

ИНТЕГРИРОВАНИЕ МИКРООРОШЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

А.А. Терпигорев, А.В. Грушин, С.А. Гжибовский
ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна, Россия

Развитие мирового сообщества на современном этапе в основном характеризуют два взаимосвязанных показателя: рост населения и производство продовольствия. Увеличение объемов сельскохозяйственного производства связано с необходимостью увеличения потребления природных ресурсов, основным среди которых являются почвы. В развитых странах мира это было достигнуто за счет широкомасштабного применения интенсивных систем земледелия, включающих применение агрохимикатов, энергоемких агротехнологий, новых высокопродуктивных сортов, мелиоративных мероприятий.

Проведенный отечественными и зарубежными учеными анализ показал, что объемы современного состояния потребления легкодоступных природных ресурсов при современных технологиях их использования практически исчерпаны, дальнейшее расширение пахотных земель также невозможно, так как их площади в мировом сообществе приближаются к экологически допустимому пределу, который не должен превышать 1500 млн. га.

С другой стороны, в последнее десятилетие проявились признаки деградации почвы, выражающиеся в потере гумуса, уплотнении, подкислении, усилении процессов водной и ветровой эрозии, ухудшении качества природной среды, что приводит, в конечном итоге, к снижению продуктивности агроценозов и эффективности интенсивных технологий, росту ресурсоэнергозатрат.

Поэтому актуальна разработка новых интегрированных экологически безопасных технологий, объединяющих достоинства интенсивных и биологизированных систем земледелия. Новые агротехнологии должны быть экологически чистыми, максимально адаптированными к почвенно-климатическим условиям и ресурсам природной среды, энергоэффективными, конкурентно-способными, обеспечивать рентабельность производства.

Решение проблемы повышения производства продовольствия достигается разработкой комплекса мероприятий, включающих органо-минеральную систему земледелия, экологически безопасные технологии и технику орошения, удобрительно-мелиоративные поливы, агротехнические приемы, повышающие противозрозионную устойчивость орошаемых земель, использование посевов промежуточных культур на зеленое удобрение, дифференцированные с учетом изменчивости почвенно-климатических условий.

Для получения наибольших урожаев возделываемых культур разработан целый ряд агротехнологий, начиная от выбора посевного материала, подготовки поверхности участков, обработки почв, технологии внесения минеральных и органических удобрений до разработки технологии, техники и режимов орошения. Однако практика показала, что дифференцированное применение технологии для получения высоких урожаев не гарантирует их стабильность, приводит к потере плодородия почв и нарушению экологической безопасности

эксплуатации агроландшафтов. Принятые мировые темпы роста урожайности на 3-4 % в год с выборочным использованием этих технологий даже в аграрно-развитых странах приводят к большой антропогенной нагрузке на агроландшафты, изменениям экологического равновесия и, как следствие, деградации почв. Интенсивная эксплуатация агроландшафтов должна основываться на комплексе интегрированных технологий, обеспечивающих получение гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур при наименьших экономических затратах на их возделывание с обеспечением сохранения и воспроизводства плодородия почв.

По мнению ведущих специалистов значимость факторов, влияющих на прибавку урожая, в среднем распределяется следующим образом: мелиорации, в т.ч. водные - 49 %, погодные условия - 15 %, посевной материал - 8 %, прочие условия - 31 %. Таким образом, погодные условия и орошение являются одними из главных факторов сохранения и повышения урожайности выращиваемых культур.

Для обеспечения экономической эффективности, экологической безопасности, ресурсосбережения, сохранения и поддержания плодородия почв в мировой практике орошаемого земледелия широкое распространение получает микроорошение, включающее: капельное и внутрипочвенное орошение, микродождевание, в т.ч. импульсное дождевание и мелкодисперсное (аэрозольное) увлажнительное дождевание. Мировая практика показывает, что эти прогрессивные способы орошения сельскохозяйственных культур наиболее эффективны, когда вместе с поливной водой подаются удобрения, агрохимикаты при их высоком качестве внесения и равномерном распределении слоя осадков. В результате повышается урожайность сельхозкультур при существенной экономии воды, отсутствует поверхностный сток воды, а, следовательно, и дождевая эрозия, перенос агрохимикатов в водоемы и реки, а внутрипочвенное орошение дополнительно позволяет с наибольшим эффектом «утилизировать» промышленные и бытовые стоки.

Площади орошаемых земель в РФ на период 2008 г. составляли 4,5461 млн. га, из которых 20 тыс. га приходилось на микроорошение. В настоящее время в РФ только площади капельного орошения составляют около 30 тыс. га. Темпы ввода площадей капельного орошения в последние годы достигают 1,5...2 тыс. га в год. Применяемое оборудование, как правило, поставляется зарубежными фирмами. Стоимость систем капельного орошения в зависимости от применяемого оборудования и технологии его промывки сравнительно высока и составляет от 1 до 3 тыс. долларов на гектар, при этом стоимость системы очистки воды составляет от 15% до 30 % общей стоимости.

Стоимости систем микродождевания соизмеримы с созданием систем капельного орошения, а стоимость систем внутрипочвенного орошения превосходит их преимущественно из-за значительных затрат на их строительство.

Однако применение этих водосберегающих способов орошения, различающихся по степени воздействия на поддержание влажности корнеобитаемого слоя почвы и микроклимата надземной части растений, не гарантируют сохранения урожайности в период продолжительного действия

экстремальных погодных условий: засух, суховеев и заморозков. При этом создаются неблагоприятные условия, когда вложенные значительные средства на создание этих систем не окупаются в запланированный период. Повторяемость таких неблагоприятных погодных условий может привести к разорению сельхозпроизводителей и создает проблему обеспечения населения продуктами питания. Периодичность засушливых лет в РФ велика. Например, в Алтайском крае в период с 1986 г. по 1998 г. их было 8, а в Ростовской области – от 5 до 6 в зависимости от увлажненности территории. По данным ежегодного доклада МСХ РФ за 2003 г. от засухи пострадали 21 субъект РФ, погибло 2787 тыс. га посевов или 34,9 % от общих вредных воздействий, при этом ущерб составил – 8148 млн. рублей. Таким образом, орошение является одним из главных резервов повышения урожайности выращиваемых культур и фактором сохранения будущего урожая.

Кроме того, отечественное производство оборудования для систем микроорошения только начинает выходить на потребительский рынок, вопросы проектирования, комплектации и эксплуатации таких оросительных систем остается пока сложными для потребителя.

Аналогичная ситуация складывается и с аэрозольным увлажнением – мелкодисперсным увлажнительным дождеванием. Эффективность его применения определяется наименьшими затратами воды, что ставит его в разряд перспективных технологий в условиях возрастающего дефицита водных ресурсов, но распространение этого способа орошения в мировой практике орошаемого земледелия невелико.

Современные системы капельного орошения комплектуются из множества элементов оборудования, разработанных и выпускаемых различными фирмами. Правильность их выбора определяет эффективность их применения, что обеспечивает надежность работы системы в конкретных природно-хозяйственных условиях. Это многообразие определяет необходимость разработки и систематизации общих требований уровня их унификации и стандартизации.

Общий принцип этих водосберегающих технологий состоит в малоинтенсивной экологически безопасной водоподаче, обеспечивающей создание и поддержание в почве оптимального уровня влажности, обеспечивающего продуктивное развитие растений на протяжении периода вегетации.

При проведении традиционных вегетационных поливов путем выдачи расчетных поливных норм $300 - 600 \text{ м}^3/\text{га}$ в почве создается значительный запас влаги, который расходуется растениями и на испарение в течение межполивного периода продолжительностью 10–20 суток. При таком поливе за этот период запас влаги в почве изменяется от "избыточной" до "недостаточной" величины, создавая стрессовое состояние растений, как при избытке влаги, так и при её недостатке, что не может не сказаться на развитии растений и их урожайности.

Проведенные исследования показывают, что снижение урожайности за счет отклонения величины влажности почвы от оптимального уровня при широком диапазоне изменения продолжительности межполивного периода и интенсивности водоподачи может достигать 10 % от максимального значения.

При непрерывном микроорошении, когда водоподача осуществляется с малой интенсивностью, равной или сопоставимой с интенсивностью эвапотранспирации, а влажность почвы поддерживается на оптимальном для растений уровне, урожай достигает максимума. По мере увеличения межполивного периода, а, следовательно, и поливной нормы, увеличивается диапазон отклонения влажности почвы от оптимума, и урожайность снижается.

Многолетние исследования по изучению влияния поливных норм и интенсивности водоподачи при орошении на водно-физические свойства почв, проведенные в МГУ на факультете почвоведения под руководством И.И. Судницына, показали, что по всем культурам при одной и той же водоподаче происходит существенное снижение урожайности по мере увеличения поливных норм и интенсивности водоподачи. Разница в урожае воздушно-сухой биомассы по сравнению с оптимумом составила для райграса 21 – 44 %, клевера – 52-59, кукурузы – 15-72 %. Столь высокая разница в урожае альтернативных вариантов обусловлена бесстрессовым комплексным воздействием орошения на почву, растения и приземный слой воздуха.

Агробиологическая оценка влияния технологий микроорошения на рост и развитие растений может устанавливаться не только по конечному результату – урожайности, но и по приросту биомассы на отдельных этапах и периодах (фазах) развития растений. Проведенные исследования позволили установить, что интенсивность прироста биомассы растений в первых фазах их развития при ежедневных поливах на 15 – 20 % выше, чем на вариантах с традиционной технологией орошения. Эти условия определяют эффективность орошения нормами, сопоставимыми с нормами суточного водопотребления.

Возможность получения большего урожая при непрерывном поддержании оптимального уровня влажности в растительном слое почвы определили микроорошение как водосберегающий и экологически безопасный способ орошения с регулируемой водоподачей в зависимости от впитывающей способности почвы, обеспечивающий поддержание в активном корнеобитаемом слое почвы оптимального водно-воздушного режима при полном отсутствии поверхностного и глубинного сбросов, при экономии воды до 30-40 %.

Для расчёта элементов техники микроорошения предложено много сложных теоретических зависимостей, в т.ч. в интегрированной форме, использование которых для практического их применения при расчётах режимов водоподачи связано с многочисленными вычислениями рассматриваемых вариантов.

Наиболее прост для практической цели расчет суточной нормы водоподачи при микроорошении по рекомендациям ВНИИ «Радуга» (В.Ф. Носенко) по равенству поливных норм водоподачи, определенной по известной зависимости А.Н. Костякова

$$m = 100 \gamma \cdot H \cdot (\beta_B - \beta_H) \quad (1)$$

и нормы суточной эвапотранспирации, определяемой уравнением

$$m = E \cdot t_{M.П.} \quad (2)$$

где m – норма полива, м³/га; H – глубина увлажняемого слоя почвы (глубина распространения основной массы корней растений), м; γ – объемный вес почвы,

t/m^3 ; β_H и β_B - нижний и верхний пороги допустимой влажности (оптимальный уровень влажности), % НВ; t - продолжительность межполивного периода, сут.; E - суточная эвапотранспирация, $m^3/га$.

Параметры, входящие в уравнение 1 и 2, могут быть установлены экспериментально или по существующим рекомендациям.

Технологии микроорошения различаются по степени воздействия на микроклимат. Очень незначительно воздействуют на микроклимат капельное, внутрипочвенное, поверхностное орошение (микроклиматический коэффициент K_{MK} составляет 0,05-0,2), интенсивно, но кратковременно - традиционные технологии периодического дождевания ($K_{MK} \approx 0,25 - 0,5$), малоинтенсивно длительно - прерывистое и синхронно-импульсное дождевание ($K_{MK} \approx 0,55 - 0,75$); длительно почти полностью контролируемое воздействие на микроклимат ($K_{MK} \approx 0,9$) достигается при аэрозольном увлажнении, в том числе в условиях закрытого грунта.

Экспериментально установлено, что регулирование микроклимата путем повышения влажности воздуха на 10-30 % и снижения температуры в жаркие часы суток на 2-8 $^{\circ}C$ улучшает водный режим и повышает фотосинтез растений способствующий повышению урожайности чайных плантаций на 30-40 %, плодовых насаждений на 25 – 30%, зерновых культур на 15 – 20 %.

Технологии аэрозольного дождевания дают возможность перевести в состояние воздушной влажности от 50 до 90 % общего количества поданной воды. Основная часть этой воды (до 60 - 80 %) расходуется на создание микроклимата над орошаемым полем и продуктивно используется растениями, а часть сносится ветром на соседние поля. Чем ниже интенсивность и больше длительность водоподачи, а, следовательно, больше площадь одновременного полива, тем меньше проявляется оазисный эффект и меньше потери воды на испарение.

Величина суточной эвапотранспирации зависит от целого ряда факторов и может достигать до $100 m^3$.

Некоторые исследователи, например, Г.П. Лямперт и В.П. Степанов для получения максимального урожая садов, виноградников, цитрусовых и т.д. предлагают осуществлять комбинированный полив, т.е. чередовать мелкодисперсное дождевание с капельным орошением и ими разработаны устройства для комбинированного микроорошения.

Прежде всего, система микроорошения должна отвечать основным требованиям сельскохозяйственного производства к технике орошения, которые объединены в три следующие основные группы: агробиологические (оптимальные условия снабжения растений водой), почвенно-мелиоративные и экологические (сохранение и улучшение плодородия почв, мелиоративного их состояния) и организационно-хозяйственные (высокоэффективное использование поливной техники, всех природных и материальных ресурсов, рациональная организация территории труда и водопользования на орошаемых полях без ухудшения условий проведения других агроприёмов по уходу за растениями).

Частные требования к конкретной поливной технике, а именно к системам микроорошения, базируется на общих, вышеперечисленных требованиях

сельскохозяйственного производства к технике орошения.

Возрастающий дефицит водных ресурсов и возможность повышения урожайности с применением современных систем микроорошения послужил основой его распространения в орошаемом земледелии. Возросший интерес к микроорошению в мире не остался без внимания и у отечественных потребителей данного вида орошения.

За последние годы микроорошение, в т.ч. капельное орошение и микродождевание, получило качественный подъем в связи с поставкой на отечественный рынок технологий и технических средств зарубежного производства. На Российском рынке оросительной техники широко развернули свою деятельность зарубежные и дилерские компании по реализации и строительству систем орошения. Импортом в Россию оборудования для полива занимается более 80 тысяч компаний. Производством собственного оборудования в России занимается всего несколько компаний, используя при этом до 90 % зарубежных комплектующих. Завоз комплектующих из-за рубежа ложится тяжелым бременем на потребителя товара. Цена каждого компонента при ввозе из-за рубежа утраивается. Например, лента капельного полива в Израиле стоит 0,63 руб./м, в России – от 1,7 до 3,0 руб./м. Без освоения на территории России полного перечня и ряда типоразмеров специфического оборудования, применяемого в строительстве систем микроорошения, очень трудно решить задачу интенсификации производства продуктов питания.

Разработка ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий орошения сельскохозяйственных культур с использованием информационно-советующих систем планирования водопользования с применением компьютерной технологии относится к числу актуальных задач мелиоративной науки и практики на современном этапе развития сельскохозяйственного производства.

Во ВНИИ «Радуга» за последние годы разработаны новые малоинтенсивные технологии полива сельскохозяйственных культур открытого и защищенного грунта, основанные на безопасности орошения, экономии водных и энергетических ресурсов, позволяющие повысить равномерность раздачи воды, как по площади полива, так и на протяжении времени вегетации культуры. Внедрение этих разработок сталкивается с рядом трудностей в виде большой цены несерийной продукции и невысокой покупательной способностью сельхозпроизводителей, но и при этих издержках внедрено уже техники малых форм орошения (до 1 га) на площади 36,3 га. Среди них комплекты синхронного импульсного дождевания КСИД-1 и КСИД-Р, модули импульсно-локального орошения садов МИЛОС-М, комплекты локально-импульсного полива индивидуальных теплиц КЛИП-36 и другие.