биологии культур и при создании в почве анаэробных условий. Внесение органических удобрений приводит к уменьшению в почве численности фитотоксичных микроорганизмов.

В аэробных условиях многочисленные почвенные обитатели в процессе своей жизнедеятельности вырабатывают разнообразные вещества, которые, накапливаясь в почве, задерживают или полностью подавляют развитие многих патогенных грибов. Развитая почва представляет собой смесь механических элементов трех видов: минеральные, органические и органо-минеральные частицы. Дисперсность этого материала, химический и минералогический состав – фундаментальные свойства любой почвы, оказывающие многообразное воздействие на комплекс агрономических показателей почвы, ее плодородие.

Гранулометрический состав почвы, прежде всего, определяет поглотительные (сорбционные) свойства почвы. Тонкодисперсные частицы в силу большой абсолютной и удельной поверхности обладают высокой емкостью поглощения. С измельчением частиц возрастают их гигроскопичность, влагоемкость, пластичность и другие технологические свойства. Частицы менее 0,001 мм обладают четко выраженной коагуляционной способностью. Эта способность механических тонкодисперсных частиц исключительно важна при структурообразовании. Они вследствие высокой поглотительной способности содержат наибольшее количество гумуса.

Структура почвы – важный показатель физического состояния плодородия почвы. Она определяет благоприятное строение активного слоя почвы, ее водные и водно-гидрологические константы. Частицы твердой фазы почвы, как правило, склеиваются в комочки (агрегаты). Способность почвы распадаться на агрегаты различной величины называется структурностью.

С агрономической точки зрения особый интерес представляет мелкозернистая и зернистая структура с размером частиц 0,25 – 10 мм. Одновременно эта структура должна быть пористой, механически упругой прочной и водоупорной. Особое значение наряду с водоупорностью приобретает оптимальная пористость структурных агрегатов. Например, в черноземной почве пористость агрегатов находится на уровне 50% их объема.

Большое значение имеет механическое разделение почвенной массы на комки (агрегаты), которое в природных условиях происходит под воздействием корневых систем растений, жизнедеятельности биоты почвы, под влиянием периодических промораживания – оттаивания, увлажнения и высушивания почвы, а в обрабатываемых землях под воздействием почвообрабатывающих орудий.

Основную роль в образовании водонепроницаемой структуры почвы играют биологические факторы. Структурное состояние – наиболее достоверный, интегральный показатель плодородия почвы (его агрофизических факторов).

Состояние структуры почвы непосредственно определяет параметры строения пахотного слоя. Капиллярная пористость агрегатов в структурной почве дополняется высокой некапиллярной пористостью межагрегатных промежутков. В структурной почве поддерживается наиболее благоприятное соотношение между объемом твердой фазы и общей пористостью почвы. Заданное, агрономически наиболее благоприятное строение пахотного слоя устойчиво поддерживается почвой в течение длительного времени. Почва сохраняет наиболее благоприятный интервал оптимальной плотности, который не выходит за пределы равновесной. В такой почве создаются благоприятные условия для поддержания оптимальных для возделывания растений водно-воздушного и теплового режимов.

С другой стороны скорость и высота капиллярного поднятия воды в бесструктурной почве значительно выше, чем в структурной почве. Структурные почвы, по сравнению с бесструктурными, содержат больше гумуса, азота и фосфора. Причина этого – более активные процессы в условиях оптимального физического состояния структуры почвы. Пахотные почвы в условиях экстенсивного земледелия, как правило, в течение нескольких лет теряют хорошую структуру.

Глубокий пахотный слой обеспечивает более благоприятный водно-воздушный и тепловой режимы почвы. Глубокий пахотный слой – своеобразный регулятор влажности почвы, как при недостатке, так и при избытке выпадающих осадков. Лучшие условия увлажнения почвы обеспечивают благоприятный питательный режим почвы, обусловленной, в свою очередь, нормально протекающими процессами разрушения – синтеза органического вещества. Установлено, что глубокий пахотный слой обеспечивает благоприятную минерализацию органического вещества при эффективной одновременной его гумификации и при благоприятном качественном состоянии.

В глубоком пахотном слое количество нитрифицирующих микроорганизмов, а также почвенной фауны значительно больше. В нем увеличивается содержание подвижных форм фосфора и калия. Благоприятный комплекс почвенных условий, создающихся в глубоком пахотном слое, сильно влияет на развитие корневых систем растений, а, следовательно, и на урожай.

Способность почвы к устойчивому обеспечению растений водой зависит от агрофизических факторов плодородия. Конкретное действие агрофизических

факторов по отношению к воде проявляется через водные свойства почвы: водоудерживающую способность, влагоемкость, водопроницаемость и водоподъемную способность.

Одним из приемов, уменьшающих непроизводительные потери воды из почвы, является мульчирование поверхности почвы, широко применяющееся в овощеводстве. Для мульчирования применяют торф, солому, навоз, опилки и др.

Почвенный воздух необходим для дыхания корней растений, почвенных организмов, биохимических процессов превращения питательных элементов. По В.Р. Вильямсу, в бесструктурной почве воздух и вода – антагонисты, на структурных почвах создаются условия для одновременного оптимального обеспечения почвы воздухом и водой. Оптимальное содержание воздуха в пахотном слое почвы для отдельных культур следующее: для зерновых – 15 - 20 % общей пористости, пропашных – 20-30 %, многолетних трав – 17 - 21 %.

Сорняки способствуют массовому развитию болезней и вредителей, поражающих посевы сельскохозяйственных культур. Поедаемые с кормом и проходящие через пищеварительный тракт животных семена сорняков в значительной мере сохраняют жизнеспособность. Ее можно существенно снизить, если соблюдать определенный режим подготовки и хранения навоза. Наиболее высокий эффект достигается при рыхлоплотном способе. Через месяц пребывания в таком навозе всхожесть семян сорняков составляла 3,5 %, через два месяца. – 3,4 %, через три месяца – 0,1 %, а через 4 месяца они полностью погибали.

Уплотнение почвы необходимо для улучшения контакта семян растений с почвой и сокращения диффузного испарения влаги из почвы. Д.И. Менделеев в 1880 г. писал: «Если, например, прикрыть почву листвой, соломой или вообще чем бы то ни было оттеняющим и дать ей спокойно полежать некоторое время, то она и без всякого пахания достигнет зрелости» [2].

Проведенные исследования по уплотнению почвы под влиянием техногенной нагрузки на среднесуглинистых почвах показали, что при исходной критической плотности почвы, равной 1,67 г/см³ (переуплотненные серые лесные среднесуглинистые почвы), воздействие техногенной нагрузки при проходах трактора Т-150 приводит к потерям до 50% урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Под воздействием техногенной нагрузки происходит накопление остаточных деформаций не только в пахотном, но и в подпахотном слое почвы. Высокая плотность почвы сохраняется в течение ряда лет, несмотря на многократную последующую обработку. В результате переуплотнения происходит образование плунжерной подошвы, что препятствует проникновению воды вглубь почвы в сырую погоду и способствует быстрому ее высыханию при засухе. При образовании плунжерной подошвы нарушается также приток влаги из более глубоких слоев к поверхности, вследствие чего замедляется развитие корневой системы и снижается урожайность сельскохозяйственных культур [4].

Эффективным способом защиты сельскохозяйственных культур от заморозков является мелкодисперсное дождевание. Оно позволяет проводить раннюю высадку растений овощных культур и получать более раннюю продукцию. Для противозаморозковой защиты сельскохозяйственных культур во ВНИИ «Радуга» разработан комплект медленного дождевания КМДП-0,15, позволяющий проводить освежительные поливы [3].

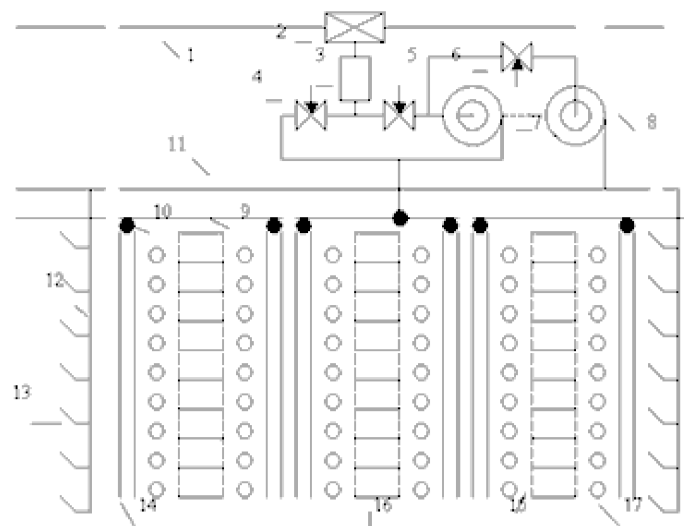


Рис. 1. Комбинированная система орошаемого земледелия фермерского хозяйства.

Система орошаемого земледелия фермерского хозяйства (см. рис. 1) содержит источник орошения 1, водозаборное сооружение 2, отстойник 3, затворы 4 и 5 системы полива по бороздам, затвор 6 системы мелкодисперсного дождевания, турбину 7, насос 8, поливные трубопроводы 9 с микрогидрантами 10 системы полива по бороздам, распределительный трубопровод 11 и поливные трубопроводы 12 системы мелкодисперсного дождевания, мелкодисперсные дождевательные аппараты 13, поливные борозды 14, грядки 15, траншеи 16 с растительными остатками и навозом, мульчированные соломой, выращиваемые растения 17.

При поливе только по бороздам вода из отстойника 3 подается через затвор 4 подается в поливные трубопроводы 9 и затем через микрогидранты 10 подается в борозды 14. Борозды 14 выложены перфорированной черной мелиоративной пленкой. Вода постепенно поступает через отверстия в пленке в почву и увлажняет почву, не разрушая ее структуры. Покрытие дна борозд пленкой уменьшает непроизводительные потери воды на испарение, семена сорняков, находящиеся в поливной воде не прорастают. После тщательного первоначального уничтожения сорняков, дальнейший рост сорняков на грядках может быть устранен. В другом варианте расстояние между бороздами равно расстоянию между колесами трактора. Трактор перемещается только по бороздам и уплотняет дно борозд.

Этот прием позволяет уплотнить дно борозд, предотвращает эрозию почвы при поливе, обеспечивает постепенное впитывание воды в почву без разрушения ее структуры, проводить поливы малыми нормами. При этом почва грядок не уплотняется.

При проведении освежительных поливов или при повышении температуры выше критической и уменьшении важности приземного слоя воздуха, при которой угнетаются процессы фотосинтеза в растениях, полив осуществляется из мелкодисперсных дождевательных аппаратов. Мелкодисперсное дождевание предотвращает также потери воды на испарение растениями и из почвы, способствует поддержанию оптимальных для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур почвенно- климатических условий. Поливные трубопроводы с мелкодисперсными дождевательными аппаратами при небольших размерах участков могут располагаться только по краям участков и включаться в зависимости от направления ветра, чтобы пары воды переносились ветром только на участок. Улучшение микроклимата также возможно при посадке плодовых деревьев по краям участков.

Траншеи, расположенные посередине грядок и заполненные растительными остатками являются очагами размножения дождевых червей. Дождевые черви осуществляют вспашку почвы, улучшают ее структуру и воздушный режим почвы, создают благоприятные условия для размножения почвенной флоры и фауны. Траншеи сверху мульчированы соломой или пленкой. Солома позволяет проникать воздуху в траншеи и затем глубоко в почву. Это улучшает аэрацию всего активного слоя почвы до глубины 1 метра и более. Мульчирование почвы минимизирует затраты труда на борьбу с сорняками и уменьшает потери азота из почвы. Через некоторое время почва становится мягкой и ее вспашки не требуется, плодородие почвы повышается.

Семена высаживаются в более плотную почву, что обеспечивает их хорошую всхожесть. Корневая система растений частично находится в плотной почве и частично в траншее с растительными остатками. Растение получает возможность избирательно поглощать необходимые ему вещества, что предотвращает чрезмерное накопление в нем нитратов.

Основные преимущества разработанной системы перед традиционными технологиями:

- устранение непроизводительных потерь воды на глубинную фильтрацию за счет уменьшения интенсивности поступления воды в почву и увеличения ее влагоемкости;
- сведение к минимуму затрат воды на испарение с поверхности почвы и растениями за счет покрытия дна борозд перфорированной пленкой или уплотнения борозд колесами трактора, мульчирования части поверхности грядок и улучшения микроклимата приземного слоя воздуха;
- предотвращение гибели растений во время заморозков;
- активизация процессов фотосинтеза в растениях;
- размещение навоза в траншеях позволяет обогревать почву и высаживать растения в более ранний период, создает оптимальные условия для переработки его в биогумус, предотвращает занесение в почву при внесении навоза семян сорняков и вредных микроорганизмов, а также накопление нитратов в растениях;
- активизация жизнедеятельности почвенной флоры и фауны, повышающей плодородие почвы;
- улучшение водно-воздушного режима почвы за счет разделения в почве грядок областей с улучшенной аэрацией и предотвращения уплотнения почвы колесами сельскохозяйственной техники;
- повышение плодородия всего активного слоя почвы до глубины 1 м и более, позволяющее создать мощную корневую систему растений;
- сведение к минимуму затрат труда на обработку почвы и борьбу с сорняками;
- снижение заболеваемости растений и повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Предлагаемая система позволяет выращивать экологически чистую продукцию при минимальных материально-технических затратах.

Литература:

1. Бездни́на С.Я. Экология мелиорации и водного хозяйства //МиВХ, 2001. – № 2. – С. 30-31.
2. Земледелие /С.А. Воробьев, А.Н. Карташев, А.М. Лыков, И.П. Макаров, Под ред. С.А. Воробьева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.
3. Козлов А.И., Сталина С.М. Комплект медленного дождевания для противозаморозковых и освежительных поливов // МиВХ, 2001. - №2. - С. 8. 10.
4. Мамаев З.М., Ворожцова Е.Л., Хамза А. Техногенное уплотнение и технология оструктуривания почв // МиВХ, 2001. - № 3. – С. 33 - 34.