

5. Сазанов, М.А. Изменение водно-физических свойств светло-каштановой почвы в процессе орошения на фоне различных способов обработки поверхности //М.А. Сазанов, С.В. Макаров/ Вопросы эксплуатации оросительных систем и рациональное использование орошаемых земель Поволжья: Сб. науч. Тр. – М.: ВНИИГиМ, 1986. – с.70-73.

6. Дедова, Э.Б. Влияние мелиоративных приёмов на показатели агрогидрологических свойств бурых полупустынных почв Сарпинской низменности //Э.Б. Дедова, М.А. Сазанов, А.А. Душкина / Плодородие – 2015 - №3 – с.33-37.

7. Бакинова, Т.И. Почвы Республики Калмыкия/Т.И. Бакинова, Н.П. Воробьева, Е.А. Зеленская/ Элиста: Изд-во СКНЦ ВШ, 1999. – 115 с.

8. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв/ А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина/ М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

9. Практикум по почвоведению / Под ред. Н.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336с.

УДК 631.67

## **ОРОШЕНИЕ - ИСПЫТАННОЕ СРЕДСТВО ПРОТИВОСТОЯНИЯ ЗАСУХАМ И ГРЯДУЩЕМУ ПОТЕПЛЕНИЮ КЛИМАТА**

**Ю.П. Добрачев**

ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», Москва

Орошение, как средство борьбы с засухой, возникнув на заре цивилизации, закономерно развивалось как неотъемлемая часть мировой аграрной культуры. Научно-технический прогресс открыл новые возможности для совершенствования орошения. Оно стало средством борьбы не только с почвенной засухой, но и с атмосферной засухой, которая в состоянии за весьма короткое время подавить жизненные функции растений.

Из истории развития сельского хозяйства в нашей стране известно, что формирование научных знаний об орошении земель шло под влиянием работ В.В. Докучаева. Российская научная школа орошаемого земледелия создавалась всемирно известными учеными - П.А. Костычевым, К.А. Тимирязевым, А.И. Воейковым, В.Р. Вильямсом, А.Н. Костяковым, их последователями и учениками. Дальнейшее развитие теории и практики борьбы с засухой средствами оросительных мелиораций было продолжено С.Ф. Аверьяновым, А.Н. Аскоченским, Е.А. Замариным, В.В. Пославским, И.А. Шаровым, Б.Б. Шумаковым, Н.А. Янишевским и другими учеными, которые выполнили огромный объем практической работы по внедрению прогрессивных методов и приемов орошения в условиях засушливого климата Средней Азии, Закавказья, Северного Кавказа, Поволжья, Украины, Черноземной зоны России.

В последние годы отечественная мелиоративная наука стала уделять значительное внимание поиску путей снижения техногенной нагрузки на природную среду, экологизации производственных процессов орошаемого земледелия и экосистемного водопользования.

Наибольшее распространение в странах бывшего СССР получили два способа орошения - поверхностный полив и дождевание. В настоящее время в практику орошаемого земледелия высокими темпами внедряются технологии малообъемного (синхронно-импульсного, мелкодисперсного и подкroнового дождевания) и капельного орошения. Новые технологии полива сельскохозяйственных полей, садов и виноградников обеспечивают заданное регулирование режима влажности почв и

минерального питания растений, их высокую продуктивность, экономию водных ресурсов и электроэнергии при соблюдении требований экологической безопасности [1].

Поверхностный полив является самым распространенным способом в практике орошения, его применяют более чем на половине площади всех орошаемых земель мира. Основные преимущества - незначительная энергоемкость и металлоемкость, недостатки - большая трудоемкость и низкая производительность труда, неравномерность увлажнения по длине борозд и полос. Специальная технология нарезки борозд, дифференцированное уплотнение и рыхление борозд, мульчирование, нарезка щелей, дискретная подача воды в борозды и другие модификации, учитывающие специфику почвы, орошаемой культуры и рельефа, позволили довести коэффициент равномерности увлажнения до 0,8-0,95 и механизировать производство полива на 95% [2].

В России различные виды дождевания применяются более чем на 70 % орошаемой площади. Основные преимущества дождевания - возможность маневрирования поливными нормами от 50 до 600 м<sup>3</sup>/га, что теоретически позволяет исключить поверхностный сток и глубинную фильтрацию воды, подъем грунтовых вод, засоление и заболачивание земель, склоновую эрозию почв. Недостатки дождевания - трудность проведения влагозарядковых и промывных поливов, а также вегетационных поливов на тяжелых почвах. Появление широкозахватных низконапорных машин фронтального перемещения с забором воды из открытых каналов позволило снизить энергоемкость и металлоемкость оросительных систем. Созданы специальные машины для равномерного полива морозящим ветроустойчивым дождем высокого агротехнического качества.

В основе концепции использования орошения для борьбы с засухой лежат современные научные представления о процессах роста и развития растений при дефиците влаги, а также при воздействии высоких температур. Годовая продукция сухого вещества пустынных и полупустынных естественных растительных сообществ пропорциональна количеству выпадающих осадков и часто не превышает 1 т/га. Это иллюстрирует жесткость действия влажности как главного лимитирующего фактора.

Орошение в аридной зоне при достаточном содержании питательных веществ в почве, обилии солнечного света и тепла чрезвычайно продуктивно. Однако с экономической точки зрения земледелие в таких условиях может оказаться нецелесообразным из-за очень высокой стоимости оросительных систем и дефицита водных ресурсов. Кроме того, в кратковременные периоды экстремальной напряженности метеорологических условий, связанных с острым дефицитом влажности воздуха, высокой температурой и скоростью ветра, возможны явления, приводящие к значительной потере продуктивности или даже гибели посевов вследствие их высыхания из-за чрезмерно высокой транспирации.

В орошаемом земледелии давно известны различные и отличающиеся по эффективности приемы снижения воздействия на растительный покров как почвенной, так и атмосферной засухи, вызываемой агрометеорологическими факторами, приводящими к иссушению корнеобитаемого слоя почв, к состоянию температурного и водного стресса культивируемых растений. Наиболее простой прием состоит в поддержании в почве в течение всего периода вегетации достаточного запаса легкодоступной для растений влаги. Однако обильное орошение, как правило, приводит к дополнительным постоянно возрастающим затратам поливной воды из-за

неизбежного при этом засоления почв, которое отмечается также и при капельном орошении.

Необходимые для борьбы с засолением промывные режимы на общем фоне "старения" орошаемой агроэкосистемы вызывают неуклонный рост затрат воды на производство единицы продукции. Сформировавшиеся при таком орошении высокопродуктивные угодья исключительно чувствительны к действию засух и высоких температур, для смягчения воздействия которых требуются дополнительные объемы воды и, следовательно, дренаж и очистные сооружения для отвода возвратных вод и утилизации солей.

В традиционном орошении определение совокупности норм, сроков и числа поливов, как правило, сводится к расчетам для некоторого экспериментально установленного водного режима почв с привязкой к культуре и агроклиматической зоне. По мере накопления научных знаний стало очевидным, что следует ориентироваться на водный статус растений как на индикатор их водного дефицита. Оценка показателя водного статуса выполняется по соотношению доступности влаги для корневой системы растений (влажность и влагозапас корневой зоны почвы) и транспирации, как функции площади листьев и испаряемости. Что касается водного режима почв, то он должен учитываться при этом в качестве агроэкологического ограничения на область допустимых значений влажности почвы с учетом рисков возникновения стрессовых ситуаций по гидрометеорологическим условиям (наличие водных ресурсов, испаряемость и температура воздуха, солнечная радиация).

В числе основных приемов борьбы с почвенной засухой прежде всего следует назвать влагозарядковый полив. Этот прием стабилизирует водообеспечение посева в течение всего вегетационного периода, способствует росту и более глубокому проникновению корней в почву и, тем самым, более полному использованию почвенной влаги.

Предпосевной и послепосевной поливы обеспечивают высокую энергию прорастания семян, создают условия для быстрого укоренения проростков и более полного использования влагозапасов пахотного горизонта почвы. Именно доступный растениям влагозапас обеспечивает резистентность посева к проявлениям краткосрочных, но значительных вариаций метеофакторов и весенней засухи. Часто наблюдающаяся в этот период массовая гибель посевов на легких песчаных почвах объясняется быстрым образованием вокруг стержнеобразного корня проростка зоны иссушения, которая слабо восполняется радиальным перемещением воды по капиллярам почвы от влажных зон к корню. Возникающее состояние водного дефицита посева связано не с общим недостатком воды, которой в верхнем слое почвы достаточно много, а со снижением подвижности почвенной влаги в прикорневой зоне. На таких почвах в период появления первых листьев частые поливы малыми нормами оказываются для посевов весьма востребованными.

Наибольший урон посевам засуха причиняет в период, когда идет формирование вегетативных и закладка репродуктивных органов растений (весна, начало лета). Поскольку засухоустойчивость растений обусловлена не только наследственными свойствами, но также сформированной с начала вегетации адаптивностью к недостатку воды, существует принципиальная возможность с помощью орошения повышать засухоустойчивость посевов, направленно создавая в определенные периоды вегетации некоторый заданный уровень водного дефицита. В более поздние сроки развития посевов поливы следует назначать редко с промачиванием почти на всю глубину занятой корнями почвы, допуская лишь кратковременное снижение

влажности ниже оптимального уровня (60-70 % НВ) после прохождения критических периодов вегетации.

Такие приемы орошения способствуют повышению засухоустойчивости в результате адаптивной реакции к недостатку воды. Данная реакция проявляется в повышении водного потенциала тканей, морфологических изменениях органов (опушенность листьев, утолщение кутикулы и слоя кутина, снижении плотности устьиц и др.), архитектоники и габитуса растений. При искусственном создании контролируемого водного дефицита рост побегов и листьев в начале несколько замедляется, но скорость роста корней сохраняется и даже возрастает; снижение роста корней наблюдается лишь при длительном недостатке воды в почве. В отдельные годы при выпадении частых и обильных осадков весной и в начале календарного лета применение этого приема может не позволить сформировать искомые адаптивные свойства, и риск снижения урожая от засух весьма вероятен.

Согласование сроков проведения вегетационных поливов с периодами прохождения репродуктивных фаз развития обеспечивает формирование мощной корневой системы, побегообразование и благоприятные условия для морфогенеза репродуктивных и хозяйственно полезных органов. В наиболее ответственные периоды формирования урожая или в период засухи назначаются более частые поливы. Однако практическая реализация таких приемов возможна только на основе применения современных технологий полива, средств мониторинга состояния посева и компьютерных систем управления орошением по агро- и метеопараметрам. В настоящее время необходимые для этого технические средства широко представлены на рынке отечественными и зарубежными фирмами.

Поддержание водного статуса растений в благоприятных для формирования урожая пределах можно осуществить путем регулирования влажности почвы, но только в достаточно ограниченном диапазоне изменений метеорологических факторов. Более широкие возможности управления водно-тепловым обменом системы "приземный слой воздуха-растение-почва" открываются при использовании системы комбинированного орошения. Кроме увлажнения почвы (капельное орошение) эта технология включает мелкодисперсное дождевание либо спринклерное орошение, позволяющее периодически наносить на поверхность растений не скатывающуюся мелкодиспергированную воду. Этот способ орошения является одним из самых эффективных приемов борьбы с суховеями и губительным воздействием высоких температур на культурные растения.

Естественным способом защиты от перегрева верхнего яруса растений служит усиленная транспирация, обеспечиваемая потоком влаги от развитой корневой системы. Сухую жару посевы переносят легче, чем влажную, поскольку при высокой влажности воздуха испаряемость и, соответственно, транспирация и количество тепла, забранного на испарение из листьев, оказываются ниже.

Наши исследования тепло-влагообмена сомкнутого посева сои в Крыму термоградиентным методом показали, что перегрев верхнего яруса листьев возникает в полуденные часы при высокой температуре воздуха и интенсивном потоке прямой солнечной радиации. В этот момент регистрируется резкое падение температуры воздуха на верхней границе растительного покрова высотой 40-50 см, наблюдается подвядание верхних листьев и черешков, что прямо свидетельствует о высоком уровне транспирации. Верхние листья посева теряли упругость, под влиянием даже легкого ветра изменяли ориентацию, открывая прямым солнечным лучам ниже расположенный ярус листьев и поверхность почвы. Изменения в ориентации

верхних листьев сопровождалось ростом альбедо за счет светлой окраски обратной стороны перевернутых ветром листьев.

Это состояние посева сохранялось до конца световой части суток, и только к утру посев возвращался в исходное состояние. Суммарное испарение влаги за сутки возрастало с 4-6 мм/сут до 12 мм/сут при слабом ветре. За 3-4 суток значительно истощался запас доступной влаги, стебли теряли тургор и наступало полегание, так что высота слоя стелящихся растений не превышала 20 см.

Применение увлажнительных поливов 20-30 м<sup>3</sup>/га или периодическое увлажнение посева с помощью мелкодисперсного дождевания с момента возникновения усиленной транспирации при перегреве позволяло остановить интенсивный вынос влаги и сохранить посев в физиологически нормальном состоянии на протяжении 5-6 суток. За такой промежуток времени возможно некоторое снижение напряженности метеоусловий, и его достаточно для подготовки и проведения очередного вегетационного полива большой нормой, восстанавливающей влагозапас.

Интервал между увлажнительными поливами устанавливается в зависимости от цели: при регулировании влагообмена с целью экономии поливной воды – при появлении первых признаков гипертранспирации; при регулировании влагообмена с целью гарантированного получения высокого урожая – до полного испарения воды с поверхности растений в период, когда напряженность метеофакторов превышает заданную в зависимости от сельскохозяйственной культуры и вида получаемой продукции. Например, для посевов кукурузы на зерно микроорошение осуществляют мелкодисперсным дождеванием нормой 200-250 л/ч/га в течение 0,5-2,0 ч при температуре воздуха выше 25°С и скорости ветра больше 5 м/с [3].

В условиях засушливого климата сухих степей и полупустынь регулирование водно-теплового режима посевов с помощью комбинированных систем орошения позволяет при малых оросительных нормах и относительно невысокой влажности почвы обеспечить поддержание благоприятного водного обмена растений и высокую продуктивность агроценозов. Это особенно актуально для условий современного водообеспечения орошаемого земледелия Крыма.

Важную роль здесь играют увлажнительные поливы малыми нормами, точное время проведения которых определяется прямым контролем водно-теплового обмена растений с приземным слоем атмосферы. Эффективность использования воды и энергетических ресурсов повышается при оптимальном управлении орошением с учетом особенностей водного обмена каждой культуры в различные фазы роста и развития, актуального состояния растений на момент принятия решений. Оптимальное управление предполагает использование прогнозной агрометеорологической информации и данных по обеспечению гидромелиоративной системы водными ресурсами.

Применение для борьбы с засухой мелкодисперсного дождевания в сочетании с постоянным контролем водно-теплового обмена растительного покрова создает благоприятные условия для почвообразовательных процессов. Относительно невысокая влажность почвы препятствует развитию процессов засоления. Эти условия оказываются благоприятными для дыхания корней и для развития почвенной микрофлоры. Хорошо развитая корневая система и интенсивные обменные процессы в почве обеспечивают высокую эффективность использования влаги и минеральных удобрений, повышается актуальное плодородие почв. Оросительная норма может быть снижена на 30-50 %, а продуктивность угодий, в зависимости от выращиваемой культуры, возрастает в 1,5-2 раза. Энергетические затраты на проведение

увлажнительных поливов окупаются тем быстрее, чем точнее определяются необходимость и частота их выполнения. Однако в условиях острого водного дефицита только экономия воды может служить достаточным основанием для применения такой технологии орошения, которая с обыденной точки зрения может показаться парадоксальной [4].

Одним из перспективных способов регулирования водно-теплового режима посевов, обеспечивающим снижение водопотребления посевов и отрицательного воздействия на растения прямых солнечных лучей и высоких температур, является увеличение альбедо посевов путем нанесения в конце полива на листовые пластинки специальных веществ с высокой светоотражательной способностью. Перспективы технологического совершенствования данного способа связаны с применением побелок, устойчивых к осадкам и поливам, с сочетанием их отражательных свойств с функциями внекорневой подкормки и фитосанитарными свойствами. Безусловно, этот метод регулирования водного обмена нуждается в дальнейшем совершенствовании, изучении его применимости и эффективности на различных видах посевов сельскохозяйственных культур [5].

#### **Список использованных источников**

1. Управление орошением для борьбы с процессами опустынивания в бассейне Аральского моря. Оценка и инструменты / Общ. ред. Л.С. Перейра, В.А. Духовного, М.Г. Хорста. - Ташкент: Vita Color, 2005. - 422 с.

2. Калашников А.А., Таттибаев Х.А., Калдарова С.М., Алтынбеков А. Автоматизация дискретной технологии поверхностного полива // Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства. – Тараз: «НИИВХ», 2007г.

3. Бородычев В.В., Колганов А.В., Салдаев А.М., Майер А.В // Способ выращивания кукурузы на зерно при мелкодисперсном орошении / Изобретение. Патент Российской Федерации RU2129766.

4. Добрачев Ю.П. Причины снижения водопотребления агроценозов при мелкодисперсном дождевании. - М.: ВНИИГиМ, 1992. Т.84- С. 194-202.

5. Шумаков Б.Б., Сабуренков С.Н., Губер К.В., Храбров М.Ю., Бородычев В.В., Лямперт Г.П., Емельянов В.А., Горшков В.В. Способ мелиорации фитоклимата посевов / Патент РФ 2125788, публикация патента: 10.02.1999.

УДК 631.6

### **ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРИТЕЛЬНОГО МЕЛИОРАНТА И ПОДПОЧВЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ**

**К.Н. Евсенкин, С.В. Перегудов, А.В. Нефедов, Н.А. Иванникова**

Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Рязань, Россия

Проблема регулирования рационального содержания органического вещества, восстановление почвенного потенциала плодородия имеет значение и заслуживает внимания. Восстановление плодородия достигается применением различных агротехнических приемов и мелиоративных мероприятий.

Важным направлением в решении проблемы повышения плодородия деградированных почв является разработка приемов и средств комплексного воздействия на факторы его формирования. Для этих целей во ВНИИГиМ проводятся исследования по разработке удобрительно-мелиорирующих смесей, внесение которых позволяет существенно повысить плодородие малопродуктивных почв за счет улуч-