

УДК 631.6 (575.2) (04)

ПРОБЛЕМЫ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

О.А. Подрезов – докт. геогр. наук, профессор,
И.И. Ким – вед. инженер

Stationary agriculture, irrigation, and bio-melioration systems as well as bio-intensive irrigative technologies are offered for solution problems in irrigated farming.

В последнюю четверть XX века человечество вступило в эпоху глубокого эколого-экономического кризиса, который имеет глобальные масштабы, хотя по-разному проявляется и развивается в различных регионах мира. Этот кризис впервые заявил о себе в середине 70-х годов и сначала считался экономическим (энергетическим). Затем стало ясно, что он носит комплексный системный экономико-эколого-политический характер и выражается в нарушении равновесия между обществом и природой, проявляется с одной стороны, в деградации окружающей природной среды. Истоки кризиса связаны с истощением природных ресурсов, особенно водных, опасным загрязнением окружающей среды.

История орошаемого земледелия связана с длительными поисками решений проблем, возникающих при воздействии человека на окружающую среду, и совершенствованием методов мелиорации и земледелия. В этой области в последние десятилетия были сделаны большие достижения, однако эти проблемы не были решены, и геоэкологический кризис продолжает развиваться и углубляться, а центр экологической напряженности заметно сместился в сторону слаборазвитых стран и регионов [1]. В таблице приведены основные проблемы орошаемого земледелия и предлагаемые методы их решения.

В.В. Докучаев 100 лет назад разработал основы учения о почве как природном теле, которое является функцией ряда факторов – почвообразующей породы, времени, климата и рельефа, а также животных и растений. Он был первым, кто связал процессы почвообразования с деятельностью почвенных микроорганизмов [2]. Его ученик В.И. Вернадский впервые отнес почву в разряд биокосных систем, в основе функционирования которых лежат биохимические механизмы [3].

В почве находится 80% биомассы планеты Земли, что определяет ее глобальную роль в обеспечении существования жизни на планете. Почва является основной средой для обитания микрофлоры, которая осуществляет круговорот веществ в почве, минерализуя органические остатки и превращая нерастворимые формы в доступные для растений соединения. Деятельность дождевых червей и других беспозвоночных является одним из важнейших факторов, регулирующих активность и состав микробиологического населения почв. При вермикомпостировании навоза дождевыми и калифорнийскими червями гумификация происходит на фоне интенсивной минерализации органического вещества. Активная трансформация органического вещества сопровождается мобилизацией таких важных биофильных элементов, как фосфор и калий. Компо-

Проблемы орошаемого земледелия и предлагаемые методы их решения

Проблема	Современные решения проблем
Уплотнение колесами техники и ухудшение аэрации почвы при ее обработке и орошении	Улучшение аэрации почвы за счет создания рыхлого пахотного слоя при глубокой основной обработке почвы. Выращивание с/х культур на гребнях
Борьба с сорняками	Использование гербицидов. Лушение стерни осенью после уборки с/х культур. Провокационные поливы перед посадками с/х культур и последующее лушение проросших сорняков
Большие энергетические и материальные затраты на орошаемое земледелие	Минимальная обработка почвы, безотвальное рыхление почвы, переход от дождевальных оросительных систем на полив с/х культур по бороздам
Сохранение влаги осенне-зимних осадков	Глубокая основная обработка почвы осенью. Безотвальное рыхление почвы. Обработка почвы боровами ранней весной по сохранившейся стерне
Ветровая эрозия почвы	Безотвальное рыхление почвы
Планировка поверхности почвы перед посадкой	Два диагональных или поперечных проходов длиннобазовыми планировщиками
Поддержание оптимальной для роста растений и жизнедеятельности почвенной флоры и фауны температуры почвы	Поливы сельскохозяйственных культур, мульчирование почвы растительными остатками уменьшают температуру почвы на 3...5°C, мульчирование почвы прозрачной пленкой повышает температуру почвы
Поддержание оптимальной температуры и влажности приземного слоя воздуха	Поливы малыми нормами. Освежительные поливы, мелкодисперсное дождевание, аэрозольное увлажнение
Улучшение освещения растений для улучшения процессов фотосинтеза	Равномерная посадка растений, увеличение расстояния между рядами растений, прополка сорняков
Уменьшение плодородия почвы при использовании минеральных удобрений	Применение биологических методов повышения плодородия почвы, внесение органических удобрений
Повышение урожайности сельскохозяйственных культур	Орошение в сочетании с применением удобрений позволяет поднять урожайность до 5 раз, севообороты. Безотвальное рыхление почвы
Уменьшение потерь влаги с поверхности почвы	Мульчирование почвы, интенсивное выращивание с/х растений
Потери влаги с полей при суховеях	Создание лесных полос по краям полей
Потери воды с поливных струй при поливах дождеванием	Приповерхностное дождевание, поливы дождеванием ночью, перевод орошения на полив по бороздам
Непроизводительные потери воды на глубинную фильтрацию, слитизация почвы	Распределение выдачи поливной нормы, поливы малыми нормами или с чередованием норм полива на увлажнение активного слоя почвы и его верхней части
Потери воды на сброс, эрозия почвы при поливах по бороздам	Полив с переменным расходом поливных струй, импульсный полив, полив по коротким, тупиковым бороздам, засеваемым бороздам, покрытие дна борозд перфорированной пленкой, и др.

стирование с червями способствует образованию агрономически ценной водопрочной структуры. После 2,5 месяцев компостирования количество водопрочных агрегатов составляет около 90%. Применение вермикомпоста – одно из средств биологического земледелия для восполнения утраченных звеньев трофосистемы антропогенно нарушенных почв готовым естественно-гумифицированным материалом. В связи с этим вермикомпост следует рассматривать как экологический мелиорант пролонгированного действия с ярко выраженными агроэкологическими свойствами.

В засушливых условиях при минимальных обработках почвы, вследствие большего накопления влаги и более экономного ее расходования, урожаи культур обычно выше, чем при вспашке.

Осуществленный позднее под руководством А.И. Бараева поиск средств защиты почвы от ветровой эрозии привел к замене безотвального плуга на культиваторы-плоскорезы. Эти орудия еще в большей степени предохраняют почву от перемещения, обеспечивая сохранение на почве 80–90% стерни [14]. Народы Южной Америки ацтеки и инки широко применяли аэрационные технологии земледелия, позволяющие получать высокие урожаи: выращивание сельскохозяйственных культур на террасах, создаваемых на склонах гор, на плавающих островах из растительных остатков. В Юго-Восточной Азии на озере Инле создана система аэрационного земледелия, содержащая плавающие грядки из растительных остатков, покрытых илом, между которыми земледельцы перемещаются на лодках. К технологиям земледелия, улучшающим аэрацию почвы, относятся также технологии выращивания сельскохозяйственных культур на гребнях.

Американскими учеными Джоном Дживонсом и Дженобом Миттлайдером для небольших фермерских хозяйств были разработаны технологии биоинтенсивного земледелия с улучшенной аэрацией почвы за счет глубокого перекапывания почвы и внесения органических остатков [5].

Применяемая в настоящее время система экологически безопасного земледелия (Con-

servation Agriculture) основана на трех основных принципах, тесно связанных между собой: 1) наличие постоянного почвенного покрытия; 2) нулевая обработка почвы; 3) севооборот сельскохозяйственных культур [6]. Эта система улучшает аэрацию почвы, активизирует жизнедеятельность почвенной флоры и фауны, предотвращает рост сорняков, повышает плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур, уменьшает потери воды на испарение из почвы. В настоящее время технологии Conservation Agriculture в развитых странах уже внедрены на площади 60 млн. га и являются наиболее перспективными технологиями земледелия [8].

В Центральной Азии основным способом полива сельскохозяйственных культур является полив по бороздам. Поэтому здесь важной задачей является адаптация применяемых систем мелиорации к современным экологически безопасным биологическим технологиям земледелия и повышения плодородия почв. Наиболее приспособленной технологией полива по бороздам для реализации этих технологий является полив через борозду, применяемый в Казахстане (рис. 1) [7].

На рис. 1 показан пример такой оросительной системы. На рис. 2 приведена схема закрытой оросительной системы для реализации технологии биоинтенсивного земледелия при поливах по бороздам. На рис. 3. показана система биомелиорации почвы при поливе участка через борозду, реализующая основные принципы биологических методов повышения плодородия в орошаемом земледелии [9].

Закрытая оросительная система для биоинтенсивного земледелия содержит пластмассовый магистральный напорный трубопровод 1, соединенный через затворы 2 с распределительными трубопроводами 3, которые в свою очередь соединены через вентили 4 с выводными бороздами 5. Из выводных борозд 5 вода подается в поливные борозды 6, между которыми находятся неполивные борозды 7. Полив из системы осуществляется поочередным открытием вентилей 4 и подачей импульса полива в группу борозд, соединенную с выводной бороздой. Полив через борозду и поочередная



Рис. 1. Полив сельскохозяйственных культур через борозду.

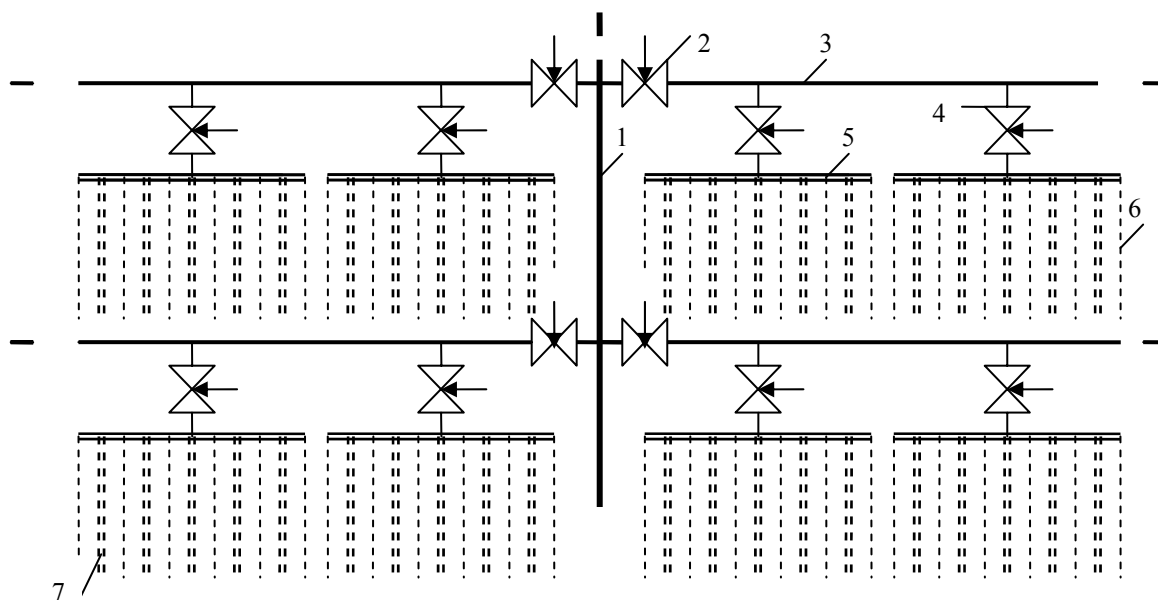


Рис. 2. Закрытая оросительная система для биоинтенсивного земледелия.

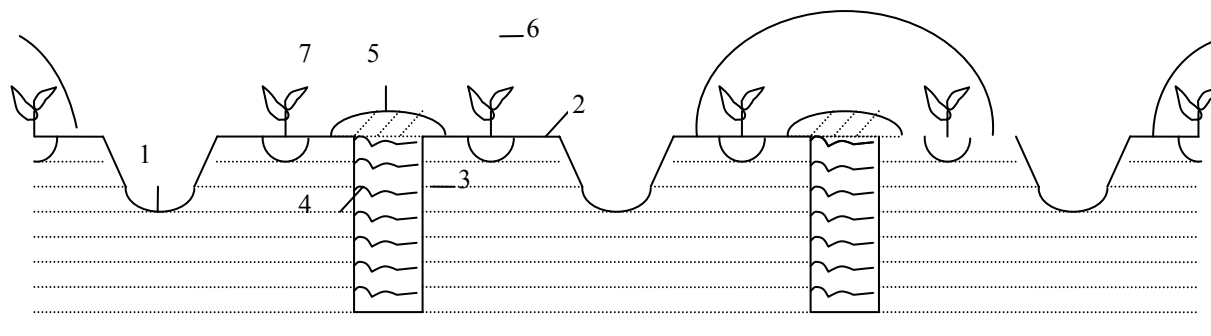


Рис. 3. Система биомелиорации почвы при поливе участка через борозду.

циклическая подача воды в группы борозд позволяет предотвратить слитизацию почвы на грядах, рассредоточить выдачу поливной нормы, подавать воду в почву в соответствии с потребностями ее растениями, предотвратить непроизводительные потери поливной воды на глубинную фильтрацию, повысить КПД оросительной системы, уменьшить диаметры распределительных трубопроводов и стоимость оросительной системы. Выращивание сельскохозяйственных культур на высоких гребнях при мульчировании середины гребней (неполивных борозд) растительными остатками позволяет уменьшить потери воды на испарение с поверхности почвы, улучшить равномерность увлажнения почвы по периметру грядок и аэрацию почвы. Глубокие поливные борозды предотвращают возможность перетекания воды через гребни грядок, что уменьшает затраты на планировку почвы, полив и повышает качество полива [8].

Система биомелиорации при поливе участка через борозду содержит поливные борозды 1, расстояние между которыми 1,2–1,4 м, и грядки, располагаемые постоянно на одном месте. Расстояние между бороздами соответствует расстоянию между колесами трактора, который перемещается только по бороздам. По середине грядок 2 прокапываются узкие траншеи 3, которые заполняются растительными остатками и навозом 4. Сверху траншеи присыпаются тонким слоем земли 5. Траншеи

позволяют улучшить аэрацию корнеобитаемого слоя почвы.

В первый период вегетации грядки накрывают пленочными тоннелями, натянутыми на проволочные дуги 6. На краю грядок высаживаются семена и выращиваются растения 7, например томаты. После первого периода вегетации растений и повышения температуры воздуха пленочные тоннели снимаются. По мере роста стебли томата ложатся на веревки, натянутые на дуги 6. После первой прополки удаленные сорняки укладывают между рядами растений, вдоль середины грядок, над траншеями. Мульчирование почвы предотвращает последующее прорастание сорняков и уменьшает затраты труда на прополку. Сорняки в основном растут в бороздах и могут быть легко удалены культиваторами. Так как колеса трактора перемещаются в бороздах, то они уплотняют почву только под бороздами. Это позволяет уменьшить непроизводительные потери воды на глубинную фильтрацию, повышает скорость движения воды в бороздах, равномерность увлажнения почвы вдоль длины поливных борозд, уменьшает эрозию почвы при поливах, позволяет увеличить длину борозд, предотвращает уплотнение почвы на грядах и ухудшение структуры корнеобитаемого слоя почвы. Сорняки в бороздах могут удаляться также вручную и затем складываться по середине грядок. После уборки урожая остатки ботвы растений складываются на грядах и присыпаются тонким слоем земли, забираемым со дна борозд. При этом одновременно

формируются борозды. Таким образом, осенью поле полностью подготавливается к ранней весенней посадке растений, что позволяет фермерам раньше начать вегетационный период.

Весной сохранившиеся растительные остатки препятствуют испарению накопленной влаги. Во время вегетационного сезона и в зимний период в траншеях и почве происходит активизация жизнедеятельности дождевых червей, микроорганизмов. Эти биологические процессы повышают плодородие почвы. К весне почва на грядках становится мягкой и поэтому вспашку перед посадкой не проводят. По мере уменьшения органического вещества в траншеях его потери восстанавливаются за счет прополотых сорняков, укладываемых по середине грядок. Биогумус в траншеях имеет большую влагоемкость и может служить накопителем влаги и ее поставщиком в почву при длительных перерывах между поливами.

Во время поливов в понижениях борозд откладываются наносы, выравнивается поверхность борозд, а земля из борозд при культивациях идет на наращивание и выравнивание поверхности грядок. При поливах происходит естественная микропланировка поверхности почвы. Через некоторое время получают хорошо сформированные борозды и грядки, что исключает необходимость дальнейших планировочных работ. Хорошо сформированные и уплотненные колесами трактора борозды позволяют проводить поливы по бороздам с повышенными расходами поливных струй, уменьшить непроизводительные потери поливной воды на инфильтрацию за пределы корнеобитаемого слоя почвы, увеличить длину борозд, улучшить равномерность увлажнения почвы по длине борозд, увеличить боковую фильтрацию воды, ширину грядок и расстояние между поливными бороздами. Увеличение расстояния между поливными бороздами с 0,6–0,7 м до 1,2–1,4 м и длины борозд позволяет уменьшить стоимость оросительной сети.

Предлагаемые системы стационарного земледелия, орошения и биомелиорации спо-

собствуют решению основных существующих проблем орошаемого земледелия.

- При внедрении систем биомелиорации необходимы только значительные первоначальные затраты в первый год создания систем: вспашка почвы, создание борозд, траншей, заполнение их навозом и растительными остатками. В последующие годы в обработке почвы необходимости нет, что позволяет осуществлять земледелие средствами малой механизации или на основе ручного труда и минимизировать затраты труда и материальных ресурсов на создание оросительной системы, на борьбу с сорняками и использование минеральных удобрений, так как основным удобрением становятся остатки сорняков и культурных растений.
- Предотвращается переуплотнение почвы колесами почвообрабатывающей техники, улучшается аэрация почвы и предотвращается возможность переувлажнения почвы на грядках, улучшается структура и увеличивается содержание гумуса в почве.
- Активизируются природные биологические процессы, повышающие плодородие почвы, в почве создаются очаги размножения дождевых червей.
- Повышается качество поливов, уменьшаются непроизводительные потери поливной воды на испарение и глубинную фильтрацию и затраты труда на полив.
- Обеспечивается ранняя посадка сельскохозяйственных культур за счет подготовки поля к посеву в осенний период и возможность получения двух урожаев сельскохозяйственных культур в течение одного вегетационного периода.
- Повышается урожайность сельскохозяйственных культур и уменьшается их подверженность болезням, выращивается экологически чистая продукция.
- Обеспечивается рентабельность малых фермерских хозяйств, не обеспеченных сельскохозяйственной техникой и имеющих небольшие финансовые ресурсы.

Литература

1. Антипова Т.Н. Научное обоснование принципов управления природно-агроемелиоративными системами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1997 – 66 с.
2. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь // Соч. – М.: АН СССР, 1951. – Т. 4.
3. Вернадский В.И. Биосфера // Избр. соч. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 5.
4. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Синецкоков В.Е., Прозоров А.С. Минимизация обработки почвы и минерализация соединений азота // Почвоведение. – 2001. – №9. – С. 111.
5. Стоун П. Человек творящий жизнь // Энергия. – 1997. – №10. – С. 44–51.
6. Conservation Agriculture... when agriculture is profitable and sustainable. FAO. Land and water digital media, Series 18, 2002.
7. Karajeh F., Mukhamedjanov V., Vyshpolskiy F. Innovative irrigation system for higher yields with less water in Kazakstan // ICARDA CARAVAN, 2000. – №13. – P. 29.
8. Патент № 761 KG, МКИ А61 G 25/00. Способ мелиорации поливных участков при близком залегании грунтовых вод / А.И. Ким, И.И. Ким. – Оpubл. 31.03.2005. – Бюл. №3.
9. Предварительный патент № 341 KG, МКИ А 01 G 25/02. Способ мелиорации орошаемых земель / И.А. Ким, И.И. Ким, В.К. Цой. – Оpubл. 13.12.1999. – Бюл. №4.