Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н.Костякова»

КОМПЛЕКСНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ – СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Материалы юбилейной международной научно-практической конференции

26-27ноября 2014 г.

Москва 2014

УДК 631.6

Комплексные мелиорации – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научной конференции. –М.: Изд. ВНИИА, 2014.- с. 454

В сборнике публикуются материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию образования Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова. Рассмотрен широкий спектр вопросов, включающих обоснование необходимости проведения мелиораций для повышения продуктивности земель, устойчивости агроландшафтов и снижения антропогенной нагрузки на природные объекты. Предложены новые подходы и технологии, обеспечивающие повышение урожайности сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях, экономию водных и энергетических ресурсов на основе экосистемного водопользования в АПК, модели и методы расчета мелиоративных систем и информационные технологии, обеспечивающие поддержку принятия управленческих решений, а также вопросы гидротехнического строительства, механизации проведения мелиоративных работ, экономического обоснования.

Сборник содержит доклады в авторской редакции.

Редакционный совет: академик РАН, д.т.н. Б.М. Кизяев (председатель), профессор, д.т.н. Л.В. Кирейчева (зам. председателя), доктор с.-х.н. В.П. Максименко, д.т.н. С.Д. Исаева, к.т.н. М.А. Волынов, к.т.н. А.О. Щербаков, к.т.н. Г.Х. Бедретдинов

УДК 631.6

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕЛИОРАТИВНОЙ НАУКИ В ИНСТИТУТЕ

Б.М. Кизяев, Л.В. Кирейчева
ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия

Всероссийскому научно-исследовательскому институту гидротехники и мелиорации им. А.Н.Костякова исполняется 90 лет. Наш институт один из первых в России институтов, деятельность которого была направлена на улучшение сельскохозяйственных угодий и вовлечение в земледелие малопригодных земель на основе мелиорации. В многолетней деятельности института отразилась история становления и развития мелиорации и водного хозяйства в стране, что вызвало необходимость формировании основных направлений научной деятельности: сельскохозяйственная мелиорация, гидротехника и гидравлика, механизация мелиоративных работ, сельскохозяйственное водоснабжение, водное хозяйство, экономика мелиорации и водного хозяйства.

У истоков мелиоративной науки стоят великие ученые и мелиораторы В.В.Докучаев, И.И.Жилинский, В.И. Масальский, А.Н.Костяков И.А.Шаров, Г.К.Ризенкампф и др., которые заложили основу отечественной мелиоративной науки как самостоятельной отрасли знаний. Научное построение, сделанное А.Н. Костяковым, «представляет собой опыт свести отдельные виды и вопросы мелиорации, отдельные разрозненные технические приемы и накопленные в этой области положения и факты в единую систему, построенную на основе определенных принципов…» (А.Н.Костяков, 1953г.) Это было не застывшей системой знаний,она непрерывно дополнялась, изменялась, то есть, находилась в динамическом неустойчивом равновесии, о чем свидетельствовали неоднократные переиздания его книги «Основы мелиораций». Выработка основных контуров мелиоративной науки была осуществлена в работах В.В. Докучаева. В своей фундаментальной работе «Наши степи - прежде и теперь» он в систематизированной форме сформулировал научные и отчасти философские основы мелиорации земель и водных объектов, связанных с ними. Докучаев указывал на необходимость проведения мелиорации с учетом её комплексности, систематичности и последовательности. Он заострил внимание на приоритете идеи единого и цельного подхода к освоению и мелиорации ландшафтов. Большое влияние на формирование взглядов А.Н. Костякова оказал В.Р. Вильямс. Развивая идеи В.В.Докучаева, В.Р. Вильямс говорил о необходимости увязки всех видов мелиоративных мероприятий. Комплекс Докучаева-Вильямса был направлен на регулирование водного режима почв, а вместе с ним и всех почвенных процессов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Завершением этапа наблюдений и экспериментов, связанных с именем академика А.Н.Костякова и его школы явилась разработка, главным образом, полу-

эмпирических зависимостей и построений и создание сравнительно стройной системы мелиораций, как прикладной науки.

Наряду с формированием ценностей концепции А.Н. Костякова, создавались новые направления мелиоративной деятельности и науки, которые успешно развивались учеными ВНИИГиМа: мелиоративное почвоведение (Л.П. Розов, С.В.Астапов, П.С.Рымарь И.Н. Плюснин, И.Н.Антипов-Каратаев, Ф.Р.Зайдельман, Л.Л.Шишов, Е.Г.Петров, В.И.Бобченко,К.Н.Шишков и др.); мелиоративная гидрогеология и инженерная геология (Д.М. Кац, Л.Г.Балаев, Н.И.Парфенова, Д.А.Манукьян, Н.М.Решеткина, В.Е.Райнини др.); сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ (Я.М.Пашенков, В.М.Беляков, Е.А.Силин, И.С.Николодышев, Г.М. Краснощеков и др.).

Развивались и традиционные направления сельскохозяйственной мелиорации. Научные исследования в области создания оросительных систем были неразрывно связаны с разработкой способов орошения, техники полива и конструкций оросительной сети. В этом направлении большой вклад внесли А.Н.Костяков, Н.Д.Кременецкий, В.А.Шаумян, З.И.Метельский, И.П.Канардов И.И.Величко, Г.Ю.Шейнкин, Г.М.Зюликов, В.А.Анисимов, К.В. Губер, В.Б.Гордеев и многие другие. Особую роль в развитии орошаемого земледелия сыграл, разработанный сотрудниками института Н.Н.Буковым, З.И.Ивановой, Г.Г.Блюминым, И.П.Прилепиным, Н.А.Григоряном, Н.И. Рычковым агрегат ДДА-100М. Эта дождевальная модифицированная машина до настоящего времени успешно работает на полях России. Тенденция развития дождевальной техники осуществлялась специалистами института в плане разработки малообъемного орошения, включая капельное и мелкодисперсное. Большой вклад внесли Б.К.Рассолов, В.Я. Чичасов, М.Ю.Храбров, В.В.Бородычев и др.

Одним из новых научных направлений в орошении стало «программирование урожая», которым активно занимались Б.Б.Шумаков, Е.П.Галямин, С.О.Сиптиц, Ю.П.Добрачев и др. Широкое использование системного подхода и математического моделирования позволило разработать некоторые математические модели формирования урожая, что создало предпосылки для широкого использования ЭВМ в мелиорации.

Важное направление не только для России, но и в мире связано с проблемами мелиорации засоленных земель. Были разработаны новые технологии освоения первично засоленных земель капитальными промывками и промывками на фоне вертикального дренажа, мероприятия на осолонцованных почвах, обеспечивающие благоприятный мелиоративный режим (В.И.Бобченко, В.П.Баякина, С.И.Мясищев, В.С.Макарова, А.А.Сидько, Г.М.Нешумов, Н.И.Парфенова, Ю.С.Лялин, В.М.Яшин и др.).

Благодаря трудам А.А. Алексашенко, Л.М. Рекса, Л.В.Кирейчевой, В.С.Борисова, А.М. Якиревича, А.Н.Николаенко и многих других, успешно шло развитие теории и методов прогнозирования водно-солевого режима почв, основанных на физико-химических процессах и теории массопереноса.

В области осушительных мелиораций развивались методы осушения при различных гидрогеологических условиях и принципы проектирования осуши-

тельных систем (А.Н.Костяков, А.Д.Брудастов, В.С.Станкевич, А.Д.Панадиади и др.). Большое внимание уделялось разработке конструкций и методов расчета осушительного дренажа и конструкций осушительных систем (Б.С.Маслов, В.Я.Черненок, И.С.Никитин, В.Ф.Митин, Е.П.Панов, В.С. Печенина и др.). Широкое распространение получили осушительно-увлажнительные системы, одним из достоинств которых является возможность их дальнейшего технического совершенствования путем вакуумирования грунта, введения водооборота, т.е. повторного использования дренажных вод (Б.С.Маслов, В.С.Станкевич, В.Я. Черненок).

Большое практическое значение имело и остается актуальным в настоящее время научное направление по обоснованию и практической реализации методов борьбы с заилением каналов, которым занимались Е.А.Замарин, В.В. Подарев, В.В Пославский, И.И. Коваленко, В.А.Шаумян, Н.Н.Кременецкий, Г.А.Тер-Абрамянц, В.В. Баронин, С.С.Медведев и др.

Мелиоративное строительство, которое развернулось в нашей стране, требовало разработки и создания специальной мелиоративной техники. Еще в 1935 году президент ВАСХНИЛ академик Н.И.Вавилов определил, что одним из основных направлений деятельности ВНИИГиМа является решение задач, связанных с механизацией и рационализацией мелиоративного строительства. В разные годы этими вопросами занимались А.М.Царевский, Б.И.Пугавко, В.И.Антонов, Л.П.Овцов, Е.Д.Томин, Б.М.Кизяев, В.С.Казаков, З.М.Маммаев, М.Т.Клокова, Н.П.Самсонова, Е.И.Копьев, В.Н.Буравцев, В.А.Кокоз, В.А.Шрейдер, А.А.Левчиков, Е.В.Струков, В.Н.Басс, А.Н.Ефремов и многие другие. Были разработаны и внедрены прогрессивные технологические процессы строительства дренажа бестраншейным и узкотраншейным способами, освоение земель с применением новых планировщиков, корчевателей, кусторезов и другой мелиоративной техники.

Исследования по гидромеханизации мелиоративных работ выполнялись под руководством А.М. Царевского с активным участием Д.Л.Меламута, Б.И.Пугавко, Л.И.Бадаева, Н.К.Голубева, П.С.Беспалого и других. Разработанная технология строительства и эксплуатации мелиоративных сооружений успешно прошла проверку при регулировании и перекрытии русел Волги, Днепра, строительстве земляных плотин крупных водохранилищ, очистке магистральных облицованных каналов от наносов.

Экономическими вопросами в сфере мелиорации занимались В.С.Дмитриев, Г.Ф.Раскин, М.П.Сигаев, З.А.Сыромятникова, А.К.Заикина, Н.С.Путято. Ими была научно обоснована и усовершенствована методика определения эффективности капитальных вложений в мелиорацию. И.Д.Быц, Ф.Ф.Климук, В.И.Перский, В.А.Жуков разрабатывали нормативно-методичекие материалы по переводу мелиоративных организаций на хозрасчет и самофинансирование.

В последние десятилетия усилия ученых института были направлены на разработку приоритетных направлений, связанных с развитием технического прогресса и экологизацией мышления в обществе. Были заложены основы формирования продуктивных и устойчивых агроландшафтов при проведении ком-

плексных мелиораций, базирующиеся на энергетическом подходе (Л.В.Кирейчева, Н.П.Карпенко, И.В.Белова, Э.Б.Дедова и др.).Впервые в мировой практике разработана технология проектирования мелиоративных систем на основе новой методологии конструирования продуктивных и устойчивых агроландшафтов, учитывающей закономерности энерго- и массообмена и позволяющей определить экологически регламентированную продуктивность сельхозугодий с учетом устойчивости агроландшафтов в зависимости от количества вкладываемой энергии при проведении агротехнических, гидротехнических или комплексных мелиораций. Методология включает модели управления мелиоративным режимом орошаемых и осушаемых земель, учитывает процессы антропогенного загрязнения почвенного покрова и глобальные изменения климата (В.М.Яшин, Т.Ю.Пуховская, И.В.Глазунова).С использованием полученных разработок сотрудниками института (Л.В.Кирейчева, И.Ф.Юрченко) разработана и утверждена Правительством концепция развитии мелиорации земель сельскохозяйственного назначения до 2020 г.

Большое внимание в институте уделяется проблеме использования водных ресурсов. На основе экосистемного водопользования Б.М.Кизяевым и С.Я.Бездниной подготовлена Водная стратегия АПК России на период до 2020 года. Предложен основополагающий принцип снижения антропогенной нагрузки на водные объекты, требующий реализации мероприятий по водосбережению на всех этапах водопользования на гидромелиоративных системах и разработаны рекомендации по осуществлению прогнозных расчетов и оценке потребности гидромелиоративных систем в водных ресурсах в настоящее время и в перспективе с учетом технического и технологического прогресса в гидротехнике, мелиорации и земледелии (Ю.П.Добрачев, И.Ф.Юрченко, А.Л.Бубер и др.). Рассмотрены особенности обоснования и подсчета запасов подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения в современных природно-техногенных условиях и перспективы их использованиядля хозяйственно-питьевого водоснабжения. Выделены экономические аспекты управления водохозяйственной деятельностью в системе мер по обеспечению рационального использования подземных вод (С.Д.Исаева, Н.С.Быстрицкая).

Организованы и проведены исследования закономерностей формирования загрязненности компонентов ландшафтов бассейнов крупных рек тяжелыми металлами и разработки модели управления гидрологическим режимом на примере рек Оки и Волги в рамках международного российско-германского научного сотрудничества (В.Е. Райнин, Г.Н. Виноградова, Н.В. Коломийцев, А.О. Щербаков, Т.А. Ильина, П.И. Пыленок, В.М. Яшин).

Сотрудниками института К.В. Губером, М.Ю.Храбровым, В.В.Бородычевым, В.К.Губиным и др. впервые в стране разработаны и внедрены новые конструкции малообъемного орошения, снижающие интенсивность водоподачи на 20-30%, экономящие водные и энергетические ресурсы на 15-20% и сохраняющие почвенное плодородие. Разработаны технологии и режимы орошения сельскохозяйственных культур, что позволит увеличить урожайность кормовых культур на 200-300%, овощей на 50-100%, риса на 37%, плодовых

культур на 30-40%. С целью снижения антропогенной нагрузки на водные объекты разрабатываются теоретические основы и конкретные мероприятия по утилизации и рециклингу дренажного стока гидромелиоративной системы (И.И.Конторович, П.И.Пыленок).

Предложено принципиально новое направление в разработке инновационных технологий повосстановлению почвенного плодородия деградированных и малопродуктивных сельскохозяйственных угодий с использованием нетрадиционных минеральных и органо-минеральных удобрений и мелиоративных приемов, обеспечивающих быстрое восстановление плодородия за счет усиления процессов трансформации вносимого в почву органического вещества в энергию почвенного гумуса (Л.В.Кирейчева, В.П.Максименко, С.В.Перегудов, В.М.Яшин и др.).

Новое направление в институте– научное обоснование фитомелиорации, которая исследует закономерности средообразующей и средовосстанавливающей функций растений и их системных образований – агробиогеоценозов. Фитомелиорацию следует рассматривать как важное, не имеющее альтернативы, биологическое средство управления восстановительным процессом на деградированных землях, в том числе для восстановления пастбищ в полупустынной зоне (З.Ш.Шамсутдинов, О.Г.Грамматикати, Н.З.Шамсутдинов, В.Г.Головатый, В.Н.Буравцев и др.). В Калмыцком филиале зачинателем работ по фитомелиорации была Л.В.Руднева, последователями которой стали С.Б.Адьяев, Э.Б.Дедова, О.В.Демкин. Фитомелиоративные культуры внедрены в рисовые севообороты, что позволяет не только улучшить свойства почвы, повысить ее плодородие, но и получить дополнительную продукцию,- семян горчицы сарептской 23- 26 ц/га, зерна нута 25 ц/га, рапса -20 ц/га (Э.Б.Дедова, Г.Н.Кониева и др.).

В области механизации мелиоративных работ, в соответствии с утвержденной Программой развития мелиорации в России, научные исследования направлены на разработку технологий восстановления и реконструкции действующих мелиоративных систем и возврат в сельскохозяйственное использование мелиорированных площадей, вышедших из сельхозоборота. Проведен анализ необходимого объема работ по восстановлению мелиоративных систем, включающих работы по очистке и ремонту открытой и закрытой коллекторно-дренажной сети и восстановлению деградированных земель, заросших древесно-кустарниковой растительностью и кочками.При восстановлении открытых каналов осушительной сети выделены базовые и усовершенствованные технологии.Предложено срезку и удаление растительности из русл каналов выполнять рабочим органом с поворотным пильным диском, а очистку каналов от наносов ротором-метателем, адаптированным для работы с наличием корней и мелких древесных остатков. Разработаны новые технологии очистки каналов, в том числе польдерных систем, которые позволят ускорить процесс обезвоживания отвалов наносов и выполнить ремонт без нарушения работы магистрального канала (Б.М.Кизяев, З.М.Маммаев, Г.Х.Бедретдинов, О.Ф.Першина).

Научное обеспечение гидротехнических работ связано с решением вопро-

сов защиты берегов от размыва и разрушения русел рек и каналов от заиления и поступления загрязняющих веществ, обеспечения надёжности их работы в эксплуатационном режиме (М.В.Волынов, Е.А.Головинов и др.). Предложен способ регулирования твёрдого стока с применением прирусловых отстойников нового поколения с механизированной очисткой от наносных отложений и с регулируемой длиной осаждения разнофракционных наносов (С.С.Медведев, А.О.Щербаков). До настоящего времени конструкции таких отстойников и методы их расчёта не разработаны.Под руководством М.А. Волынова выполняется значительный объем работ по разработке моделей гидравлических процессов, проектированию инженерных сооружений и декларированию безопасности гидротехнических сооружений

Получили развитие информационные технологии и системы поддержки управленческих решений в мелиорации, разработка различных баз данных, паспортов гидромелиоративных систем (И.Ф.Юрченко, Н.В.Коломийцев, А.Л.Бубер, А.Л.Брайнин). Разработанная модель управления инженерными сооружениями мелиоративных систем (объектами управления являются магистральные и межхозяйственные каналы последующих порядков, а также группы каналов межхозяйственных оросительных систем по принадлежности к водопользователю) обеспечит возможность анализа оперативного водораспределения с заданной степенью точности прогнозируемых параметров системы водопользования (И.Ф.Юрченко и др.).

Таким образом, наш институт с момента его образования обеспечивал Фундаментальные и прикладные научные исследования, что способствовало становлению и развитию мелиоративной науки. Результаты исследований способствуют приращению научного знания во многих смежных областях.

УДК 631.423.5

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ОСВОЕНИИ

К.Б. Абдешев, Ж.С. Мустафаев, Т.К. Карлыханов
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

Общая площадь, пригодная для орошения, составляет в Казахстане 57.547 млн. га, из них не требующих мелиораций – 5.403 млн. га, требующих средней мелиорации – 10.638, очень сложной мелиорации – 8.79 млн. га и условно годные – 32.716 млн. га.

Площадь луговых и лугово-сероземных почв, распространенных в речных долинах Казахстана составляют около 1308 тыс.га, пойменных луговых – 629.9 тыс. га, лугово-болотных и болотных – 553.6 тыс. га и луговых и лугово-сероземных засоленных – 2096 тыс.га.

При освоении этих засоленных почв усиливается геологический круговорот, то есть включается в геохимические процессы ($\Delta S = S_н - S_{доп}$, где $S_н$ – содержание солей в почвенном слое, т/га; $S_{доп}$ - допустимое содержание солей в почвенном слое для возделывания сельскохозяйственных культур, т/га; ΔS - количество солей участвующих в геологическом круговороте, т/га) 145.5 млн. т солей, захороненных в почвогрунтах и не участвующих в активном круговороте.

На фоне этих сложных гидрогеохимических условий на территории Казахстана, в связи с обмелением Аральского моря, с его осушенного дна, которое составляет около 35 тыс.км^2, по расчетом А.А. Турсунова в атмосферу региона поступает в среднем суммарный вес песка солей и тонкодисперсной пыли 185 млн. т в год [1]. В этих условиях Центральная Азия, согласно мнению академика М. Салахетдинова, испытывает двойное опустынивание: одно наступает со стороны высохшего дна Аральского моря, откуда выдуваются ветром и выносятся на орошаемые земли ядовитые соли и тонкодисперсная пыль; второе происходит на орошаемых землях за счет подъема уровня грунтовых вод и вторичного засоления почв [2].

Освоение или реконструкция засоленных и вторичных засоленных земель для создания адаптивных агроландшафтов является мощным фактором воздействия на природную среду, что по своей силе соизмеримо с геологическими факторами. По существу, под их влиянием в природной системе формируются новые интегральные нарушенные природно-техногенные системы, оказывающие сложные воздействия на их экологическое состояние (табл. 1).

Экологическое состояние природной системы ($\Delta Э$) в районах промывки засоленных почв, предлагается оценивать по следующей формуле [3-6]:

$$\Delta Э \approx 1 - \exp(-q_n \cdot C_n \cdot V_n),$$

где C_n – минерализация дренажного или фильтрационного стока ($C_n = 1000 \cdot \Delta S / N$), г/л; V_n - доля объема транзитных вод, сбрасываемых в реку в процессе промывки ($V_n = N \cdot F / t \cdot Q$); q_n - доля объема промывных норм, поступающих из коллекторно-дренажной системы или грунтовых вод ($q_n = (N - \Delta W - E) / N$); N - промывная норма, м^3/га; F -площадь засоленных земель подлежащих промывки, га: Q - расход реки, м^3/га; t - продолжительность промывки, сутки; ΔW - объем промывных норм, аккумулирующихся в почвенном слое, м^3/га; E - потери промывных норм на испарение во время промывки, м^3/га.

Таблица 1 - Интенсивность выноса веществ и их влияние на экологическое состояние природной системы

Показатели	Категория почвы			
	слабо-засоленные	средне-засоленные	сильно-засоленные	очень-сильнозасоленные
Площадь (F), тыс.га	1000.0	350.0	500.0	150.0
Содержание солей в почве ($S_н$), т/га	45.0-75.0	75.0-105.0	105.0-150.0	>150.0
Допустимое содержание солей в почве ($S_{доп}$), т/га	45.0	45.0	45.0	45.0
$\Delta S = S_н - S_{доп}$	0.0-30.0	30.0-75.0	75.0-105.0	>105.0
Промывная норма нетто (N), м^3/га	5000.0	8000.0	14000.0	18000.0
Промывная норма брутто (N), м^3/га	8000.0	11000.0	17000.0	21000.0
$C_n = 1000 \cdot \Delta S / N$	6.0	6.5	6.4	5.8
Q, м^3/с	200.0	200.0	200.0	200.0
Продолжительность промывки (t), сутках.	120.0	120.0	120.0	120.0
$V_n = N \cdot F / t \cdot Q$	2.40	1.35	3.37	1.30
ΔW, м^3/га	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
E, м^3/га	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0
$q_n = (N - \Delta W - E) / N$	0.63	0.73	0.82	0.86
$\Delta Э \approx 1 - \exp(-q_n \cdot C_n \cdot V_n)$	0.999	0.998	0.999	0.998

Как видно из таблицы 1, при промывке засоленных земель повышенный водообмен в зоне аэрации способствует усилению интенсивности выноса ве-

ществ, ионов, элементов и солей из малого биологического круговорота в большой геологический, что приводит к нарушению экологического равновесия в природных системах. Поступление солей в большой геологический круговорот происходит главным образом за счет инфильтрационных промывных вод и растворенных веществ, поступающих в грунтовые воды или водоисточники из биологического круговорота. В результате в природной системе происходит резкое ухудшение экологической обстановки, так как параметр $\Delta Э$ изменяется от 0 до 1, возрастание коэффициента свидетельствует об ухудшении ситуации [4,5]. Функционирование гидрогеохимической системы при промывке протекает в циклах большого геологического круговорота и в этих условиях развиваются негативные явления, так как формируются условия почвообразования, типичные для болота (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, закономерные ритмические изменения всех указанных факторов создали естественную общую благоприятную экологическую обстановку в природной системе, то есть годы периодически влажные и сухие способствовали формированию в определенном географическом масштабе самоорганизующейся экологической системы. В природных ритмах заложено важное свойство – стремление каждого показателя вернуться к прежнему состоянию, что и создает динамическое равновесие гидрогеохимической системы. Однако, орошение и промывка засоленных земель (табл. 2) вызывают глубокое изменение компонентов природных систем, так как сильно увеличивается объем впитавшейся воды в почву, что требует необходимости установить допустимые пределы отклонений их от природных ритмов.

При промывке засоленных почв возникают в основном два типа экологических проблем: во-первых, сохранить направленность почвообразовательного процесса; во-вторых, обеспечить экологическую устойчивость геосистемы при утилизации коллекторно-дренажных вод.

По экологическим аспектам вынос элементов, ионов и веществ из малого круговорота в большой геологический должны быть близким к природному, то есть дополнительный приход воды и солей в гидрогеохимический поток при промывке засоленных земель не должен превышать естественный отток и искусственную дренированность: $g \cdot C_g \pm p \cdot C_p \le \underline{O} \cdot C_o + D \cdot C_d$, где $\underline{O}$ - отток подземных вод; $\pm p$-вертикальный водообмен между водоносными горизонтами через водораздельные слои; $\pm g$ - вертикальный водообмен между почвой и подземными водами; D- дренажный сток; C_g-минерализация инфильтрационных вод, г/л; C_p- минерализация напорных вод в водоносных горизонтах, г/л; C_o- минерализация подземных вод, г/л; C_d- минерализация дренажных вод, г/л.

При этом интенсивность геологического круговорота воды и химических веществ - $\underline{O} \cdot C_o + D \cdot C_d$ должна определяться с учетом и использования закономерностей ритмических колебательных изменений всех природных факторов, определяющих гидрогеохимический режим природных систем.

Таблица 2 - Изменение среднемноголетних составляющих водного баланса в условиях промывки засоленных почв

Показатели	Условия функционирования	Категория орошаемых почв		
		средне-засоленные	сильно-засоленные	очень сильнозасоленные
1	2	3	4	5
Осадки (O_c), мм	-	150.0	150.0	150.0
Оросительная норма (O_p), мм	-	900.0	900.0	900.0
Промывная норма (N), мм	-	1100.0	1700.0	2100.0
Радиационный баланс деятельной поверхности (R), кДж/см^2 год	Природные	230.0	230.0	230.0
	Орошение	243.0	243.0	243.0
	Промывки	243.0	243.0	243.0
Показатель гидротермического режима $\overline{R} = R / L(O_c + N + O_p)$	Природные	2.20-4.00		
	Орошение	0.68	0.68	0.68
	Промывки	0.55	0.36	0.29
Суммарное испарение (E), мм	Природные	150.0		
	Орошение	1000.0	1000.0	1000.0
	Промывки	1100.0	1100.0	1100.0
Поверхностный сток ($\overline{O}$), мм	Природные	0.00	0.00	0.00
	Орошение	100.0	100.0	100.0
	Промывки	100.0	100.0	100.0
Подземный сток ($\underline{O}$), мм	Природные	0.00	0.00	0.00
	Орошение	110.0	110.0	110.0
	Промывки	110.0	110.0	110.0
Нисходящий поток $g = O_p - E = N - E$, мм	Природные	0.00	0.00	0.00
	Орошение	110.0	110.0	110.0
	Промывки	110.0	110.0	110.0
Объем впитавшейся в почву воды $B_n = O_p - \overline{O} = N - \overline{O}$, мм	Природные	0.00	0.00	0.00
	Орошение	950.0	950.0	950.0
	Промывки	800.0	1400.0	1800.0
Объем инфильтрационных вод D, мм	Природные	0.00	0.00	0.00
	Орошение	110.0	110.0	110.0
	Промывки	800.0	1400.0	1800.0
Турбулентный поток тепла (P), кДж/см^2 год	-	167.0	167.0	167.0
Показатель использования радиации на испарение ($P / LE = P / LN$)	Природные	4.40	4.40	4.40
	Орошение	0.41	0.41	0.41
	Промывки	0.38	0.38	0.38

В связи с этим, закономерности формирования природной гидрогеохимической системы, включающей химический режим водных растворов зоны активных изменений при реконструкции засоленных земель, должны рассматриваться как объект управления природными системами в условиях хозяйственной деятельности человека. Следовательно, главным условием при промывке засоленных земель на фоне реконструкции техногенных нарушенных природных систем должно быть сохранение их стабильности, недопущение разрушений естественного хода эволюции, приводящих к неожиданным катастрофическим перестройкам среды обитания человека.

Список использованных источников

1. Турсынов А.А. Аральская катастрофа и климатические изменения в Центральной Азии // Труды НВП НАН Республика Узбекистан.- Ташкент, 1995.- вып. 3.- С. 28-48.

2. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Экологические проблемы бассейна Аральского моря.- Тараз, 2009.- Тараз, 2009.-354 с.

3. Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепции улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря //Мелиорация и водное хозяйство, М., 1990, №12.- с. 5-12; 1991, №1.- С. 2-9.

4. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Галым, 1997.- 358 с.

5. Хачетурьян В.Х. Обоснование сельскохозяйственной мелиорации с экологических позиций //Вестник сельскохозяйственной науки, М., 1990. - №5.- С. 43-48.

6. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. О методике экологической оценки природной среды // Проблемы гидротехники и мелиорации земель в Казахстане // Сб. нау. труды.-Алматы, 1997.-С. 128-133.

7. Мустафаев Ж.С. Метеодологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель.- Тараз, 2004. - 358 с.

8. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж., Абдешев К.Б. Моделирование засоления и рассоления почвы.- Тараз, 2013.- 204 с.

УДК 631.559

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ НИГЕРИЯ

А.И. Беленков, У.М. Сабо
ФГБОУВО "РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева", г. Москва, Россия

Нигерия расположена в Западной Африке на побережье Гвинейского залива и имеет общую площадь 923 768 км^2 (356669 квадратных миль). Исторически яровая пшеница была завезена в Западную Африку арабами через Судан и озеро Чад. Яровая пшеница возделывается в Нигерии на небольших участках вдоль берегов рек, озер, ирригационных каналов. Поскольку возделываются сорта умеренного климата, производство яровой пшеницы ограничивается прохладно-сухим сезоном [13, 15].Пшеница выращивалась на мелких фермах Северной Нигерии, начиная с XVI века [4, 11, 12]. В Нигерии яровая пшеница выращивается полностью при орошении в течение осенне-зимнего периода, когда регион имеет низкие температуры, пригодные для роста урожая [3, 6, 14].

В Нигерии производство яровой пшеницы не соответствует текущим потребностям. Относительно низкая урожайность культуры объясняется невысоким уровнем агротехники, плодородия почвы, высокой стоимостью и дефицитом минеральных удобрений, слабым генетическим потенциалом сортов и отсутствием знаний по утилизации птичьего помета в качестве источника питательных веществ для производства сельскохозяйственных культур [5, 8, 9].

В настоящее время технологии минимальной и нулевой обработки почвы рассматриваются во всем мире как важная альтернатива обычным способам обработки почвы на основе вспашки с оборотом пласта. Основной задачей обработки является создание благоприятных условий для роста и развития растений, а также для правильного хода процессов, происходящих в почве.

Полевой опыт проводится на опытном поле в пригороде Gwallagwaayaka штат Bauchi республики Нигерия. Bauchi - сельскохозяйственный штат, где, в основном, практикуется орошаемое земледелие с использованием поверхностных способов полива [1, 2, 7, 10]. Объектом исследований является яровая пшеница сорта AtillaGanAtilla народной селекции республики. Начало исследований в опыте датируется 2012/2013 гг.

Целью наших исследований является установление закономерностей формирования урожая яровой пшеницы, изменения почвенного плодородия в зависимости от приемов обработки красноземных почв, способов посева и внесения удобрений. Задачи исследований: определение агрофизических, агрохимических и биологических показателей плодородия почвы, наблюдения за ростом и развитием растений, формированием урожая яровой пшеницы, статистическая оценка полученных результатов.

Схема полевого опыта в республике Нигерия включает два варианта обработки почвы под яровую пшеницу: отвальную и нулевую; три способа посева культуры: пунктирный, разбросной и рядовой; пять вариантов внесения различных доз птичьего помета: контроль (без удобрения), 2.5; 5,0; 7,5; и 10 т/га. Размещение делянок систематическое. Опыт выполняется в условиях орошения открытым способом полива по полосам. В случае первого варианта обработки почвы (отвального) помет запахивается, второго (нулевого) - остается на поверхности почвы и растворяется в воде при поливе яровой пшеницы.

Характеристика почвы опытного участка. Тип почвы – краснозем легкосуглинистый, мощность пахотного слоя 25-30 см, содержание гумуса 2,0-2,2%, содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия в мг/кг почвы соответственно: 20-30, 60,2-62,3 и 30-33.

В ходе проведения исследований проводились следующие наблюдения и учет:

- влажности, плотности сложения, твердости, структуры почвы;
- содержания гумуса в пахотном слое;
- содержания азота, фосфора, калия и микроэлементов в почве;
- определение массы корней яровой пшеницы;
- всхожести семян, густоты стояния растений, их высоты, площади листьев;

- структуры урожая и биологической урожайности яровой пшеницы;
- хозяйственной урожайности яровой пшеницы;
- статистическая оценка результатов полевого опыта.

Результаты исследований. По итогам исследований 2012/13 и 2013/14 гг. выявлено преимущество пунктирного способа посева яровой пшеницы, поэтому отбор корневых остатков проводился по всем вариантам внесения птичьего помета и двум обработкам почвы именно для пунктирного способа посева (табл. 1).

Таблица 1 - Сухая масса корней яровой пшеницы, т/га (среднее за 2012/|13-201314 гг.)

Обработка почвы	Способ посева яровой пшеницы	Норма внесения птичьего помета, т/га	Воздушно-сухая масса корней, т/га в слое почвы (см)			
			0-10	10-20	20-30	0-30
отвальная	пунктирный	контроль	2,1	1,1	0.7	3.9
		2.5	3.1	1.5	1.0	5.5
		5.0	3.5	1.6	1.2	6.3
		7.5	3.8	2.0	1.9	7.7
		10	4.6	2.6	2.1	9.3
нулевая	пунктирный	контроль	2.2	1.5	1.0	4.7
		2.5	2.9	2.1	1.3	6.3
		5.0	3.3	2.5	1,6	7.4
		7.5	3.6	2.5	1.9	8.0
		10.0	4.7	2.8	2.2	9.7

Выявлено, что более высокую массу корней яровая пшеница накапливала по нулевой обработке, увеличиваясь с повышением дозы вносимого птичьего помета. Разница между обработками составляла от 0,3 до 0,9 т/га в пользу варианта без обработки почвы. Различия внутри каждой обработки почвы между вариантами различных доз птичьего помета колебались от 0,8 до 1,8 т/га.

По урожайности выявлено преимущество нулевой обработки с пунктирным посевом, внесением птичьего помета нормой 10,0 т/га (табл. 2).

Максимальная урожайность яровой пшеницы на орошаемых землях штата Bauchi в среднем за два года - 4,05 т/га была получена по варианту нулевой обработки почвы при пунктирном способе посева с внесением 10,0 т/га птичьего помета, минимальная отмечалась по отвальной обработке при разбросном способе посева на контрольном варианте удобрений – 1,28 т/га.

Если проследить урожайность яровой пшеницы по отдельным годам, то проявляется тенденция преимущества нулевой обработки, однако по различным вариантам способов посева и внесения различных доз птичьего помета статистическая разница нивелируется.

Таблица 2 - Урожайность яровой пшеницы, т/га

Обработка почвы	Способ посева	Норма внесения птичьего помета, т/га	Урожайность по годам, т/га		
			2012/13	2013/14	Среднее
отвальная	пунктирный	контроль	1,32	1,58	1,45
		2,5	2,63	2,75	2,69
		5,0	3,11	3,23	3,17
		7,5	3,40	3.66	3,53
		10,0	3,80	3.96	3.88
	разбросной	контроль	1,22	1,35	1,28
		2,5	2,58	2.77	2,68
		5,0	2,74	2.91	2,85
		7,5	3,10	3,42	3,26
		10,0	3,51	3.89	3,70
	рядовой	контроль	1,28	1,42	1,35
		2,5	2,52	2.66	2,59
		5,0	2,81	2.92	2,87
		7.5	3,20	3.56	3,38
		10,0	3,61	3.80	3.70
нулевая	пунктирный	контроль	1,51	1,57	1,54
		2,5	3,30	3,19	3,25
		5,0	3,48	3.25	3,37
		7.5	3.73	3.68	3,70
		10,0	3.94	4,12	4,05
	разбросной	контроль	1,44	1.53	1,49
		2,5	2,55	2.90	2,73
		5,0	3,01	3,22	3,11
		7.5	3,40	3,50	3.45
		10,0	3,58	3,78	3,68
	рядовой	контроль	1,45	1,54	1,50
		2,5	2.95	2.92	2,94
		5,0	3,07	3.09	3.08
		7.5	3,65	3.71	3.68
		10,0	3,78	3.90	3,84
$НСР_{05}$(обработка)			0,19	0,21	-
$НСР_{05}$(способ посева)			0,15	0,18	-
НСР (норма удобрения)			0,12	0,23	-

Среди способов посева на вспашке средняя урожайность яровой пшеницы за 2 года исследований колебалась в пределах 1,3-3,9 т/га и 1,5-4,0 т/га по нулевому варианту. Строгой математически достоверной разницы не установлено, однако в лучшую сторону выделяется вариант с пунктирным способом

посева, разбросной и рядовой способы равноценны.

Оценка влияния эффективности внесения различных доз птичьего помета на урожайность яровой пшеницы свидетельствует о существенной прибавке при внесении 10,0 т/га, преимущество этого варианта подтверждается расчетами НСР, величина которой существенно превышается.

Влияние вариантов полевого опыта на основные качества зерна яровой пшеницы изучалось по лучшему варианту обработки почвы (нулевому) и способу посева (пунктирному) (табл. 3).

Таблица 3 -Показатели качества зерна яровой пшеницы по вариантам внесения птичьего помета в 2012/2013 г.

Вариант опыта	Содержание белка (протеина),%	Содержание клейковины, %	Зольность, %	Влажность, %
контроль	13.14	22.92	1,82	9,13
2.5	14,28	24.37	1,82	9,58
5,0	14, 86	25,49	1,80	10,33
7.5	15.32	27,75	1,80	9,62
10	16,05	28,45	1.78	9,97

Исходя из приводимых данных, следует отметить, что при внесении максимальной дозы 10 т/га птичьего помета были получены более высокие показатели содержания белка (протеина) и клейковины и минимальное значение содержания зольных веществ. Согласно российским требованиям к качеству зерна, последний вариант можно отнести к первому классу по содержанию клейковины. Влажность зерна яровой пшеницы не имела четких закономерностей изменения по вариантам внесения птичьего помета, поскольку от данного фактора практически не зависела.

Заключение. На основании двулетних данных научных исследований следует отметить более высокие количественные и качественные показатели, полученныепри посеве яровой пшеницы в необработанную почву с использованием пунктирного способа и внесением 10 т/га птичьего помета, который растворяется в поливной воде и оказывает положительный результат.

Список использованныхисточников

1.Барановский П.М., Галямин Е.П., Филимонов М.С. Вопросы управления формированием урожая с.-х. культур при орошении. Волгоград, 1978.-128 с.

2. Бондаренков И.Е. Режим орошения яровой пшеницы в зоне светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья. Автореф. Канд. дисс., Волгоград, 1971,-20 с.

3. Добрачев Ю.П., Мучкаева Г.М. Эколого-экономические аспекты разработки ресурсосберегающей технологии выращивания сельскохозяйственных культур при орошении // Мелиорация и окружающая среда. Том 1. -М, ВНИИА, 2004.

4. Иванов П.К. Яровая пшеница. -М.: Колос, 1971.-328 с.

5. Кельчевская Л.С., Кобрина Н.И. Агроклиматическая оценка продуктивности яровой пшеницы по расходам влагозапасов // Метеорология и гидрология, 1971, №2. с. 45-47.

6.Кружилин А.С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур. М.: Колос, 1977. 304 с.

7. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства //Доклады РАСХН. 2001. №3. с. 45-48.

8. Титаренко А.В., Титаренко Л.П., Дерканосова Н.М., Сорокина И.А. Урожайные свойства и качество твёрдой яровой пшеницы // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. №3. с. 49-50.

9. Чуб М.П. Влияние удобрений на качество зерна яровой пшеницы. М.: Россельхозиздат, 1980. 70 с.

10. Шумакова К.П., Ясониди О.В. Влияние орошения и удобрений на урожайность, качество зерна и водопотребление яровой пшеницы. В кн.: Эффективное использование орошаемых земель в степных районах. М., 1974, с. 152-157.

11. Abdulmumin, A. and Owonubi, J. J. (1990).Determining the optimal time of planting wheat using air temperatures. Wheat in Nigeria: Production, Processing and Utilization. Edited by A.J. Rayar, B.K. Kaigama, J.O. Olukosi and A.B. Anaso. LCRI, IAR and UNIMAID. Pp. 85-89.

12. Abdel Magid, H. M; Shafik, I; Abdel-Aal, RAafat, K. Rabie and Ragaa, E. A. Sabrah (1995). Chicken manure as a biofertilizer for wheat in the sandy soils of Saudi Arabia. Journal of Arid environments, *29*:413-420.

13. Hinjari, Y. L. (1990).Wheat production in Gongola State.In: Wheat in Nigeria: production, processing and utilization. Rayar, A. J; Kaigama, B. K; Olukosi, J. O; and Anaso, A. B. (eds). LCRI, IAR and UNIMAID.

14. Rayar. A. J; Kaigama, B. K; Olukosi, J. O; and Anaso, A. B. (1990). Wheat production in Nigeria:production, processing and utilization. Pp. 3-29.

15. Yusuf, J.O. Vajinne L.I. and 2. Chado Edefes (1992) wheat production in Nigeria. Extension bulletin No. 62 publish by: National agricultural Extension and Research Liaison services. AhmaduBelloUniversityZaria.

УДК 631.674:634.8:631.535

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОГО ОРОШЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЭЛИТНЫХ САЖЕНЦЕВ ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХПОВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров, В.М. Гуренко,А.В. Майер, С.В. Бородычев
ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия

Развитие виноградарства в Волгоградской области, причем как столового, так и технического направления, должно рассматриваться как новое перспективное направление развития агропромышленного комплекса. На современном этапе рассмотрение и решение этого вопроса как никогда актуально.

Сухой климат и минимальное количество осадков в условиях Нижней Волги препятствуют развитию болезней, позволяют свести к минимуму пестицидную нагрузку и производить более экологически чистую продукцию, чем на юге России. Практика фермерских хозяйств Волгоградской области показала, что трех-четырехкратная обработка виноградников обеспечивает полную защиту от грибковых заболеваний. Дальнейшее совершенствование экологизированной системы защиты виноградников позволит производить уникальную,

экологически чистую продукцию, потребность в которой растет с каждым годом. Особенностью Поволжской зоны виноградарства является то, что в этой зоне нет злостного вредителя филлоксеры, поэтому виноградники могут быть посажены корнесобственными саженцами. Очень важно учитывать, что виноградарство Поволжья является укрывным, поэтому предусматривает глубокую посадку саженцев.

Задача обеспечения высококачественными корнесобственными саженцами с удлиненным штамбом является важной для развития виноградарства в регионе. В условиях высоких температур и низкой влажности воздуха черенки быстро теряют влагу, поэтому саженцы следует выращивать удлиненными черенками (0,40-0,45 м). Развитие почки опережает развитие корней. В результате процент приживаемости получается довольно низкий.

Для решения этой проблемы нами проведены исследования, направленные на разработку технологии комбинированного орошения по управлению параметрами фитоклимата на посадках виноградной школки.

Цель исследований – изучить параметры роста и развития саженцев винограда при капельном и комбинированном орошении, определить оптимальную схему посадки для получения максимального выхода элитных саженцев винограда в условиях климата Нижнего Поволжья.

Исследования проводились в фермерском хозяйстве «Садко» и ИП «Шишлянниковой М.В.» Дубовского района Волгоградской области в 2011 – 2013 гг. Опыты проводили на посадках саженцев винограда сорта Каберне фран по двухфакторной схеме: фактор А- системы орошения, фактор В- плотность посадки виноградных черенков.

По фактору А предусмотрено два варианта: А1- выращивание саженцев винограда на капельном орошении; А2- выращивание саженцев винограда на комбинированном орошении. На каждом из вариантов орошения исследовали три варианта густоты посадки: В1- посадка черенков винограда в строчке через 0,13 м (101 тыс./га); В2 - через 0,10 м (132 тыс./га); В3 – через 0,07 м (188 тыс./га).

Предполивную влажность в 0,5м слое почвы поддерживали на уровне 90% НВ в период от посадки черенков до начала активного роста побегов, в период от начала активного роста побегов до начала вызревания побегов - 80%НВи от начала вызревания побегов до уборки – 60%НВ. Уровень минерального питания поддерживался внесением минеральных удобрений дозой N60 P60 K60. Режим капельного орошения по поддержанию почвенной влажности и уровень минерального питания во всех вариантах опыта одинаков.

Посадку черенков проводили на грядах в две строчки на расстоянии 0,25м между строчками. Гряды высотой 0,20м и шириной 0,40м покрывали черной полиэтиленовой пленкой. Черенки винограда до высадки хранили в поле при температуре 0 – 2^{0}С и относительной влажности близкой к 100%. Перед посадкой черенки вымачивали в холодной (12-15^{0}С) воде в течение 12 часов и нарезали длиной 0,40 – 0,45 м. Кильчевание, бороздование и обработка стимуляторами роста не проводились. Высадку черенков проводили, когда температура

почвы прогревалась на глубине 0,20 м до10-12^{0}С.

Опыт заложен методом организованных повторений. Повторность опыта четырехкратная. В пределах повторений варианты опыта расположены рендомизированно. Площадь учетных делянок – 30м^2, что соответствует 20 погонным метрам двустрочного ряда. Почва опытного участка светло-каштановая легкосуглинистая, типичная для региона. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом низкая, а подвижным фосфором и калием средняя. Плотность сложения в пахотном слое 1,13 – 1,17т/м^3.

Выращивание элитных саженцев - одна из задач создания адаптивной технологии укрывного виноградарства в Поволжском регионе. Такая технология обеспечивает закладку высокопродуктивных, долговечных виноградников с ранним сроком вступления в плодоношение. Существующий общепринятый стандарт саженцев для закладки таких виноградников, к сожалению, не подходит. В этой связи к элитным саженцам предъявляются повышенные требования. Длина штамба с вызревшей частью побега должны быть не менее 0,6 м, количество корней более 2 мм равномерно распределенных по окружности, не менее четырех. Такими параметрами руководствовались при определении элитных саженцев в данных исследованиях.

Экспериментальный участок оснащен системой комбинированного орошения. В комплект комбинированного орошения входит капельное и спринклерное орошение.

Капельное орошение состоит из полного комплекта фирмы «НЕТАФИМ».Фильтростанция состоит из однокамерного фильтра грубой очистки (песчано-гравийный фильтр производительностью 25м^3/ч) и фильтра тонкой очистки (пластиковый дисковый фильтр), последовательно соединенных. Гравийный фильтр рассчитан на ручной режим обратной промывки. Узел внесения удобрений емкостного типа объемом 80 литров. Трубопроводы представлены полиэтиленовыми трубами 63 и 50 мм, заложенными на глубину 0,65 м. Регуляторы давления 4U поддерживают давление в режимах 1,5- 2,5 атмосферы. Клапан выпуска воздуха (вантуз) расположен в самом высоком месте трубопровода после фильтростанции. Система оснащена счетчиком воды и манометрами. Капельные линии диаметром 16мм с компенсированными капельницами через 30 см и расходом 1,2 л/ч обеспечивают высокую равномерность распределения воды по длине ряда. На экспериментальном участке разница расхода воды из капельниц по длине ряда не превышает 4%, что обеспечивает достоверность результатов эксперимента.

Капельное орошение выполняет задачу поддержания запланированных уровней влажности почвы и минерального питания.

Спринклерное орошение представлено мини дождевателями 5022-U (желтый) фирмы «Наан-Дан-Джейн» с кулачковыми рефлекторами. Дождеватели установлены по схеме 10х12 м и закреплены на стойках через 10 метров, соединены с полиэтиленовым трубопроводом диаметром 40 мм с помощью микротрубки. Расстояние между линиями 12 метров.

Спринклерное орошение работает в режиме, обеспечивающем эффектив-

ное снижение негативного воздействия стрессовых факторов (высокая температура воздуха, листовой поверхности черенков, низкая относительная влажность воздуха в среде растений). Спринклеры работают от посадки черенков до начала активного роста побегов (период полного укоренения черенков 25 дней) в режиме: 5 минут работы, один час пауза. Работа спринклеров продолжалась с 10 часов утра до 18 часов вечера (в период активного солнечного излучения, когда температура поверхности черенков и почек значительно превышает температуру окружающего воздуха). В дальнейшем саженцы выращивались только на капельном орошении.

В результате наблюдений за ростом и развитием виноградных саженцев было подтверждено предположение о негативном влиянии стрессовых факторов континентального климата Нижней Волги. Критической фазой при выращивании виноградной школки является период от посадки до начала активного роста побегов. В этой связи на приживаемость черенков положительное влияние оказало регулирование параметров фитоклимата проведением спринклерного орошения, которое снимало температурный стресс и повышало относительную влажность в зоне растений.

В свою очередь, за счет капельного орошения поддерживалась высокая относительная влажность в зоне корнеобразования.

Таким образом, выявлено преимущество применения комбинированного орошения перед традиционным капельным орошением при выращивании виноградной школки. Выявлены закономерности роста и развития саженцев. При капельном орошении во всех вариантах опыта приживаемость составила около 70% без существенных отклонений. При комбинированном орошении процент приживаемости был выше (80 - 87%),что указывает на эффективность использования комбинированного орошения (табл. 1).

При анализе влияния густоты посадки на выход элитных саженцев выявлено следующее. Наибольший выход элитных саженцев достигнут в вариантах опыта на комбинированном орошении при густоте посадки 132 тыс.шт./га и 188 тыс.шт./га составил соответственно 92846 шт./га и 93386шт./га (табл. 2). Кроме этого в этих вариантах наблюдалось наиболее продуктивное использование влаги.

При небольшой разнице выхода саженцев в этих вариантах в варианте опыта А2 - Б3 с густотой посадки 188 тыс./га. перерасход черенков по сравнению с вариантом А2 – Б2 с густотой посадки 132 тыс./га составил более 40 тыс./га., что негативно повлияет на экономическую эффективность производства. Таким образом самым эффективным вариантом оказался вариант А2 – В2 на комбинированном орошении с густотой посадки 132тыс./га. Расстояние между черенками 10 см можно считать наиболее оптимальным. Более редкая посадка ведет к усилению роста и развития саженцев, что значительно повышает их качество, но приводит к снижению выхода саженцев с единицы площади

Таблица 1 - Показатели приживаемости черенков и выхода элитных саженцев винограда в вариантах опыта, (2010 – 2012 гг.)

	2010				2011				2012			
	Количество принявшихся саженцев, шт.	Доля от посаженых, %	Количество элитных саженцев, шт.	Доля от посаженых, %	Количество принявшихся саженцев, шт.	Доля от посаженых, %	Количество элитных саженцев, шт.	Доля от посаженых, %	Количество принявшихся саженцев, шт.	Доля от посаженых, %	Количество элитных саженцев, шт.	Доля от посаженых, %
А1(Капельное) Б1 (101тыс/га)	**72720**	72	**69680**	69	**73740**	73	**70710**	70	**69680**	69	**67680**	67
А1(Капельное) Б2 (132 тыс/га)	**95040**	72	**88440**	67	**93720**	71	**89760**	68	**92410**	70	**85810**	65
А1(Капельное) Б3 (188тыс/га)	**131600**	70	**90240**	48	**131600**	70	**88360**	47	**129720**	69	**84600**	45
А2 (Комбиниров.) Б1 (101тыс/га)	**84840**	84	**76750**	76	**87870**	87	**77780**	77	**83820**	83	**74010**	74
А2 (Комбиниров.) Б2 (132тыс/га)	**109560**	83	**95040**	72	**110880**	84	**92420**	70	**106920**	81	**91080**	69
А2 (Комбиниров.) Б3 (188 тыс/га)	**150410**	80	**95880**	51	**152280**	81	**94040**	50	**146640**	78	**90240**	48

и неэффективному использованию поливной воды. Более густая посадка повышает выход саженцев с единицы площади, но снижает качество саженцев и приводит к перерасходу посадочного материала.

Таблица 2 - Показатели развития элитных саженцев винограда по вариантам опыта (2010-1012 гг.)

Варианты опыта	Выход саженцев		Длина вызревшего побега, см	Кол-во корней более 2 мм	Диаметр побега у основания, мм
	всего	элитных			
А1(Капельное) Б1 (101тыс/га)	72046	69356	41	12	8,2
А1(Капельное) Б2 (132 тыс/га)	93723	88003	38	9	7,9
А1(Капельное) Б3 (188тыс/га)	130973	87733	30	7	6,6
А2 (Комбинированное) Б1 (101тыс/га)	85510	76180	42	14	8,4
А2 (Комбинированное) Б2 (132тыс/га)	109120	92846	37	9	8,3
А2 (Комбинированное) Б3 (188 тыс/га)	149776	93386	31	8	6,1

УДК1 626.8 УДК2 621.39

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИВОВ

Е.Э. Головинов, М.Н. Лытов
ФГБНУ «ВНИИГиМ им. Ф.Н. Костякова», г. Москва, Россия

Перспективным направлением интенсификации сельского хозяйства в засушливых регионах России является разработка и внедрение современных технологических регламентов применения оросительных мелиораций с учётом преимуществ новой поливной техники. Совокупность требований, предъявляе-

мых к оросительным системам нового поколения, сводится к следующему:

– должны быть реализованы свойства многофункциональности, управляемости и адаптационной способности к природным особенностям почвенно-климатических зон, ландшафтных единиц;

– должна обеспечиваться возможность освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия;

– фундаментальным свойством технологий и техники полива в составе оросительных систем нового поколения должно стать снижение экологических нагрузок на орошаемые угодья;

– ориентированность на применение автоматизированных высокопроизводительных и экологически безопасных средств орошения.

Автоматизация процесса полива является современным и самым динамичным направлением совершенствования оросительных систем. Проблемы автоматизации процесса полива современной дождевальной техникой связаны с необходимостью организации непрерывного контроля состояния работы дождевальных машин в режиме реального времени. Блок оперативного контроля работы дождевальной техники в режиме реального времени является неотъемлемой частью современных моделей оросительных систем, обеспечивающих при поливе:

– ресурсосбережение в целях экономии водных, земельных, энергетических, материальных, трудовых и временных ресурсов;

– экологическую безопасность среды;

– сохранение плодородия почв;

– повышение продуктивности и стабильности производства кормов на сенокосах и пастбищах.

В рамках исследований, проводимых ГНУ ВНИИГиМ, поставлена цель - разработать технологию оперативного контроля работы дождевальной техники в режиме реального времени при производстве поливов. Новизна исследований состоит в разработке инновационных методов оперативного контроля работы дождевальных машин кругового и фронтального действия.

Современные дождевальные машины оборудованы сложной системой управления режимом полива, регулируется скорость передвижения, поливная норма, интенсивность дождя и так далее в зависимости от типа машины. На большинстве машин штатно устанавливаются только манометры, которые обеспечивают возможность контроля фактического режима работы машины только в «ручном» режиме. Ведение оперативного мониторинга при этом является чрезвычайно трудоемкой операцией, вследствие чего обслуживающий персонал дождевальной техники, как правило, не ведёт журнал производства работ должным образом. В большинстве хозяйств, в лучшем случае, отчёт о производстве полива представлен в виде даты и количества поливов, что затрудняет или делает невозможным планирование поливов и осуществление оперативного управления [1].

Вместе с тем современные технологии, телеметрическое оборудование и использование ЭВМ в совокупности позволяют разработать техническое уст-

ройство для осуществления оперативного контроля работы дождевальной техники дистанционным способом.

Создаваемая в рамках задания РАСХН технология оперативного контроля работы дождевальной техники позволяет перейти на новый технологический уровень эксплуатации оросительных систем. Устройства дистанционного мониторинга позволят контролировать качество поливных работ, а именно соблюдение заданных поливных норм, сроков поливов и других производственных параметров.

Разработанная технология включает критерии оценки работы, ограничения при производстве поливных работ, методическое обеспечение и описание технических устройств телеметрии.

В общем виде технология представлена в виде блок-схемы (рис. 1).

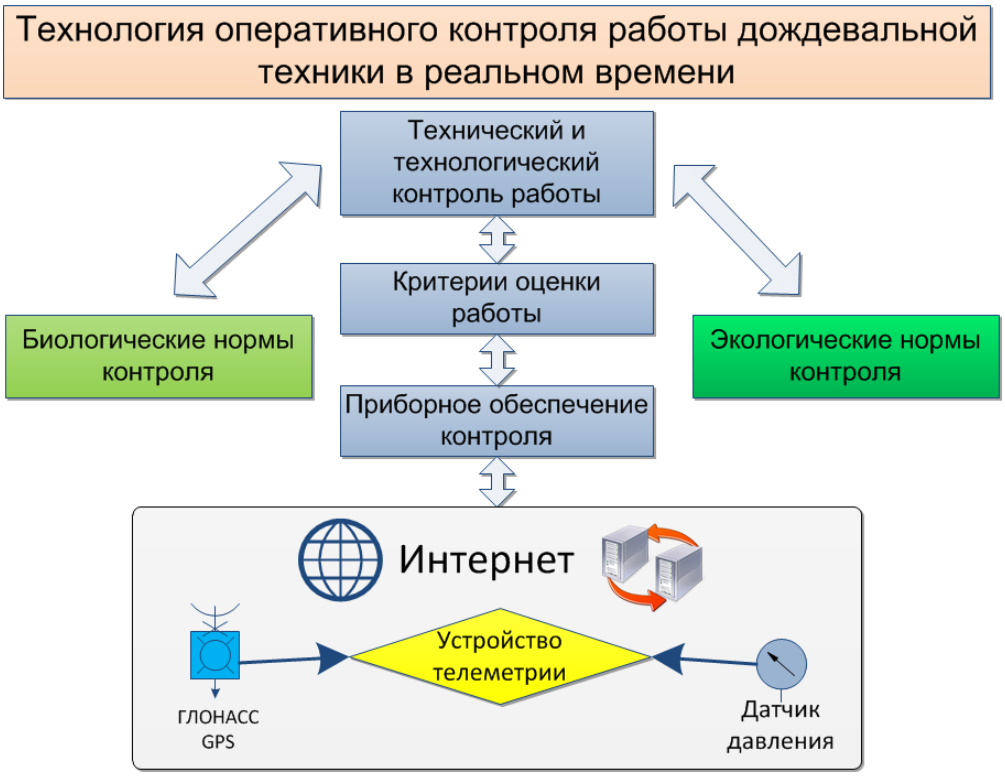


Рисунок 1 - Блок-схема элементов технологии оперативного контроля работы дождевальной техники

Основными показателями, обеспечивающими контроль качества выполнения технологического процесса дождевальной техники, являются давление (на аппарате, гидранте, насосе), расход воды (машиной и аппаратом), интенсивность дождя (с перекрытием), средний слой осадков за проход, коэффициент эффективного полива (при скорости ветра, характерной для региона), коэффициент равномерности полива, средний диаметр капель, повреждение растений. Кроме того, необходимо знать технические характеристики и нормативные параметры работы дождевальной техники, такие как рабочая скорость движения, рабочая ширина захвата, рабочий ход и пр.

Рабочее давление, величина которого определена техническими требова-

ниями, необходимо контролировать на гидранте, напорном патрубке насоса (для машин, имеющих собственный насос), у основания струйного аппарата непрерывно манометром класса точности не ниже 1,5 с пределом измерений, превышающим на 30-50 % рабочее давление машины. Считка или автоматическая запись показаний приборов производится при установившемся режиме в одной и той же последовательности. Давление в начале и конце водопроводящего трубопровода, крыла фермы измеряется одновременно с расходом.

Контроль рабочей скорости проводится путём измерения длины пути и продолжительности движения машины вперёд и назад в установившемся режиме. Не допускается погрешность измерения длины пути более, чем на 0,1 м, продолжительности движения – более чем на 1 с.

Совокупность критериев оценки качества выполнения работ при поливе культур дождевальной техникой определяет конфигурацию мониторинга. Исследования показали, что минимальная совокупность критериев в составе современной конфигурации мониторинга работы дождевальной техники должна включать следующие параметры: давление в нескольких точках для машин длинной более 100 м, скорость движения и траектория движения в принятой системе координат. Определение мгновенных координат расположения дождевальной техники в рамках современной концепции технологий мониторинга целесообразно проводить на основе систем глобального спутникового позиционирования (ГЛОНАСС/GPS) [2].

При создании экспериментального образца регистрирующего и передающего модуля использованы существующие отладочные платы. При этом отладочная плата частично решает задачу регистрации ГЛОНАСС/GPS координат и передачи данных по каналу GSM/GPRS на удалённый терминал.

Устройство мониторинга дождевальной техники состоит из нескольких стандартных компонентов:

– датчик давления;
– вычислительный блок и блок оперативной памяти;
– блок передачи данных в сеть Интернет;
– блок определения координат ГЛОНАСС/GPS.

Основное внимание потребовалось уделить проверке работоспособности датчика давления и блока передачи данных в сеть Интернет через GSM канал. Для проверки работоспособности разработанного устройства проведён ряд экспериментов. Стандартизированной методики проверки устройств подобного рода не существует. Поэтому за основу были приняты стандартные методы оценки функциональных показателей [3-9].

Для создания давления использовался баллон углекислотный 5 л (ГОСТ 949-73). Для регулировки и стабилизации давления использовался редуктор углекислотный БУО-5МГ(9). Диапазон выходного давления редуктора обеспечивается в пределах 0 – 0,6 Мпа, чего достаточно для моделирования всех режимов работы дождевальной техники (рис. 2).

Рисунок 2 - Экспериментальная установка в сборе

Общая продолжительность проведения эксперимента составила 3 часа. Показания манометра фиксировались после каждого изменения давления на редукторе. Показания с датчика давления фиксировались с интервалом в 1 минуту (рис. 3).

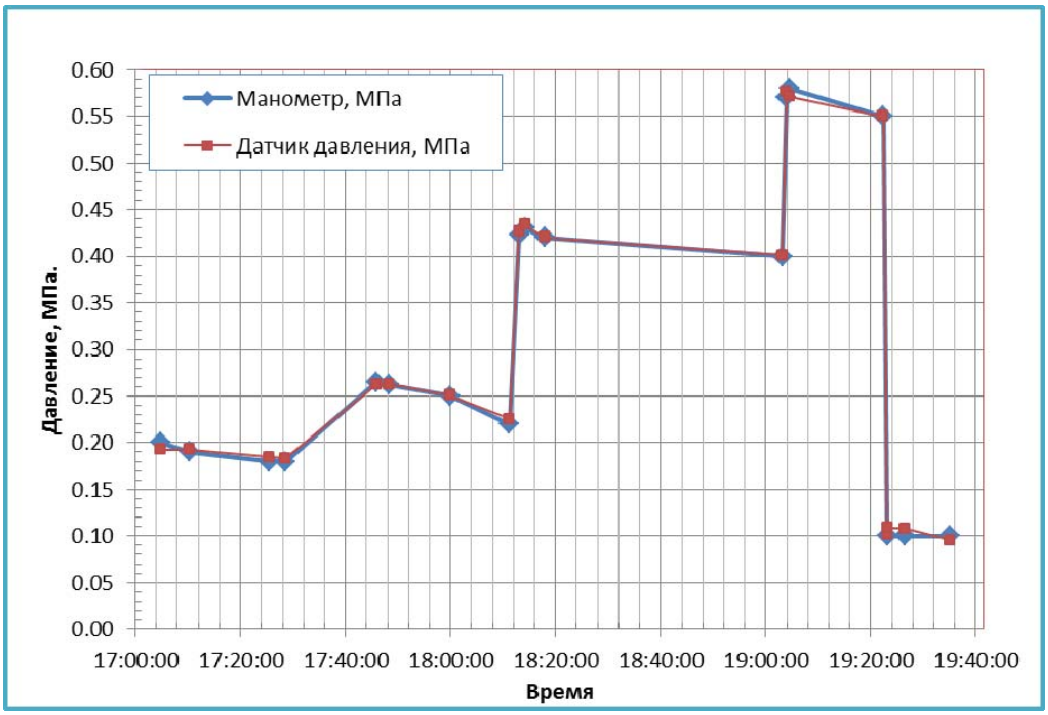


Рисунок 3 - График изменения давления на экспериментальной установке, показания манометра и датчика давления

Для манометра класса точности 1,5 с верхним пределом измерений (ВПИ) 0,6 МПа пределы абсолютной погрешности составляют ±ВПИ*КТ/100 = 0,6*1,5/100=0,009 МПа. В результате проведённого эксперимента было установлено, что точность определения давления устройством находится в пределах точности манометра. Это позволяет использовать устройство в составе прибор-

ного обеспечения контроля и дистанционного мониторинга работы дождевальной техники в режиме реального времени.

Заключение

Использование систем дистанционного контроля за параметрами полива в реальном времени позволит вывести на новый технический уровень существующие и проектируемые оросительные системы. Предложенное в статье техническое решение, для системы дистанционного мониторинга дождевальной техники, позволяет в реальном времени передавать данные телеметрии. Экспериментальные испытания устройства подтвердили заявленные технические характеристики, а также возможность использования разработанного устройства на существующих оросительных системах.

Список использованных источников

1. Головинов Е.Э. Управление поливами сельскохозяйственных культур на закрытой оросительной системе // Диссертация на соискание учёной степени к.т.н. по специальности 06.01.02. – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель». - Москва. – 2010. – С. 122.
2. Аминев Д.А., Головинов Е.Э., Увайсов С. У. Система мониторинга данных от датчиков веса и энкодеров. // Международная научно-практическая конференция «ИНФО-2012». - Сочи. - 2012. - С. 485 – 486.
3. ГОСТ Р ИСО 17123-2-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 2. Нивелиры.
4. ГОСТ 8.092-73 Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, тягомеры, напоромеры и тягонапоромеры с унифицированными электрическими (токовыми) выходными сигналами. Методы и средства поверки.
5. СТО АИСТ 11.1–2010 Испытания сельскохозяйственной техники МАШИНЫ И УСТАНОВКИ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ. Методы оценки функциональных показателей.
6. СТО АИСТ 11.3-2004 Испытания сельскохозяйственной техники МАШИНЫ И УСТАНОВКИ ПОЛИВНЫЕ. Методы оценки функциональных показателей.
7. СТО АИСТ 11.4–2010 Испытания сельскохозяйственной техники. МАШИНЫ И УСТАНОВКИ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ. НАДЁЖНОСТЬ. Классификация отказов по группам сложности.
8. СТО АИСТ 12.1–2010 Испытания сельскохозяйственной техники. МАШИНЫ МЕЛИОРАТИВНЫЕ ОСУШИТЕЛЬНЫЕ И ОРОСИТЕЛЬНЫЕ. Методы оценки функциональных показателей.
9. СТО АИСТ 12.4–2010 Испытания сельскохозяйственной техники. МАШИНЫ МЕЛИОРАТИВНЫЕ ОСУШИТЕЛЬНЫЕ И ОРОСИТЕЛЬНЫЕ. НАДЁЖНОСТЬ. Классификация отказов по группам сложности.

УДК 631.674

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛИВА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

К.В.Губер
ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», г. Москва, Россия

При орошении дождеванием используется большая номенклатура дождевальных машин и стационарных систем. Дождевальная техника отличается по конструктивным особенностям, технологии полива, способам передвижения.

Для полива дождеванием применяют (с учетом форм собственности) сле-

дующую дождевальную технику:

- широкозахватные многоопорные дождевальные машины с фронтальным перемещением, работающие в движении, с водозабором из открытой и закрытой оросительной сети (типа «Кубань-Л», «Кубань-ЛШ», «Фрегат-ФШ», «Ладога»);

- дождевальные машины кругового действия, работающие в движении, с водозабором из закрытой оросительной сети или непосредственно из скважин (типа ДМУ «Фрегат», «Кубань-ЛК»);

- колесные дождевальные трубопроводы позиционного действия с забором воды из закрытых трубопроводов (типа ДКШ-64 «Волжанка»);

- консольные дождевальные агрегаты, работающие в движении, с забором воды из временных оросителей (типа ДДА-100ВХ);

- дальнеструйные дождевальные машины позиционного действия с водозабором из закрытой или открытой оросительной сети (типа ДДН);

- полосовые шланговые дождеватели, работающие в движении, с водозабором из закрытой оросительной сети (типа «Агрос»);

- полустационарные комплекты с забором воды из открытых и закрытых систем (тип ДП-26);

- средне- и дальнеструйные дождевальные аппараты с водозабором из закрытой оросительной сети на стационарных системах и в комплектах ирригационного оборудования.

Дождевальную технику применяют для проведения влагозарядковых, предпосевных, вегетационных, удобрительных, освежительных, посадочных, противозаморозковых поливов.

Оценку качества дождевальных машин производят по равномерности полива, которую устанавливают при испытаниях. Для определения показателей качества дождя в полевых условиях площадь орошения разбивают на равновеликие площадки квадратной или прямоугольной формы. Размер площадки принимают в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 - Размеры учетных площадок для определения интенсивности дождя

Радиус действия аппарата (насадки), м	Площадь учетной площадки, м	Максимальная длина стороны, м	
		квадрата	прямоугольника
до 12	до 4	2	2
12-15	4-16	4	5
свыше 15	16-25	5	6

Количество площадок должно быть кратным площади полива с перекрытием. Центры площадок отмечают на местности колышками, у которых устанавливают вертикально дождемеры, притирая их к почве. Емкость дождемера – не менее 0,5 л с калиброванной приемной площадью. Оптимальная площадь сечения 100 мм^2.

В зависимости от типа дождевальной машины и технологии ее работы

применяют различные схемы расстановки дождемеров.

Для машин, работающих в движении фронтально и машин с перемещающимся дождевальным аппаратом, дождемеры расставляют в 2 ряда вдоль всей ширины захвата. При этом расстояние между центрами дождемеров в ряду – не более 2,0 м, а между рядами – не более 15-20 м. Число дождемеров в линии должно обеспечивать фиксацию ширины захвата машины по крайним каплям без перекрытия. Длина гона должна обеспечивать попадание дождя в дождемеры от первых до последних капель.

Для машин, работающих в старт-стопном режиме, допускается дополнительно расставлять дождемеры по трем продольным рядам с расстоянием не менее 15 м (в начале, середине и конце крыла) параллельно ходу машины.

Для машин позиционного действия дождемеры расставляют по всей площади орошения без перекрытия, разбитой на равновеликие площадки.

При испытаниях позиционных широкозахватных машиндождемеры расставляют в начале, середине и конце водопроводящего трубопровода так, чтобы каждая учетная площадка охватывала площадь, поливаемую тремя аппаратами или смежными тремя группами аппаратов.

Для машин, работающих по кругу (сектору) дождемеры расставляют по радиусу на всю ширину захвата машины без перекрытия. Расстояние между центрами дождемеров по радиусу – не более 2 м. Измерения выполняют не менее чем по трем лучам (радиусам), расположенным друг от друга под углом 30^0 на расстоянии не менее 15 м.

Показатели качества машины (ширина и длина захвата дождем, площадь полива позиции, интенсивность дождя или слой осадков за один проход) определяют с помощью дождемеров при поливе с перекрытием и без перекрытия, показатели – радиус полива и диаметр капли – без перекрытия. Действительную интенсивность дождя для машин, работающих в движении, определяют при позиционном поливе. Перекрытие ширины и длины захвата дождем выполняются при поливе смежных позиций.

Продолжительность опыта ограничивают временем наполнения дождемеров не более чем на 80% их емкости в местах наибольшей интенсивности дождя или слоя осадков за один проход машины. Для машин позиционного действия измеряют время от начала и до конца работы дождевальных аппаратов, для машин, работающих в движении, учитывают, кроме того, число проходов (оборотов) машин за опыт. Измерения выполняют с помощью секундомеров.

После окончания полива с помощью мерных цилиндров измеряют объем воды в дождемерах. Данные заносят в специальную ведомость, а затем на масштабный план расстановки дождемеров, составленный на миллиметровой бумаге. По следам дождя в дождемерах на масштабном плане наносят нулевую изогиету, т.е. определяют границы площади, политой без перекрытия. Рабочую ширину и длину захвата дождем машины определяют по средним значениям линейных измерений на плане.

Площадь орошения с одной позиции определяют путем измерения пла-

ниметром на масштабном плане без перекрытия по нулевой изогиете, с перекрытием – измерением масштабной линейкой расстояния между позициями или оросителями, или линейным измерением ширины и длины захвата.

Радиус полива определяют на масштабном плане без перекрытия поливных зон по крайним каплям дождя.

Интенсивность дождя и слой осадков за один проход определяют по объему воды, подаваемой дождевальной машиной в единицу времени на определенную площадь. Показатель определяют путем математической обработки данных на ЭВМ по специальным программам или вручную по каждому опыту.

При ручной обработке данных интенсивность дождя ρ_i (мм/мин) по каждому дождемеру вычисляют по формуле:

$$\rho_i = 10V_i/F_д t_д, \quad (1)$$

где: V_i – объём воды в дождемере, см^3; $F_д$ – приёмная площадь дождемера, см^2; $t_д$ – продолжительность заполнения дождемера, мин.

Слой осадков за один проход h (мм) по каждому дождемеру для машин, работающих в движении, вычисляют по формуле:

$$h = 10V_i/F_д n, \quad (2)$$

где n – число проходов машины.

На масштабный план расстановки дождемеров в каждой точке их расположения наносят рассчитанные значения интенсивности дождя или слоя осадков за один проход. Полученный контур дождя с масштабного плана переносят на кальку, на которой указывают местоположение оросителей и дождевателя.

Для расчёта средней интенсивности дождя и среднего слоя осадков за один проход необходимо сделать камеральное перекрытие площади полива или рабочей ширины захвата машины, для чего вычерчивают план размещения оросителей, гидрантов, позиций дождевателя в том же масштабе, что и план с перекрытием, которая определяется по расстоянию между позициями и оросителями или путём измерения ширины и длины захвата дождём машины согласно схеме полива.

Перекрытие осуществляют путём последовательного наложения кальки на все смежные позиции, с которых должна поливаться очередная площадь, и переноса с кальки на план числовых значений интенсивности, которые попадают на контур учётной площади полива с перекрытием. Числовые значения наложенных интенсивностей суммируют между собой. При наложении кальки на план на каждой позиции совмещают оросители, оси машин или позиции дождевателя.

Среднюю интенсивность определяют одним из методов вариационной статистики как среднюю величину из интенсивностей в точках площади полива с перекрытием и без перекрытия.

Измеренные величины интенсивности дождя обрабатывают вариационным методом с выборкой по классам $К_Л$, а величину класса определяют по формуле:

$$К_Л = (\rho_{max} - \rho_{min}) / n_2, \quad (3)$$

где: ρ_{max} и ρ_{min} – соответственно максимальное и минимальное значения интен-

сивности дождя или слоя осадков за один проход, мм/мин, мм; n_2 − принятое число классов (не более 16).

После выборки подсчитывают количество случаев по каждому интервалу и по всей выборке. Сумма случаев (Σn) должна быть равна:

$$\Sigma n = F/F_д, \qquad (4)$$

где: F − площадь орошения на позиции по технологической схеме, $м^2$; $F_д$ - приемная площадь дождемера $см^2$.

Интервалы интенсивности или слоя дождя в классах задают, например, в пределах 0,1…0,2; 0,21…0,3; 0,31…0,4 и т.д., а среднее значение класса соответственно равно 0,15; 0,25; 0,35 и т.д. Затем для каждого класса определяют сумму случаев, попадающих в данный интервал. Значение средней эффективной интенсивности или слоя дождя находят для такого интервала, где сумма случаев выше и ниже этого класса равны между собой.

Затем строят частотный график (рис.1) распределения интенсивностей (слоя дождя).

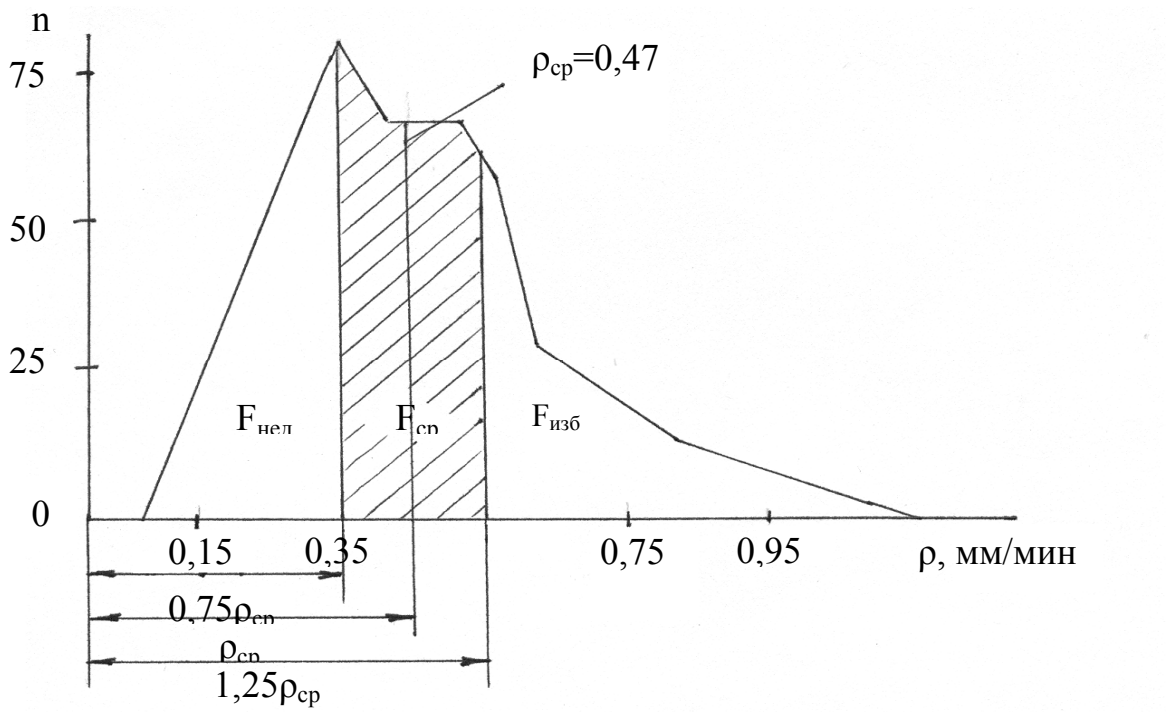


Рисунок 1 - Частотный график распределения интенсивности дождя

На графике по оси абсцисс откладывают интенсивность (слоя дождя), по оси ординат – число случаев соответствующее данной интенсивности. По этим точкам строится ломаная кривая, которая характеризует распределение дождя. Затем по оси абсцисс откладывают среднюю интенсивность (слой) дождя и вправо и влево от неё величины, соответствующие $\rho_{min} = 0{,}75\rho_{ср}$и $\rho_{max} = 1{,}25\rho_{ср}$. Площадь, ограниченная интервалом $(0{,}75…1{,}25)\rho_{ср}$ и ломаной линией, характеризует эффективно политую площадь $F_{эф}$, справа от неё – избыточно политую площадь $F_{изб}$, слева – недостаточно политую площадь $F_{нед}$.

Измерение площадей производят с помощью планиметра. Отношение площадей эффективной, избыточной и недостаточно политой площади к общей

поливной площади, даёт соответственно коэффициенты эффективного ($К_{эф}$), избыточного ($К_{изб}$) и недостаточного ($К_{нед}$) поливов, которые определяются по формулам:

$$К_{эф} = F_{эф}/F_{общ} \quad (5)$$

$$К_{изб} = F_{изб}/F_{общ} \quad (6)$$

$$К_{нед} = F_{нед}/F_{общ}, \quad (7)$$

где $F_{об}$ – общая политая площадь, $м^2$ (га).

Допускается определять коэффициент полива как отношение случаев эффективного, избыточного и недостаточного поливов к сумме случаев:

$$К_{эф} = n_{эф}/n \quad (8)$$

$$К_{изб} = n_{изб}/n \quad (9)$$

$$К_{нед} = n_{нед}/n, \quad (10)$$

где: n, $n_{эф}$, $n_{изб}$, $n_{нед}$ – соответственно число случаев – общее, эффективного, избыточного и недостаточного поливов.

При испытаниях дождевальной техники оценку качества полива проводят по коэффициенту равномерности полива Кристиансена $С_п$, по формуле:

$$C_n = 100 \left(1 - \frac{\sum |d|}{h_m n_1}\right), \quad (11)$$

где:$\sum|d|$ – абсолютная величина отклонения измерения от среднего слоя осадков, мм; h_m − средний слой осадков, мм; n_1 − число измерений (случаев) (табл. 2).

Таблица 2 - Связь между коэффициентами эффективного полива и равномерностью полива

Коэфф.	Значение коэффициента										
$К_{эф}$	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
$С_n$	90,3	88,88	87,4	85,95	84,5	82,6	81,1	78,75	76,4	72,8	69,4

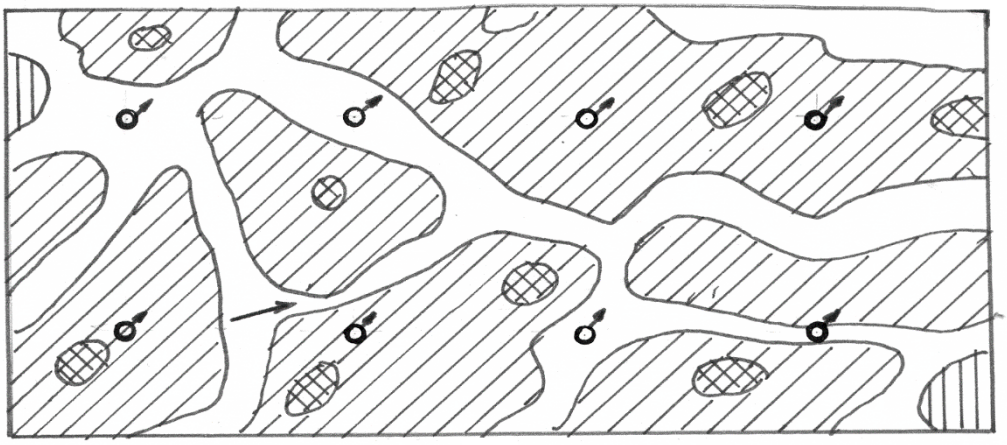
На масштабном плане перекрытия вычерчивают карту распределения дождя (рис. 2). Для машин, работающих в движении, сначала строят карту распределения слоя осадков по ширине захвата без перекрытия, а затем после перекрытия строят частотный график. Карту распределения дождя вычерчивают на плане путём нанесения трёх изогиет с интенсивностью дождя $\rho_1 = 0$, $\rho_2 = 0{,}75\rho_{ср}$ и $\rho_3 = 1{,}25\rho_{ср}$. Изогиеты отделяют друг от друга неполитые, недостаточно, избыточно и эффективно политые участки. На карту наносят схему расположения дождевальных аппаратов и указывают направление ветра.

Для машин, работающих в движении, сначала строят карту.

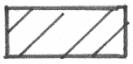
Неполитые участки планиметрируют и вычисляют относительную величину неполитой площади $F_н$ в процентах по формуле:

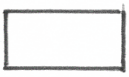
$$F_н = (F_н'/F_{об})100 \quad (12)$$

Согласно агротехническим требованиям, коэффициент эффективного полива должен быть не ниже 0,7; коэффициенты недостаточного и избыточного полива – не выше 0,15. По степени равномерности распределения дождя все машины можно проранжировать в следующей последовательности: машины фронтального действия, работающие в движении (ДДА–100МА, “Кубань−Л”), машины кругового действия (“Фрегат”, “Кубань−ЛК”), машины позиционного действия (“Волжанка”, “Днепр”, ШД−25/300, КИ–50А), дальнеструйные машины (ДДН–70, ДДН−100).



Условные обозначения


недостаточно политая площадь


эффективно политая площадь

избыточно политая площадь

неполитая площадь

направления ветра

место расположения дождевального аппарата

Рисунок 2 - Карта распределения дождя

Список использованных источников

1.Лебедев Б.М. Дождевальные машины. Изд. «Машиностроение». М.1965.

2. СТО АИСТ 11.1-2010. Стандарт организации. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей.

УДК 631.674:635.649

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ ПЕРЦА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАННЕЙ ПРОДУКЦИИ В ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЯХ

В.М. Гуренко, А.В. Майер, Е.С. Стешенко
Волгоградский филиал ФГНБУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Волгоград, Россия

Работа основана на полевых и лабораторных исследованиях, выполненных в Волгоградском филиале ВНИИГиМ и фермерском хозяйстве «Садко» Дубовского района Волгоградской области в 2007-2009 гг. и в 2011-2013 гг.

Полевой эксперимент реализован по двухфакторной схеме, включая регулирование водного (фактор А) и пищевого (фактор В) режимов почвы.

По фактору водного режима почвы в опыте были заложены следующие варианты:

А 1 – поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 70% НВ в слое почвы 0,5 м;

А 2 - поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 80% НВ в слое почвы 0,5 м;

А 3 - поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 90% НВ в слое почвы 0,5 м.

На каждом из вариантов по водному режиму почвы исследовалась эффективность внесения 3-х доз минерального питания:

В 1 – внесение минеральных удобрений дозой $N_{100}P_{60}K_0$, рассчитанной на формирование 30 т/га;

В 2 - внесение минеральных удобрений дозой $N_{180}P_{110}K_{20}$, рассчитанной на формирование 50 т/га;

В 3 - внесение минеральных удобрений дозой $N_{260}P_{160}K_{190}$, рассчитанной на формирование 70 т/га.

Дозы удобрений на получение планируемой урожайности рассчитывали по общепринятой методике. При расчете доз удобрений учитывали: планируемую урожайность, позволяющую с учетом химического состава продукции рассчитывать вынос питательных веществ; биологические особенности и химический состав перца, которые обуславливают динамику потребления и вынос элементов минерального питания растениями в расчете на единицу основной продукции; содержание подвижных форм элементов минерального питания в почве, по которому определяли степень ее обеспеченности азотом, фосфором и калием, что необходимо для дифференцирования расчетных доз удобрений. Вынос NO_3, P_2O_5 и K_2O принимали соответственно равными 2,6; 0,8 и 4 кг на 1т товарной продукции перца сладкого.

По площади земельного участка опыт был заложен методом организованных повторений. Повторность опытов 4-х кратная в пределах организованного повторения, варианты опыта располагалось рендомизировано. Площадь учет-

ных делянок по вариантам опыта составила 150 м^2, площадь повторения 2250 м^2. Исследования проводились на посевах сладкого перца сортов: Ред Насера, Юпитер и гибрид Блонди F 1.

Агротехника в опытах разрабатывалась на основе действующих зональных рекомендаций с дополнениями их вариантами изучаемых приемов.

Опытный орошаемый участок, находящийся на территории фермерского хозяйства «Садко» Дубовского района Волгоградской области, расположен в подзоне светло-каштановых почв. По содержанию доступных форм элементов питания почвы характеризуются низкой обеспеченностью азотом, средней – подвижным фосфором и высокой обменным калием. Содержание общего азота составляет 0,11–0,15%, гидролизуемого - 35 мг на 1 кг сухой почвы. Количество общего фосфора достигает 0,08–0,09 %, а доступного – 35 мг на 1 кг почвы, общего калия по Мильвич – 1,45 %, а обменного – свыше 332 мг на 1 кг почвы.

Величина плотности сложения верхнего пахотного слоя колеблется от 1,14 до 1,18 т/м^3. В нижележащих горизонтах по мере углубления численные показатели плотности сложения возрастали, достигая на глубине 1,0 м величины 1,33 т/м^3. Плотность твердой фазы почвы опытного участка в пределах слоя мощностью 1,0 м изменяется от 2,40 до 2,56 т/м^3.

Влажность почвы при наименьшей влагоемкости изменялась от 24,7–26,1% в пахотном слое до 21,4 % от массы сухой почвы на глубине 1,0 м.

Почвы характеризуются низким содержанием гумуса с колебанием в пределах пахотного слоя от 0,98 до 2,30 %.

Реакция почвенной среды близка к нейтральной с тенденцией в сторону увеличения pH с увеличением глубины взятия образцов, pH почвенного раствора изменяется от 6,3 – 6,9 в пахотном слое до 7,4 на глубине 1,0 м.

Обеспеченность почв опытного участка легкогидролизуемым азотом низкая (24-35 мг/кг сухой почвы), а подвижным фосфором (26-32 мг/кг сухой почвы) и обменным калием средняя (299-317 мг/кг сухой почвы), что характерно для среднесуглинистых каштановых почв.

Разработка технологии возделывания перца сладкого при капельном орошении проводилась поэтапно. Использовался ранее накопленный опыт при выращивании рассматриваемой культуры в открытом грунте. Принята наиболее оптимальная схема посадки. Капельные линии на опытном участке расположены через 1,4 метра. Расстояние между растениями в ряду 25 см, посадка рассады в одну строчку. Эта схема позволяет провести укрытие растений с наименьшими затратами, а также создает удобства по дальнейшему уходу за растениями. Облегчается проход техники, уменьшается трудоемкость при прополке. Широкие проходы между рядами облегчают сбор урожая.

Для посева использовали дражированные семена перца Блонди F1.

Для получения сверхраннего урожая перца и его реализации в свежем виде выращивали рассаду полновозрастную 45-50 дней. Наилучшим способом выращивания рассады является кассетный. Для получения такой рассады использовали кассеты с количеством 96 ячеек.

Кассеты заполняли универсальным торфо-цеолитовым субстратом, кото-

рый включает торф, перлит, цеолит. Кассеты заполняли субстратом и проводили увлажняющий полив. Сроки высева семян определялись из сроков высадки рассады в тоннельные укрытия. Подготовленные семена высевали на глубину 1,5-2, см по одному в ячейку, посыпали субстратом и увлажняли. Для поддержания оптимального уровня влажности в период прорастания семян кассеты покрывали полиэтиленовой пленкой. Чтобы избежать вытягивания ростков, сразу после появления одиночных всходов пленку снимали, а субстрат по мере необходимости увлажняли.

Перед посевом семена замачивали при температуре 23-25^0 С. Для профилактики вирусных болезней, семена перца замачивали на 20 минут в 1%-ном растворе марганцево-кислого калия и после этого на 2 часа в 0,2%-ом растворе Фитолавина-300 уже для профилактики бактериальных заболеваний.

Для лучшего начального роста сеянцев в приготовленную смесь вносили вместе с водой минеральные удобрения. На 10 литров воды брали 10 г аммиачной селитры, 3,6 г сульфата калия, 7,6 г монокалийфосфата. Для стабилизации кислотности добавляли 1,5 мл ортофосфорной кислоты.

При развитии у растений 2-х листьев, рассаду проливали раствором «превикур» 60,7% в.р., добавляя его в питательный раствор, т.е. 12-13 мл на 10 л воды. Это способствует предотвращению поражаемости корневыми гнилями и хорошо стимулирует рост рассады. В период развития 5-ти настоящих листьев рассаду проливали раствором Кондифора 20% в.р.к., добавляя его в питательный раствор из расчета 15 мл на 10 л.

За 10-15 дней до высадки рассаду закаливали, постепенно снижая температуру воздуха до 16-18^0 С днем и 15^0 С ночью.

Наиболее оптимальным вариантом в наших опытах оказалось использование 45-50 дневной рассады, выращенной в пластмассовой кассете № 96 с диаметром ячейки 5 см. В этом случае мы формируем высококачественную рассаду перца, которая имеет 8-9 листьев темно-зеленой окраски, стебель толщиной около 0,5-0,7 см и высотой 23-25 см, массой надземной части 8-10 г, корней 1,1-1,5 г.

Рассада прочно держится в кассете при переносе, ее легко извлекать из кассеты, не отмечено повреждения корневой системы, что обеспечивало стопроцентную приживаемость растений, динамичное продолжение роста без потери «забега» в этот период. Использование рассады ускоряло вступление растений в плодоношение на 14-15 дней.

В комплексе агротехнических мероприятий, направленных на создание оптимальных условий для выращивания перца в условиях капельного орошения, важнейшим звеном является система обработки почвы, состоящей из основной осенней и предпосадочной весенней.

Способ подготовки почвы опытного участка зависел от предшественника и степени засорения площади поля. Учитывая, что поле было засорено однолетними сорняками, проводили лущение на глубину 6-8 см.

Вспашку проводили на глубину 27-30 см ярусным прицепным плугом ПЯ-3-35. Под зяблевую вспашку вносили минеральные удобрения локально. До

зимы проводили 1-2 культивации на глубину 8-10 см. Гербициды не применяли.

Предпосадочная обработка почвы была направлена на создание условий интенсивного развития растений, борьбу с сорняками и сохранение влаги. Рано весной для закрытия влаги проводили боронование. От ранневесеннего боронования до высадки рассады в зависимости от засоренности и уплотнения почвы проводили одну сплошную культивацию культиватором КПС-4 с одновременным боронованием на глубину 10-12 см.

Нарезку гряд под установку дуг и высадку рассады перца проводили фрезой-грядоделом «AFSUPER 140 S». Лезвия переднего ротора фрезы иссекают почву и проникают в глубину, не изменяя натуральную структуру почвы и не образовывая уплотнения под взрыхленным слоем. Ротор, находящийся в задней части фрезы, снабжен маленькими зубчиками и вращается в противоположную сторону. Благодаря высокой скорости он измельчает поверхностные комья, направляя самые большие комья на передний ротор. Таким образом, осуществляется выравнивание поверхности с легким уплотнением. Благодаря этой операции мы отлично подготавливали поверхность почвы для высадки рассады перца.

Определяющим критерием для высадки рассады служит утренняя температура почвы на глубине 8-10 см, которая должна быть не ниже 14^0С. Установлено, что для региона исследований в тоннельных укрытиях такие условия обеспечиваются в период с 10 по 25 апреля.

При устройстве тоннельных укрытий были определены следующие оптимальные параметры: высота тоннелей 0,7 м, ширина 0,5 м, длина произвольная, каркас – из проволоки толщиной 6 мм, длина дуг из расчета превышения ширины полотна пленки на 0,5 -0,6 м, расстановка дуг – через 1,5-2,0 м.

Для орошения использовали систему капельного орошения «НЕТАФИМ» с интегрированными капельницами полукомпенсированного типа с расходом воды 1,7 л/с и установленными через 0,4 м. Раскладку капельных линий проводили до высадки рассады. Сразу после высадки рассады проводили полив до полного промокания контура увлажнения.

После 15-20 мая, когда исчезает угроза заморозков, пленочное покрытие снимали. Очень важно в этот момент адаптировать растения к уже сухому воздуху с достаточно высокими дневными температурами. Для этого в тоннелях проделывали отверстия диаметром 4-6 см по 2-3 шт. на каждое растение. На 2-й день площадь этих отверстий увеличивали в 2 раза. Вечером третьего дня пленочное покрытие снимали окончательно, а дуги выдергивали. После этого проводили культивацию с окучиванием. Затем незамедлительно проводили профилактическое опрыскивание от болезней и вредителей. В дальнейшем повторные профилактические опрыскивания проводили через каждые 10 дней.

Против бактериальных болезней проводилась 2-х кратная обработка «Фитолавином». Первая сразу после снятия пленки, вторая через 15 дней после первой. Против грибковых болезней, до массового цветения, обработка ведется «Оксихоном», а затем системным препаратом «Радомил Голд» 2,5 л/га.

В качестве инсектицидов для борьбы с комплексом вредителей использовали препараты системного действия (Актара 25% в.г. – 0,1 кг/га, Кондифор 20% в.р.к. – 0,5 л/га) и для профилактики против распространения клеща и уничтожения тли, белокрылки, трипсов применяли препарат «Атлетик» 50%к.э. – 1,5 л/га.

Уход за посадками перца в течение вегетации состоял в обработке междурядий проведением культиваций. При разрастании кроны междурядные обработки осуществляли культиватором, оборудованным лапками с удлиненными лезвиями, типа плоскорезов. Плоскорезами обрабатывали почву непосредственно под листостебельной массой растений. Оптимальная глубина обработки 6-8 см. Присыпание поливных шлангов слоем почвы при междурядных обработках не сказывалось на качестве работы поливной системы, а размещение растений по сторонам шлангов при посадке облегчало их уборку в конце сезона.

УДК 631.529:631.445.52

КОМПЛЕКСНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ – ВАЖНЫЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АПК РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Э.Б. Дедова
Калмыцкий филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова», г.Элиста, Россия

Современное развитие экономики нашей страны направлено на восстановление и расширение отечественного производства. Республика Калмыкия, являющаяся одним из субъектов Южного Федерального округа РФ, имеет ярко выраженную аграрную направленность экономики. Природные условия, связанные с размещением основной части территории в пределах Прикаспийской низменности и наличием огромных площадей (около 5 млн.га) естественных кормовых угодий – пастбищ, исторически предопределили развитие мясного животноводства (скотоводства и овцеводства). Наш регион государством определен как один из форпостов создания мясного пояса страны.

В последний период агропромышленный комплекс республики находится на подъеме. За 2006-2011 годы среднегодовой темп прироста продукции сельского хозяйства составил 6,8%, а валовой ее объем увеличился в 2,1 раза. Поголовье крупного скота возросло почти на 85% и составляет на данный момент около 600 тыс.голов, овец и коз – около 2,5 млн. голов (прирост на 97%) и лошадей – свыше 20 тыс.голов.

Многолетняя практика показала, что устойчивое функционирование всех отраслей народного хозяйства и создание нормальных условий жизни населения Калмыкии обеспечивается только при мелиорации земель.

Аридность климата и дефицит местных водных ресурсов создают трудности для земледельческой и растениеводческой отраслей хозяйствования. Основной объем местного поверхностного стока, используемого на нужды республики, формируется на восточном склоне Ергенинской возвышенности, где

расположено около 40 малых рек и балок с площадью водосбора от 30 до 780 км^2 и длиной 20…60 км. Реки и балки не составляют единого бассейна. Они раздельно впадают либо в Сарпинские озера и лиманы, либо вообще теряются на прилегающей низменности (что наиболее характерно для юго-восточных балок). Среднемноголетний слой поверхностного стока колеблется от 8 до 30 мм/год (объем до 150 млн. м^3), с основным сроком прохождения - ранней весной и по годам существенно варьирует. При обеспеченности 5% он составляет 438 млн. м^3; 25% - 215 млн. м^3; 75% - 51 млн. м^3; 85% - 38 млн. м^3; 95% - 12 млн. м^3. Паводковый поверхностный сток с восточного склона Ергеней аккумулируется в прудах-водохранилищах (общее количество которых около 400 при полезном объеме 140…150 млн. м^3). Однако следует отметить, что большинство водоемов построено без учета возможности их комплексного использования и более 70% от их общего количества не имеют водосбросных сооружений, охранных и санитарных зон. Качество воды не всегда отвечает необходимым требованиям, да и общего ее количества недостаточно для удовлетворения всех нужд народного хозяйства республики. На западном склоне Ергеней расположено 6 рек и балок, в т.ч. верховья рек Россошь, Аксай Курмоярский и Сал, площадь водосбора – более 3 тыс. км^2. Поверхностный сток почти полностью уходит за пределы республики. Реки и балки юго-западного склона Ергеней и северного склона Ставропольской возвышенности с общей площадью водосбора в пределах республики около 5 тыс. км^2 весь свой сток сбрасывают в большой водоприемник – озеро Маныч - Гудило, расположенное в Кумо-Маныческой впадине в русле реки Маныч и соединенное с другим крупным водоемом - Пролетарским водохранилищем, расположенным на территории Ростовской области, а также в другие озёра и лиманы. В целом же, в связи с ограниченностью местных водных ресурсов хорошего качества для обеспечения нужд различных отраслей народного хозяйства Республики Калмыкия, основные объемы воды поступают из-за ее пределов [1,6,7].

В этих целях на территории республики построены и функционируют пять крупных оросительно-обводнительных систем (Сарпинская, Калмыцко-Астра-ханская, Черноземельская, Право-Егорлыкская, Каспийская) с подачей воды из сопредельных бассейнов рек Волга, Кубань, Терек и Кума (общий ежегодный объем около 800 млн.м^3).

Общая площадь мелиорированных земель составляет 90,3 тыс. га, в том числе 53,1 тыс. га регулярного орошения и 37,2 тыс. га лиманного орошения. Кроме того, из межхозяйственной оросительной сети обводняется 1 167,2 тыс. га пастбищных угодий. Однако, в силу сложившихся причин экологического, технического и экономического характера, в настоящий период эксплуатируется всего 44 тыс.га, из них 27 тыс.га лиманов [5,6]. Продуктивность мелиорированных земель очень низка, о чем свидетельствуют данные одинамике урожайности основных сельскохозяйственных культур (табл. 1). С них получают всего 25…33 тыс. т зерна, 38…42 тыс.т кормов и 25…30 тыс.т овощебахчевых культур. В то время как ежегодная потребность в грубых кормах составляет около 800 тыс. тонн.

В целях модернизации и интенсификации аграрного сектора экономики по заказу и под руководством Министерства сельского хозяйства РК учеными-аграрниками были разработаны сначала «Концепция сельскохозяйственных земель Республики Калмыкии на период до 2020 года» (утверждена постановлением Правительства РК № 210-Р от 2 августа 2011 г.), а затем Республиканская целевая программа «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель Республики Калмыкия на период до 2020 года» (утверждена постановлением Правительства РК № 320 от 16 сентября 2011 г.)

Реализация Программы мелиорации позволит увеличить площадь используемых орошаемых земель к 2020 г. в 2,3 раза, довести её до 106,6 тыс. га (табл. 2) и повысить валовый сбор кормов до 300 тыс.тонн, зерна риса – до 25 тыс. тонн, овощей – до 234 тыс.тонн и бахчевых – до 350 тыс. тонн. Прибыль от продажи продукции превысит 2,0 млрд.руб.

Таблица 1 – Динамика урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Калмыки, т/га

Годы	Зерновые, всего	в т.ч. рис	Однолетние травы (сено)	Многолетние травы (сено)	Овощи	Бахчи	Естественные травы лиманов (сено)
1971	9,71	4,13	1,08	1,80	7,40	9,50	2,44
1976	3,00	3,22	1,93	3,08	9,60	6,10	2,20
1980	3,11	3,76	4,52	5,25	14,70	6,10	1,53
1986	2,67	3,59	3,09	7,92	2,50	-	1,41
1991	2,15	3,47	4,99	6,08	2,50	9,50	1,40
1996	1,23	1,08	2,84	2,37	4,70	-	1,85
1999	2,41	2,55	1,77	2,41	4,90	4,10	0,75
2000	1,54	2,36	2,23	3,19	5,50	3,71	1,80
2002	2,18	2,80	1,70	5,00	6,50	6,80	1,45
2009	2,96	4,00	3,47	4,26	12,80	13,70	1,26
2010	2,72	3,60	3,20	4,50	7,89	13,12	1,12
2011	2,88	3,80	4,58	4,80	13,06	7,29	1,53
2012	2,21	4,10	3,38	4,70	16,96	6,02	1,36
2013	2,89	3,42	3,50	4,62	15,53	11,27	1,36

В последнее время, как показывает практика, сильно обострилась проблема, связанная с экологической устойчивостью природных систем, в частности, агроландшафтов. Для того, чтобы сознательно противостоять нарастающей тенденции снижения экологической устойчивости агроландшафтов, а, следовательно, и продуктивности сельскохозяйственных угодий, необходима разработка наукоемких технологических процессов, обеспечивающих воспроизводство природных ресурсов и достижение экологически обоснованной продуктивности сельхозугодий.

Для эффективного использования орошаемых земель в полупустынной и пустынной зонах республики необходимо совершенствование всей системы ве-

дения орошаемого земледелия. В первую очередь надо пересмотреть структуру посевных площадей с внедрением малоэнергоемких экологически безопасных способов полива и технологий возделывания культур, осуществить строительство и реконструкцию дренажа.

Таблица 2 - Структура площадей сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Калмыкии, тыс.га

Сельскохозяйственные культуры	2013 год			2020 год		
	общая площадь орошаемых земель	в том числе:		общая площадь орошаемых земель	в том чи	
		регулярное орошение	лиманное орошение		регулярное орошение	л о
Кормовые	30,5	3,5	27,0	76,1	20,0	
Зерновые яровые и зернобобовые	6,0	6,0	-	8,0	8,0	
Рис	5,0	5,0	-	6,1	6,1	
Овощи	0,9	0,9	-	5,2	5,2	
Бахчевые	1,2	1,2	-	7,0	7,0	
Прочие	0,4	0,4	-	4,2	4,2	
Итого	44,0	17,0	27,0	106,6	50,5	

Во всех зонах республики оросительные мелиорации являются наиболее действенным фактором, влияющим на урожайность, эффективное плодородие почв и культур, а в полупустынной и пустынной - единственным гарантированным средством устойчивости сельскохозяйственного производства. Однако, в силу ряда причин, как объективных (дефицит поливной воды хорошего качества; ограниченность земельных ресурсов, орошение которых не вызовет негативных последствий и др.), так и субъективных (несоблюдение научно обоснованных рекомендаций при эксплуатации оросительных систем - завышение оросительных норм и доз удобрений; применение технологий орошения, не соответствующих почвенно-мелиоративным условиям и т.п.), орошаемое земледелие часто приводит к дестабилизации экологической обстановки на ООС и прилегающих к ним территориях.

Для успешного ведения земледелия на регулярно орошаемых землях всех категорий необходимо разработать адаптивные системы земледелия на основе комплексных мелиораций, которые обеспечат, наряду с получением планируемых урожаев, сохранение и повышение плодородия почв, высокую устойчивость агробиоценозов и стабильно благоприятную экологическую обстановку в агроландшафтах.

Адаптивно-ландшафтные системы (АЛС) обеспечивают такую организацию землепользования, которая органично вписывается в природные ландшафты, не ухудшает, а по возможности и улучшает их, обеспечивая сбережение ресурсов на основе оптимального сочетания основных угодий - пашни, лугов, пастбищ, леса, зеркала вод и применяемых технологий в многоукладном хозяйст-

ве (от малых крестьянских ферм до крупных агрофирм и кооперативов). Комплексная мелиорация всех угодий, включающая в себя (по необходимости) орошение, промывки, дренаж, агролесомелиорацию, противоэрозионные мероприятия, агрохимическое окультуривание полей, мелиорацию солонцов и другие приемы по рациональному использованию земель, выступает в качестве “технологической” начинки ландшафтного землеустройства и землепользования [1,8,9].

Анализ и системное обобщение работ [3,4,10,11,12,14] позволило выполнить районирование территории Калмыкии по величине энергопотенциала, рассчитанного в ГДж/га, необходимого для ликвидации и предупреждения деградационных процессов (рис. 1).

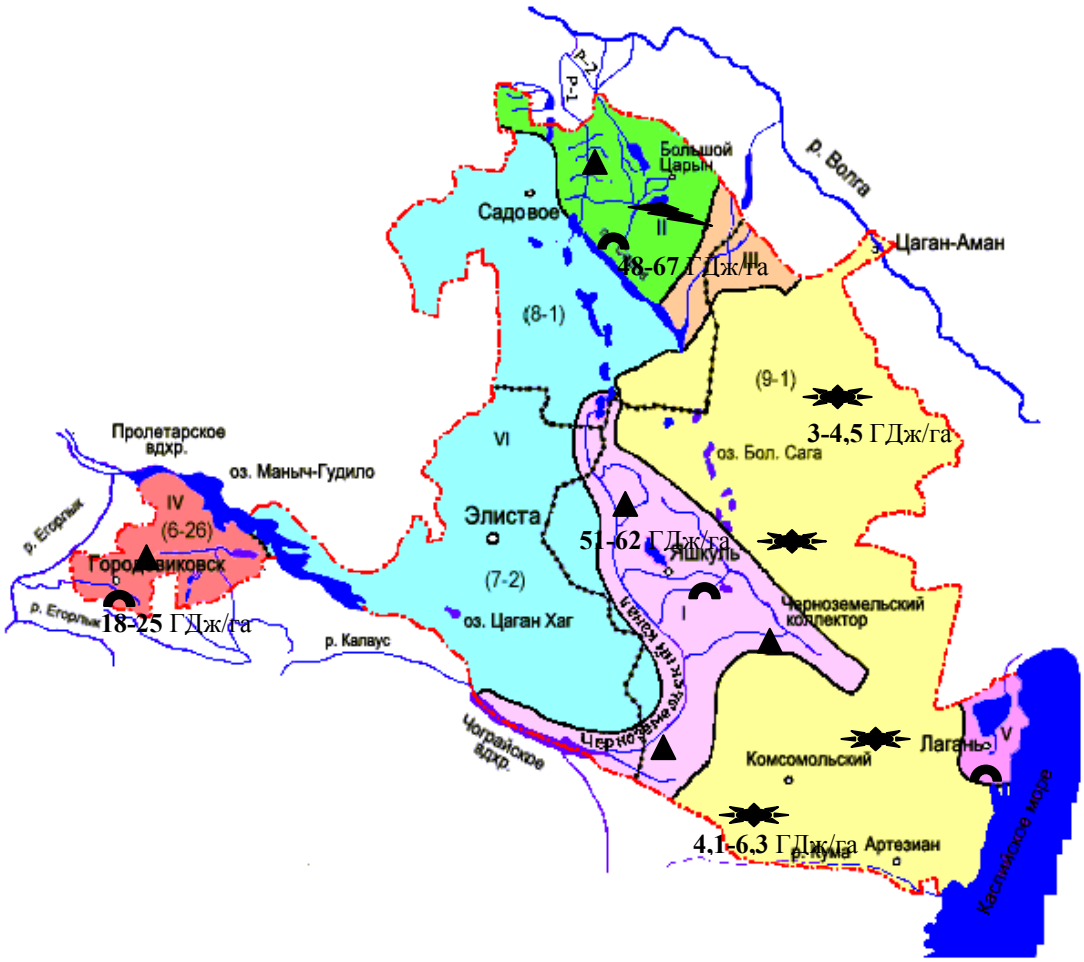
Оценка энергопотенциала выполнялась на основании анализа результатов экспериментальных исследований по влиянию комплекса мелиоративных мероприятий, включающего фитомелиорацию, по его воздействию на биоэнергопроизводительность мелиорирующей агроэкосистемы, что явилось основой для разработки технологий восстановления природно-ресурсного потенциала. Показано, что методы фитомелиорации позволяют улучшить агрохимические, агрофизические, агрогидрологические свойства почвы, а также обеспечивают сохранение и повышение их плодородия, что ведет к формированию устойчивого высокопродуктивного агромелиоландшафта.

Выполнена классификация фитомелиорантов, используемых для повышения природно-ресурсного потенциала, в зависимости от вида деградации сельскохозяйственных угодий и с учетом их отношения к экологическим факторам внешней среды (рис.2).

Установлено, что в качестве фитомелиорантов для улучшения деградированных пастбищных фитоценозов целесообразно использовать интродуцированные виды из местной дикорастущей флоры, такие как прутняк, житняки, камфоросма, терескен, волоснец, пырей и другие, адаптированные к аридным условиям.

Для фитомелиорации вторично засоленных земель выбраны нетрадиционные для условий Калмыкии сельскохозяйственные культуры-освоители (топинамбур, амарант, мальва, пажитник и другие), способные формировать высокие урожаи в условиях атмосферной засухи и гидроморфного водного режима.

Для улучшения мелиоративного состояния и повышения плодородия рисовых полей были выбраны культуры-мелиоранты - люцерна посевная, горчица сарептская, яровой рапс, подсолнечник, которые рационально используют остаточные после риса запасы влаги для формирования урожая, обогащают почву органическим веществом за счет дополнительного поступления в почву растительных остатков, повышают ее биологическую активность, улучшают фитосанитарное состояние полей, оказывают положительное влияние на рост, развитие и урожайность основной культуры севооборота – риса, снижают его засоренность и поражение растений вредителями и болезнями.



Условные обозначения:
обводнительно-оросительные системы:I - Черноземельская; II - Сарпинская; III -Калмыцко-Астраханская; IV - Право-Егорлыкская; V - Каспийская; VI - местный сток;
Природно-сельскохозяйственные зоны – степная, полупустынная, сухостепная, пустынная

- границы республики;
- оросительные обводнительные каналы
- природные лиманы и озера
- населённые пункты;
- границы ООС;
- границы природно-сельскохозяйственных зон;

- вторичное засоление; - подтопление;- заболачивание;

Рисунок 1 - Карта-схема районирования энергопотенциала (ГДж/га), необходимого для ликвидации и предупреждения деградационных процессов на территории Калмыкии

Формирование мелиоративного режима осуществляется на основе анализа природных условий и прогноза их изменения в результате антропогенного воздействия. Мелиоративный режим - это совокупность требований к регулируемым факторам почвообразования, обеспечивающим коренное улучшение и дальнейшее повышение плодородия почв, и получение заданного урожая определенных сельскохозяйственных культур.

Рисунок 2 - Классификация фитомелиорантов различных экологических групп, используемых для повышения природно-ресурсного потенциала в зависимости от вида деградации сельскохозяйственных угодий

Мелиоративный режим может быть благоприятным, когда в результате правильного орошения и выполнения всех мероприятий, входящих в систему земледелия, наблюдается рост плодородия почвы, и неблагоприятным – при ее засолении, осолонцевании и заболачивании. Одним из основных показателей мелиоративного режима в различных природно-климатических зонах является уровень грунтовых вод и связанные с ним интенсивность и направленность влаго-, соле-, теплопереноса. С этой целью при оценке состояния мелиоративного режима особое значение имеют многолетние режимные наблюдения за почвенно-мелиоративным состоянием орошаемых земель на оросительных системах Калмыкии [2,6,13,15]. Они позволяют выявить активность солевого обмена между зоной аэрации и зоной насыщения, установить закономерности формирования состава и минерализации грунтовых вод в зависимости от почвенного покрова, определить мощность и гидрохимическую структуру насыщения, и ряд других параметров, необходимых для оценки и выбора как гидротехнических мероприятий, обеспечивающих оптимизацию водно-солевых режимов почв и грунтовых вод, так и агротехнических, направленных на создание высокого плодородия орошаемых почв, а также экологических, обеспечивающих функционирование природных систем биосферы без отрицательных последствий (табл.3).

Таблица 3 - Значения основных показателей мелиоративного режима орошаемых почв по природным зонам Калмыкии

Показатели мелиоративного режима	Природно-сельскохозяйственные зоны			
	полупустынная		пустынная	
	светло- каштановые солонцеватые, бурые-полупустынные среднесуглинистые солонцеватые	бурые- полупустынные тяжелосуглинистые, их комплексы с солонцами пустынными	бурые- полупустынные среднесуглинистые, их комплексы с солонцами пустынными	бурые- полупустынные легкосуглинистые и супесчаные
Водный режим:				
пределы регулирования влажности корнеобитаемого слоя, в долях от НВ	0,75…0,80	0,75…0,90	0,75…0,90	0,70…0,90
пределы регулирования уровня грунтовых вод	>3	>3	>2	>1
интенсивность промывного режима почв	≤(0,1…0,15) Е	≤(0,1…0,20) Е	≤(0,1…0,20) Е	≤(0,1…0,20) Е
Солевой режим:				
pH	7,0…8,0	7,5…8,2	7,5…8,2	7,5…8,2
содержание легкорастворимых солей (0-40 см), %	0,2…0,4	0,4…0,6	0,4…0,6	0,4…0,8
емкость поглощения, мг-экв./100г почвы	10…15	10…15	18…24	8…18
в ППК,% Na	<5	5…10	5…10	<10
-в растворе Na/√Ca;	≤1,0 (1,5)	<1,0	1,2…1,5	1,2…1,5
- Na/√Mg;	≤01,0 (1,8)	≤1,0	1,5…2,0	1,5…2,0
минерализация поливной воды, г/л	0,3…0,7 (4…6)	0,5…1,8 (3…5)	1,2…2,0	1,2…2,0
Пищевой режим:				
содержание гумуса,%	2…3	1,8…2,5	1,8…2,5	1,5…2,5
P_2O_5, мг-экв./100г почвы	4…6	2…5	2…5	2…3
K_2O, мг-экв./100г почвы	20…40	20…60	40…70	25…30
Воздушный режим:				
пористость,%	44…48	44…48	42…46	42…46
Тепловой режим:				
температура почвы в период вегетации, ^{0}C	20…30	20…30	25…30 (40)	>30 (40)

Таблица 4 - Технологические параметры возделывания сельскохозяйственных культур на орошении в РК

Перечень с.-х. культур	Суммарное водо-потребление	Схема посева (посадки)	Междурядное расстояние, м	Допустимая продолжи-тельность за-топления, сут.	Требуемая глубина ув-лажнения поч-вы, м	Продолжи-тельность по-ливногопе-риода (начало-окончание)	Нормы поливов, тыс.м^3/га		Количество поливов	Оросительная норма, тыс.м^3/га	Биологическая урожайность, т/га
							Влаго-заряд-ковых	Вегетаци-онных			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зерновые и зернобобовые											
Яровая пшеница	4,5-5,5	-//-	-//-	-//-	0,4-0,8	10.5-10.07	0,7-1,0	0,5-0,8	5-6	3,8-4,2	8
Рис	10,0-13,0	-//-	-//-	100-120	0,4-0,8	1.05-20.08	-	-		10,0-17,0	10
Кукуруза	4,5-6,0	пунктирный	0,6-0,7	≤ 3,5	0,4-0,8	25.05-20.08	1,0-1,5	0,4-0,8	6-7	4,0-5,4	15
Кормовые											
Люцерна	7,5-8,5	рядовой и широкоряд	0,15 0,7	≤ 3 ≤ 3	0,6-1,2	13.05-20.09	1,0-1,5	0,5-0,9	8-10	5,3-7,0	25 (сено)
Суданка	4,8-6,0	рядовый	0,15	≤ 2	0,6-0,7	13.05-5.09	1,0-1,2	0,5-0,7	7-9	4,5-5,7	20
Кукуруза	5,4-7,4	пунктирный широкоряд	0,45 0,6-0,7	≤ 3,5	0,5-0,8	25.05-25.07	0,8-1,2	0,5-0,8	6-7	4,2-5,0	150 (сено)
Технические											
Подсол-неч-ник	4,5-5,5	пунктирный	0,7	≤ 2	0,5-0,8	17.05-5.08	0,8-2,2	0,4-0,8	7-8	4,2-5,0	100
Картофель	4,0-6,0	широкоряд	0,6*0,25 0,7*0,25	≤ 2	0,3-0,7	20.05-31.08	0,8-1,0	0,4-0,6	5-6	3,8-4,3	30
Овощебахчевые											
Томаты	5,5-7,4	квадр.-гнездовой	0,7*0,7 0,9*0,5	≤ 1	0,3-0,7	10.05-25.08	0,8-1,0	0,2-0,6	8-12	4,5-5,5	80
Лук	3,0-4,5	-//-	0,6-0,7	-//-	0,2-0,6	15.05-30.07	-//-	0,4-0,5	8-9	3,5-3,8	55
Арбузы	4,2-6,5	широкоряд-ный	1,8-2,0 1,4-1,1	≤ 1	0,5-0,6	25.05-20.08	1,0-1,2	0,3-0,6	9-11	5,0-6,0	100

Для повышения продуктивности мелиорируемых агроландшафтов и их экологически безопасного функционирования, учеными республики разработаны адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях, позволяющие получать до 20,0 т/га сена многолетних и до 18 т/га сена однолетних трав, а также овощебахчевых культур на уровне 50…80 т/га (табл. 4). Одним из основных направлений, помимо развития гидромелиорации и орошаемого земледелия, является увеличение природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных угодий за счет фитомелиорации опустыненных земель. К 2020 году намечено провести соответствующие мероприятия на площади 25 тыс.га.

Таким образом, опыт мелиорации земель в Калмыкии показал, что для повышения природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных земель перспективным направлением является применение комплексных мелиораций на основе фитомелиоративного подхода. Предложенные комплексы мелиоративных мероприятий дифференцированы для различных видов земель сельскохозяйственного использования.

Они обеспечивают создание оптимальных условий для повышения природно-ресурсного потенциала аридных экосистем и направлены на предупреждение опустынивания территорий, нивелирование комплексности почвенного покрова, снижение природной и антропогенной засоленности, солонцеватости и риска развития других негативных процессов. Для их практической реализации представлена классификация фитомелиорантов различных экологических групп, основанная на использовании закономерностей адаптивной стратегии продукционного потенциала, естественной средообразующей и средооптимизирующей функции растений. Разработаны и внедрены адаптивные ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях.

Список использованных источников

1. Борликов Г.М., Лачко О.А., Бакинова Т.И. Экология. Природопользование аридных территорий // Ростов-на-Дону, 2000. – 84 с.
2. Борликов Г.М., Оконов М.М., Чимидов П.П. Эколого-мелиоративные проблемы использования орошаемых земель в республике Калмыкия // Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России. Сб. науч. трудов. М. 2005 г. С 199-203.
3. Бакинова Т.И., Оконов, М.М. Пастбищные ресурсы аридных территорий: оценка состояния и использования – Элиста: изд-во Калм. ун-та, 2013 – 146 с.
4. Бегучев П.П. Естественная и искусственная растительность как средство биологической мелиорации солонцов на пастбищах и сенокосах// Мат. Международного Конгресса полуводству.- М., 1974. - С. 20.
5. Дедова Э.Б. Состояние и проблемы мелиоративного комплекса Республики Калмыкия //Инновационные технологии в мелиорации. Мат-лы междунар.науч-пр. конф. (Костяковские чтения). – М.: Изд. ВНИИА, 2011. - С. 46-51.
6. Дедова Э.Б., Бородычев В.В., Шуравилин А.В. Хозяйственно-мелиоративная оценка оросительных систем Республики Калмыкия //Мелиорация и водное хозяйство - 2011.- №4.- С. 11-13.
7. Демкин О.В., Адьяев С.Б., Дедова Э.Б., Сазанов М.А. Комплексное использование

водных ресурсов Республики Калмыкия// Монография - Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2006.- 200с.
8. Каштанов А.Н. Концепция ландшафтной контурно-мелиоративной системы земледелия// Земледелие. М., 1992, № 4, С. 2-4.
9. Кизяев, Б.М., Кирейчева, Л.В., Руднева, Л.В. Режимы комплексных мелиораций земель // Рекомендации Москва, РАСХН, 2000 г.- 63 с.
10. Ковда В.А. Проблемы с опустыниванием и засолением орошаемых почв / М.: 1984. – 301с.
11. Кулик К.Н., Петров, В.И. Древние очаги дефляции на Черных землях и возможности их фитомелиорации // Аридные экосистемы, 1999, - Т.5, - №10. - С. 57-64.
12. Лачко О. А. Фитоэкологические концепции и принципы в системе действий по борьбе с опустыниванием // Аридные экосистемы, 1995. - Т.1, - №1, - С. 16-21.
13. Руднева Л.В. Пути повышения эффективности и экологической безопасности орошения в Калмыкии // Мелиорация и водное хозяйство. – М. – 2000 - №4 – С. 40-42.
14. Шамсутдинов З.Ш. Учение о биосфере и биологическая мелиорация экологически дестабилизированных агроландшафтов// Материалы 7 науч-практ. конф. – Симферополь, 1998. С. 470-475.
15. Шматкин В.Ф. Состояние комплексных мелиораций на территории Калмыкии // Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии/ М.: Изд-во Моск. унив-та, 2000. С.166-169.

УДК 631.674:635.21

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА ЮГЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

[1]И.В. Дергачева[1],А.А. Новиков[1], В.В. Бородычев[2], В.М. Гуренко[2]
[1]ФГНБУ "ВНИИОЗ", г. Волгоград, Россия;
[2]Волгоградский филиал ФГНБУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова", г. Волгоград, Россия

Анализ современного состояния отрасли картофелеводства показывает, что к числу наиболее актуальных задач повышения эффективности производства относятся: подъем урожайности, улучшение семеноводства, использование новых перспективных пластических сортов, адаптивных к условиям возделывания, совершенствование зональных технологий, обработка посадок высокоэффективными препаратами для защиты от сорняков, болезней и вредителей. Необходимость ежегодного завоза семян картофеля ставит товаропроизводителей, в том числе и фермерские хозяйства, в экономическую и агротехническую зависимость. Нередко семена дорогие, не всегда желаемого ассортимента, низкого качества, поставляются позже оптимальных для региона сроков посадки. В целях снижения затрат производители должны использовать летние посадки не только в семеноводческих целях, но и при производстве продовольственного картофеля для зимне-весеннего потребления.

Благодаря длительному безморозному периоду, характерному для южных регионов, можно регулируя сроки посадки, найти условия, адаптивные для вегетации картофеля во второй половине лета и начале осени. В этом интервале времени ранние и средне-раннеспелые сорта реализуют сортовой потенциал

продуктивности, а полученные с урожаем клубни хорошо хранятся и при использовании в качестве семян не несут признаков южного вырождения. В Волгоградской области картофель выращивают на площади 1152 га в 13 районах. Средняя урожайность по области в 2013 году составила 30,4 т/га. Большую площадь занимает Городищенский район – 594 га.

Цель исследований– совершенствование агротехнических приемов возделывания картофеля летних посадок для получения высококачественного посадочного материала 20 – 25 т/га при эффективном использовании водных ресурсов.

Исследования проводили при орошении посадок картофеля капельным способом. В 2006-2013 годах в многофакторных опытах на землях Городищенского и Дубовского районов Волгоградской области при капельном орошении изучали влияние сроков посадки (фактор А), густоты посадки (фактора В) и условий водного питания (фактора С) на динамику роста, развития и формирования клубней картофеля сортов Ароза (Городищенский район) и Розара, Невский (Дубовский район).

Изучение сроков посадки клубней картофеля (фактор А) включало 4 варианта и проводилось по следующий схеме: вариант А1 – посадка клубней 1 июня; вариант А2 – посадка клубней 10 июня; вариант А3 – посадка клубней 20 июня; вариант А4 – посадка клубней 1 июля.

Схема опытов по изучению густоты посадки картофеля (фактор В) включает варианты: вариант В1 – норма посадки 50 000 шт./га; вариант В2 – норма посадки 60 000 шт./га.

Схема опытов по уровню водного питания (фактор С) предусматривала 3 варианта: С1–поддержание постоянного порога предполивной влажности почвы на уровне 70% НВ в течение вегетационного периода; С2 – поддержание постоянного порога предполивной влажности почвы на уровне 80% НВ в течение вегетационного периода; С 3 – поддержание постоянного порога предполивной влажности почвы на уровне 90% НВ в течение вегетационного периода.

Влажность почвы в опытах поддерживали в расчетном слое почвы 0.3 м до фазы бутонизации, далее в слое почвы 0,6м при орошении капельным способом.

На всех вариантах опыта рельеф, почвенные, гидрологические условия были идентичными. Требования репрезентативности, однородности почвенного покрова были соблюдены в соответствии с существующими методиками. Для исключения влияния почвенных разностей опыты закладывались в трехкратной повторности (рис. 1).

Общая площадь каждого опытного участка 2 га, учетная площадь единичных делянок 138м ^{2}. Форма и направление делянок, а также размеры защитных полос принимались в соответствии с требованиями общепринятых методик.

Режим орошения определялся в первую очередь складывающимися погодными условиями в период вегетации. В очень засушливом 2006 году было проведено на 2…4 поливов больше, чем в 2007 году. Кроме этого существенное

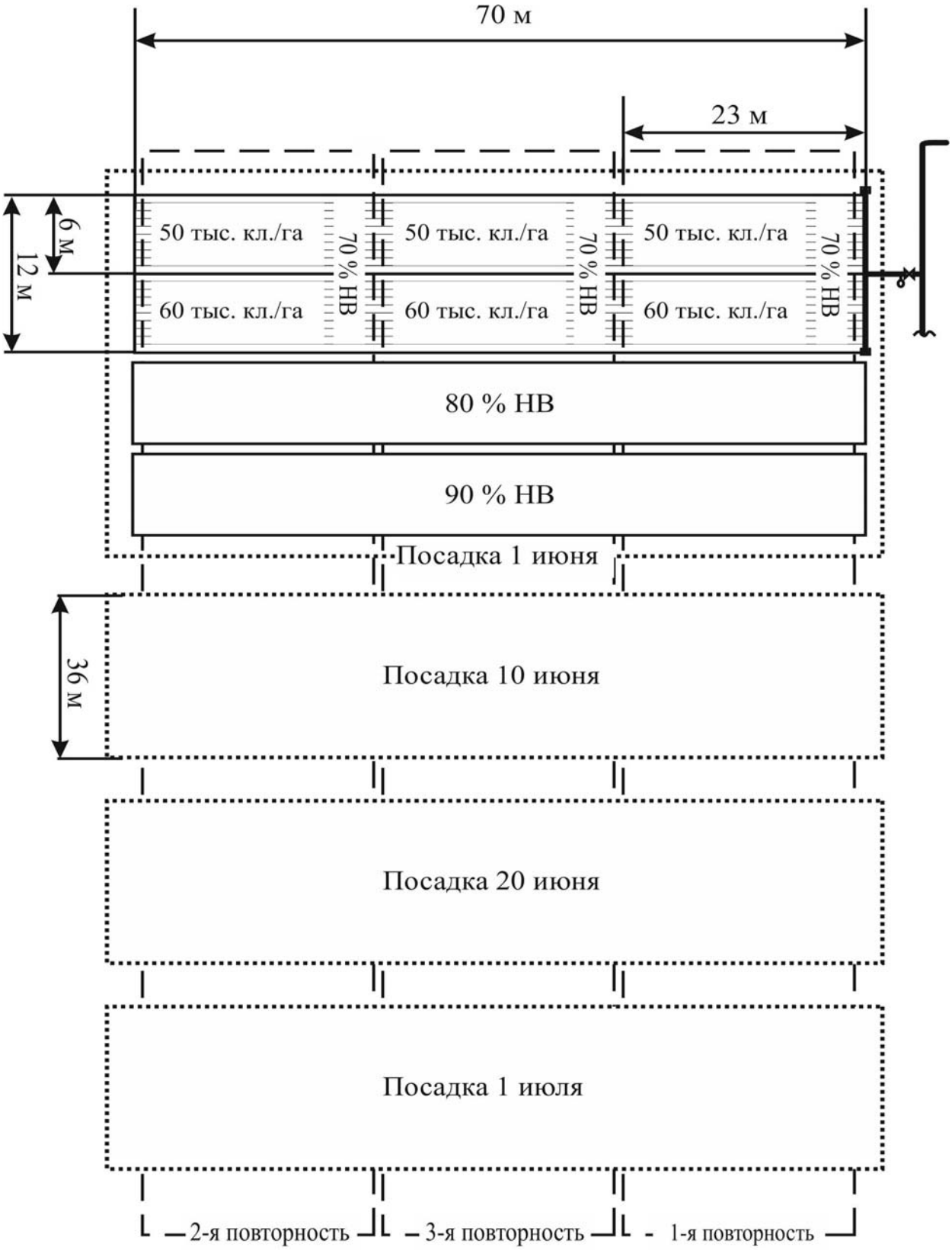


Рисунок 1 - Схема опыта на посадках картофеля сорта Ароза

влияние на поливной режим оказывал допустимый уровень снижения влажности почвы по фазам вегетации. В варианте с предполивным порогом влажности 90 % НВ и дифференцированной по фазам развития растений глубиной увлажнения проводилось в среднем на 15…20 поливов больше, чем при поддержании

более умеренного режима 70%, 80% НВ. Поливные нормы в зависимости от глубины увлажнения составляли 70 и 140 м3/га. Следовательно, с повышением уровня предполивной влажности почвы интенсивность проведения поливов возрастает, а продолжительность межполивных периодов сокращается.

Наибольшее количество влаги картофель потребляет на варианте, где порог предполивной влажности почвы в течение всего периода вегетации поддерживался на уровне 90 % НВ, а глубина промачиваемого слоя почвы дифференцировалась по фазам роста и развития растений от 0,3 до 0,6 м, и сроков посадки: 1, 10, 20 июня и 1 июля. Суммарное водопотребление в среднем за годы исследований в этом варианте опыта составило 3360…3447 м3/га. Поддержание порога предполивной влажности почвы 80 % НВ в слое 0,6 м на протяжении всего вегетационного периода картофеля сопровождалось снижением величины суммарного водопотребления до 3067…3227 м3/га. Таким образом, дифференцирование мощности активного слоя почвы в течение вегетационного периода увеличивает объем потребляемой посадками картофеля воды в среднем на 85…122 м3/га.

При поддержании более умеренного в нашем опыте режима орошения с предполивным порогом влажности 70 % НВ отмечен самый низкий из рассматриваемых вариантов общий расход влаги растениями. В среднем значения суммарного водопотребления посадками картофеля составили 2580…2977 $м^3$/га.

Существенное влияние на величину суммарного водопотребления картофеля в опыте оказали сроки посадки клубней. Так, при посадке 1 июня суммарное водопотребление в среднем за три года составило 2580$м^3$га при уровне предполивной влажности 70 %, а при посадке 1июля -2977$м^3$/га.

Наименьшие значения среднесуточного водопотребления – в среднем по годам проведения исследований 33,9…39,0 $м^3$/га – были отмечены на варианте, где предполивная влажность почвы поддерживалась на уровне 70 % НВ в слое 0,6м при посадке картофеля 1 июня. На вариантах, где водный режим почвы 80% НВ, суточный расход влаги картофеля возрастал до 37,1…39,7$м^3$/га. Повышение предполивного порога влажности до 90% НВ способствовало увеличению среднесуточного водопотребления до 37,5…39,5 $м^3$/га. Таким образом, повышение уровня водообеспеченности на вариантах с поддержанием предполивной влажности почвы 90% НВ в среднем за годы исследований на 2,0 % увеличило значения суточного расхода влаги посадками картофеля в сравнении с вариантами, где поливы проводились при снижении влажности почвы до 70% НВ.

Наиболее сильное влияние на величину среднесуточного водопотребления оказывали метеорологические условия и сроки посадки в период вегетации картофеля. Так, при посадке 1 июня среднесуточное водопотребление составило 33,9…37,5$м^3$/га, а при посадке 10 и 20 июня повысилось соответственно до 37,2…38,7 и 39…39,5$м^3$/га. Такая закономерность наблюдалась на всех без исключения вариантах полевого эксперимента.

В течение вегетационного периода изменение среднесуточного водопотребления наиболее полно согласуется с ходом накопления органической массы

посадок. В период от посадки до начала бутонизации среднесуточное потребление влаги посадками картофеля характеризуется сравнительно невысокими значениями в пределах 27,9…42,3 м³/га. В период «бутонизация – цветение » численные значения суточного потребления воды картофелем возрастали до 43,9…53,0м³/га. В дальнейшем интенсивность потребления влаги картофелем постепенно снижается, достигая в период усыхания ботвы 22,4…39,2 м³/га.

Исследованиями выявлено, что важными факторами, оказывающими влияние на продуктивность картофеля, являются водный режим почвы и сроки посадки.

Наибольшая урожайность была получена на участках, где клубни картофеля высаживали 20 июня при поддержании порога предполивной влажности почвы на уровне 90% НВ. При густоте посадки клубней 60 тыс/га урожайность составила 23.0…38.2 т/га, а при густоте посадки клубней 50 тыс/га урожайность была 17.5… 33.9 т/га. При поддержании порога предполивной влажности почвы 80% НВ на участках, где картофель высаживали в тот же срок, урожайность снизилась до 22.9…40.9 т/га при густоте посадки клубней 60 тыс/га и 17.3…34.2 т/га при густоте посадки клубней 50 тыс./га. А при поддержании порога предполивной влажности почвы 70% НВ урожайность была самой низкой и составила 16,2…27,9 т/га. На вариантах с более ранними сроками, 1июня и 10 июня, урожайность была ниже, в связи с погодными условиями.

Семенной материал, полученный с летних посадок, особенно наиболее поздних сроков, отличается существенно более низкой степенью вирусной инфицированности. Это объясняется меньшим числом механических обработок междурядий, а также малой численностью сосущих вредителей во второй половине лета. Более всего заметна связь между сроками посадки и фитопатологическим состоянием растений. В течение вегетации на всех вариантах опыта отмечены грибковые заболевания: фитофтороз, макроспориоз, фузариоз и вирусные: мозаика морщинистая, скручивание листьев и готика. Время появления болезней, распространенность и форма проявления сильно различались по вариантам. Выявлено, что растения ранних сроков посадки 1…10 июня сильнее поражались болезнями, чем более поздних 20 июня и 1 июля, соответственно на 22..25%. На вариантах 1 и 2 формы проявления болезней были тяжелыми, инфицирование проходило быстро. Так, в частности, массовое фузариозное увядание охватило посадки 1…10 июня в течение 2..4 дней.

На вариантах 3…4 преобладала слабая форма скручивания листьев, единичные растения поражались аукуба мозаикой. Степень тяжести проявления по визуальным наблюдениям отнесена к легкой и средней.

Что касается израстания, то картофель посадки 20 июня и 1 июля этому процессу не подвергался, в то время как в продукции ранней посадки 1…10 июня после хранения выявлено 1,5…4,2% клубней с «детками».

Для сравнения вариантов, при уборке определяли массу клубня и величину товарной части урожая. Сроки посадки картофеля оказывали влияние на товарность урожая. Положительная роль более поздних сроков посадки очевидна. Количество стандартной продукции на вариантах 2, 3, 4 (94,4…95,3%) больше,в

сравнении с вариантом 1 (75,3…85,0%).

Разница очень существенна в первый год использования завозных семян (2006 г). При последующем репродуцировании летними посадками и ростом товарности продукции на всех вариантах опыта разница становится меньше, однако закономерность сохраняется. Масса товарного клубня при посадке 1 июля наибольшая и составляет 92,6 … 96,4 г, при первом сроке посадки 1 июня она ниже (79,3…90,1 г).

Перенесение посадки с 1 июня на конец месяца или июль (вариант 3, 4) сопровождалось улучшением хозяйственных полезных качеств картофеля, количество крахмала увеличивалось на 1,39…2,22% .

Картофель, выращенный летними посадками в срок 1 июня…1 июля с интервалом в десять дней и густоте раскладки клубней 50…60 тыс./га, является экологически безопасным. Подтверждением тому количество токсинов в продукции, которое ни разу в течение ряда лет исследований ни на одном из вариантов (44,7...50,0 мг/кг нитратов) не превысило допустимую санитарную норму по содержанию в клубнях NO_3 (220 мг/кг).

Таким образом, оптимальный срок посадки картофеля летом 20 июня -1 июля, а густота 60 тыс. клубней на 1 га. Это позволяет продлить срок использования завозных семян и, соответственно, существенно снизить ежегодные затраты, связанные с их приобретением и транспортировкой.

Инвестирование проекта производства клубней картофеля летними посадками при капельном орошении экономически выгодно. При густоте посадки картофеля 60 тыс.шт./га 20 июня экономическая эффективность превышает 331,6%, а при густоте посадки 50 тыс.шт./га в эти же сроки эффективность возделывания картофеля составляет 361,2%.

УДК 556.182

МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ОБЪЕКТОВ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СКИОВО

Ю.П. Добрачев, А.Л. Бубер, Л.В. Кирейчева, М.В. Лурье, П.И. Пыленок
ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова", г. Москва, Россия

Определяющая роль водных ресурсов в развитии сельских территорий, производстве сельскохозяйственной продукции и обеспечении продовольственной безопасности России отражена в стратегических ориентирах развития водохозяйственного комплекса. В настоящее время инновационное социально-ориентированное развитие АПК в значительной мере обусловлено решением стратегических задач целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах», мероприятия которой реализуются в рамках Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейнов рек [1].

В этой связи детализация требований к составу и содержанию методиче-

ских документов по обеспечению водными ресурсами мелиоративных систем, согласованных с требованиями к структуре Схем, становится приоритетным направлением совершенствования научно-методической базы разработки бассейновых схем водных объектов.

Концепция оценки обеспеченности водными ресурсами агропромышленного комплекса Российской Федерации, объема и качества возвратных (сбросных) вод, сформирована в следующих директивных документах:

- Водный кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006 г. № 74-ФЗ;
- Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 г.;
- План мероприятий по реализации Водной стратегии на период до 2020 г.;
- Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» (с изменениями от 2003, 2004, 2006 и 2008 гг.).

Водопользование агропромышленного комплекса имеет ряд особенностей: выраженную сезонность водопотребления, особые требования к качеству воды, значительные объемы сброса дренажных вод. Антропогенное воздействие АПК может привести к дефициту водных ресурсов в маловодные годы в регионах с развитым орошаемым земледелием, к изменению водного режима почв агроландшафта и водных объектов, подтоплению и засолению земель, а также к загрязнению водных объектов.

Агропромышленный комплекс России является одним из крупнейших потребителей водных ресурсов. Объем забора воды объектами АПК составляет 20 км^3. По состоянию на 01.01.2012 г. объем забора и сброса сточных и дренажных вод гидромелиоративными системами АПК общей площадью 9 млн. га (4.3 млн. га – орошение, 4.7 млн. га – осушение) составляют 15,1 км^3 и 12,2 км^3 соответственно (данные 2-го этапа инвентаризации Минсельхоза России за 2011 г). Это приблизительно 15-20% от всех забираемых и сбрасываемых вод в России.

В настоящее время из имевшихся в 1990 году 6 млн. га земель регулярного орошения в России числится орошаемыми около 4,3 млн. га, из которых фактически поливается менее 2 млн. га. Поэтому первоочередной задачей развития орошения на перспективу до 2020 года является восстановление орошаемых земель, реконструкция и техническое перевооружение оросительных систем.

Основной задачей СКИОВО является разработка инструментария принятия управленческих решений для достижения устанавливаемых Схемами целевых показателей использования водных ресурсов, качества воды водных объектов и уменьшения негативных последствий воздействия вод рассматриваемого речного бассейна. Однако, в составе СКИОВО недостаточно проработаны вопросы влияния предприятий АПК на количественные, качественные показатели водных объектов и состояние водных экосистем. В частности, слабо прорабатываются вопросы экономии воды, утилизации коллекторно-дренажного стока с оросительных систем, влияние осушительных систем на водные объекты и прилегающие территории. Целевые показатели не учитывают требования водных мелиораций территории, которые должны также обеспечивать устойчивое

функционирование водных экосистем в границах речного бассейна.

В этой связи, рассмотрение вопросов рационального водопользования и выработка программы мероприятий в составе СКИОВО по развитию водохозяйственного комплекса АПК является актуальным направлением исследований, которые должны быть использованы для научно-методического обоснования разделов СКИОВО в части обеспечения водными ресурсами агропромышленного комплекса (АПК) Российской Федерации при планировании водохозяйственных и водоохранных мероприятий.

Основными потребителями водных ресурсов в агропромышленном комплексе являются: орошаемое земледелие (водные мелиорации), водоснабжение сельского населения, обеспечение водопоя скота, производство и переработка сельскохозяйственной продукции, создание условий для рыбоводства на внутренних водоемах.

Водохозяйственными сооружениями ежегодно забирается из водных объектов и подается на нужды АПК более 20 км^3 водных ресурсов, что составляет 27% в структуре использования воды другими потребителями. Объем водоотведения с сельскохозяйственных угодий и систем составляет более 12 км^3 (Ежегодный доклад Минсельхоза РФ, 2013г.). Расчетный суммарный объем воды на производственные нужды АПК составляет порядка 18 км^3.

Водообеспечение сельского населения, исходя из его численности и нормативов водопотребления при централизованном водоснабжении сельского населения и без него, требует водных ресурсов свыше 2 км^3 в год. На водопой скота по укрупненным расчетам около 1,5 км^3 воды. Потребность в воде для нужд переработки сельскохозяйственной продукции в сельской местности и создания условий для рыбоводства на внутренних водоемах ориентировочно около 1,5 км^3.

Современное решение проблемы научно-методического обоснования вариантов обеспечения водными ресурсами производственных объектов АПК сформировано на основе бассейнового и ландшафтного подхода к комплексному обустройству территорий, направленного на рациональное использования природно-ресурсного потенциала региона, его поверхностных и подземных вод.

Эффективная реализация данной методологии требует привлечения современных информационных технологий сбора, накопления и систематизации региональных данных ландшафтного и бассейнового описания источников водных ресурсов, почвенно-климатических, гидрологических и гидрогеологических условий, организованных в ГИС, позволяет создать информационный базис для решения актуальных и перспективных задач водоресурсного обеспечения гидромелиоративных систем, включая задачи надежности производства продукции и безопасности эксплуатации.

С этой целью «Рекомендации по разработке требований к составу, объему и уровню детализации исходных данных на примере регионов-аналогов», являющиеся составной частью выполненной научно-исследовательской работы, устанавливают совокупность требований к исходной информации для Схем в части обеспечения водными ресурсами агропромышленного комплекса (АПК)

Российской Федерации.

Рекомендации определяют состав, объем и уровень детализации исходных данных, обеспечивающих возможность физико-географического и ландшафтного районирования, а также морфометрического анализа водосборов с учетом природно-климатических условий, гидрологической информации путем применения картографического метода моделирования и ГИС технологии. Рекомендации включают технологии картографического моделирования пространственно распределенных объектов и математико-логических операций с их атрибутивными характеристиками, включая гидрологические, почвенно-климатические, геоморфологические данные, организованные в виде цифровой картографической базы исходных данных регионального уровня по водным и земельным объектам, критериям их принадлежности к бассейну, агроландшафту, административно-территориальной единице.

Рекомендации предназначены для использования Федеральным агентством водных ресурсов (Росводресурсы) и его территориальными органами, Минсельхозом России и его территориальными управлениями, иными органами и организациями, обеспечивающими сбор и подготовку исходной информации и расчет водохозяйственных балансов (ВХБ) для СКИОВО в части обеспечения водными ресурсами агропромышленного комплекса Российской Федерации.

В качестве регионов-аналогов в НИОКР рассматривается территория двух областей, характерных для развития мелиорации в Европейской части России: Волгоградской и Рязанской, которые принадлежат к северной и южной частям зоны рискованного земледелия, имеют значительный фонд мелиорируемых земель, нуждающихся в обеспечении водными ресурсами для регулярного и лиманного орошения (Волгоградская область), для выборочного орошения влаголюбивых культур (Рязанская область) и сброса дренажных вод со значительных площадей осушаемых угодий.

В соответствии с утвержденным Росводресурсами водохозяйственным районированием на территории Рязанской области полностью или частично расположены 8 водохозяйственных участков бассейнов р. Оки (приказ от 26 мая 2008 г. № 95) и 2 водохозяйственных участка бассейна р. Дон (приказ от 26 мая 2008 г. № 100).

На территории Волгоградской области расположены 14 водохозяйственных участков бассейна р. Дон (приказ от 26 мая 2008 г. № 100) и 7 водохозяйственных участков бассейна р. Волги (приказ от 26 мая 2008 г. № 94).

Разработанные на следующем этапе «Рекомендации по определению в границах региона актуальных мест и допустимых объемов водозабора (изъятия) водных ресурсов и сброса сточных и дренажных вод основными водопользователями АПК» раскрывают территориальные и количественные аспекты обеспечения водными ресурсами объектов АПК на региональном уровне в рамках планируемого и регулируемого СКИОВО водопользования.

Также приведены рекомендации по выполнению водобалансовых расчетов по водным объектам (источникам водных ресурсов), учитывающих водопользование объектами мелиорации. Даны примеры состава и характеристик

исходной информации, в том числе по водопотребителям АПК, результаты расчетов водохозяйственных балансов по водохозяйственным участкам областей-аналогов, принадлежащих бассейнам рек Оки, Волги и Дона, их анализ с целью принятия решений по достижению заданных показателей качества воды и эффективности ее использования.

Прогнозную оценку пространственного распределения водоресурсного потенциала рекомендуется выполнять с использованием ГИС технологий, используя, кроме основных официальных информационных ресурсов, дополнительные интернет-ресурсы (карты, актуальные космоснимки ДЗЗ, метеорологические и гидрологические данные). На примере Рязанской области выполнена оценка пространственного распределения водоресурсного потенциала (для маловодного года) по водохозяйственным участкам на основе результатов водобалансовых расчетов и данных гидрографических и гидрогеологических карт.

При разработке методов выполнения водобалансовых расчетов и определении ограничений изъятия стока рек и сброса сточных и дренажных вод учитываются положения «Методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов» и «Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты».

Водобалансовые расчеты выполняются по принятым Росводресурсами водохозяйственным участкам и приведены для рек Оки, Волги и Дона на территории Рязанской и Волгоградской областей по материалам СКИОВО бассейнов рек Оки (ЗАО ПО «Совинтервод», 2010 г.), Волги (ООО «ВЕД», 2012 г.), Дона (СевКавНИИВХ, 2012 г.).

Предложены «Методы прогнозных расчетов водного режима и продуктивности земель, расположенных на различных ландшафтных катенах водосборов, до и после реализации водных мелиораций». Антропогенное воздействие на окружающую среду измеряется не только величиной используемых природных ресурсов, но и его опосредованным влиянием на все компоненты природной системы. Поэтому необходимо рассматривать не только сам ресурс и его источник, но весь природно-территориальный комплекс, бассейн, ландшафт, для которых применимо понятие комплексного использования природных ресурсов.

Показатели хозяйственной деятельности тесно связаны с ресурсными и экологическими возможностями природных систем. Возможность размещения объектов водных мелиораций (оросительных и осушительных систем) определяется комплексом природных условий: рельефом местности, климатическими параметрами, почвенным покровом, гидрогеологическими и хозяйственными условиями.

Ограничения развития гидромелиорации связаны с ресурсными возможностями (наличием соответствующего мелиоративного фонда и располагаемых водных ресурсов) и природоохранными (экологическими) требованиями. Размещение гидромелиоративных систем на территории агроландшафта возможно в пределах мелиоративного фонда, включающего земли, нуждающиеся в орошении, земли пригодные для выборочного орошения влаголюбивых культур и

земли, нуждающиеся в осушении.

Ресурсные ограничения развития орошения, особенно в южных районах России связаны с наличием водных ресурсов и оросительной способностью водоисточника в вегетационный период, тем более, что потребности в воде на хозяйственно-бытовые и производственные нужды удовлетворяются в первую очередь, а выделение воды на орошение может производиться по остаточному принципу.

Оценка ресурсных и экологических ограничений размещения оросительных и осушительных систем выполняется на основе моделирования водных потоков в агроландшафте. Математические модели (уравнения математической физики), описывающие линейный каскад сопряженных фаций и образующих ландшафтно-геохимическую катену, являются как минимум двумерными, учитывающими как вертикальные, так и латеральные в направлении водотока, поверхностные и грунтовые потоки воды и движущихся с ними веществ. Учет разного высотного положения фаций, образующих катену, позволяет рассчитать динамику поверхностных и подземных водных потоков и их взаимодействие (впитывание, напорное питание подземных вод и др.). Для упрощения описания движения воды проводится вертикальная декомпозиция задачи - все пространство на выделенной территории разбивается на слои: приземный слой атмосферы, поверхность земли, ненасыщенная зона почвы, насыщенная зона грунта, зоны напорных движений. В каждом из слоев для описания процесса движения воды используются модели различной размерности.

Подземный сток, происходящий в трех вертикальных слоях (ненасыщенной зоне, насыщенной зоне и в напорных горизонтах) является важным фактором, определяющим функционирование всего агроландшафта. Процессы, происходящие в корнеобитаемом слое ненасыщенной зоны, имеют первостепенное значение для продуктивности агроценозов и природных экосистем.

Для оценки продуктивности выращиваемой растениеводческой продукции на орошаемых землях учитываются три группы факторов, на основе которых строится технологический процесс управления орошением. Первую группу факторов составляют природные и агротехнические условия, включающие почвенные, метеорологические и гидрологические факторы, севообороты, состав сельскохозяйственных культур, сроки проведения основных агротехнических мероприятий и др. Ко второй группе относятся конструктивно-технологические факторы, включающие тип и конструкцию оросительной сети, насосной станции, поливной техники, наличие и мощности дренажной системы. Третья группа включает организационно-технологические факторы, в том числе ресурсное обеспечение – наличие трудовых ресурсов, воды, средств управления технологическими процессами.

Рассмотрены сценарии развития мелиорации с учетом прогнозов влияния внешних условий на возможность их реализации. Формализована технология определения региональных схем размещения мелиоративных систем, водозаборов и водосбросов, а также последовательность выполнения расчетов.

Низкая конкурентоспособность и недостаточная инвестиционная привле-

кательность агропромышленного комплекса России привели в конце прошлого века к резкому падению производства сельскохозяйственной продукции. Ситуация с АПК стала критической для продовольственной безопасности страны в связи с сокращением собственного производства мяса, молока, зерновых, при ориентации на импорт сельскохозяйственной продукции.

При оптимизации вариантов инвестирования капиталовложений в гидромелиорацию важнейшее значение, как показывает практика, имеют задачи территориального размещения инвестиций в мелиорацию земель. Особенностью решения задачи размещения капитала в объекты АПК является доминирующая роль неперемещаемых ресурсов, накладывающих специфические ограничения на ее решение: земли, нуждающиеся в водных мелиорациях (пригодные для орошения и/или осушения); водные ресурсы для орошения и водоприемники для сброса дренажных вод; ресурсы климата (температура, осадки, продолжительность вегетационного периода и др.); существующая инфраструктура.

Однако, без возрождения мелиорации в России невозможно стабилизировать кормопроизводство и овощеводство. Существующие мелиорируемые земли ввиду их недостаточного количества в настоящее время не могут заметно повлиять на устойчивость кормовой базы в стране. Доля кормов, поступающих с орошаемых земель, не превышает 10% от общей потребности кормов в Российской Федерации.

Для предварительной вариантной оценки доступности водных ресурсов для земель, нуждающихся в орошении/осушении или иного водопотребителя АПК, энергетические затраты на доставку воды к месту локализации гидромелиоративной системы могут иметь решающее значение. Данный показатель должен связывать параметры источника водных ресурсов (геодезические отметки, объем допустимого изъятия воды из водоисточника, продолжительность работы транспортирующей системы в течение года) и положение места водовыдела (геодезические отметки, расстояние от водоисточника до точки водовыдела).

Разработана формализованная теоретическая основа формирования множеств сценариев развития гидромелиорации. Признано достаточным для формирования такого множества описание существенных для дальнейшего ранжирования сценарных характеристик, учитывающих состояние внешней среды, в том числе шаг изменений и диапазон допустимых значений этих характеристик, который определяется прогнозом изменения внешних факторов.

Разработанные методики ориентированы на использование математического моделирования и ГИС технологий. Рекомендовано, кроме официальных информационных ресурсов, использовать дополнительные интернет-ресурсы, крупномасштабные карты, актуальные космоснимки ДЗЗ, метеорологические, гидрологические и гидрогеологические данные.

Выполненные исследования позволили разработать: «Методы расчета энергетических затрат доставки воды от водоисточника до мест локализации объекта мелиорации и районирование агроландшафта на примере регионов-аналогов».

В работе исследованы методы расчета энергетических затрат доставки воды от водоисточника до мест локализации объекта мелиорации и выполнено районирование агроландшафта по критерию доступности водных ресурсов на примере регионов-аналогов.

С целью выбора оптимальных решений построены картограммы доступности водных ресурсов для сельскохозяйственных угодий в зависимости от их географического положения в бассейне, структуры речной сети и объемов водопотребления (сброса) и выполнено районирование территории региона по величине энергозатрат.

Выполненные исследования позволили решать задачи оптимизации размещения восстанавливаемых и вновь строящихся мелиоративных систем с учетом затрат на доставку воды от водоисточника до мест локализации мелиоративных систем и создают необходимый базис для разработки вариантов перспективных схем территориального размещения мелиоративных систем, водозаборов и водосбросов. В исследованиях использованы методы картографического моделирования, ГИС-технологии и соответствующее программное обеспечение.

В работе представлены результаты исследований по подготовке рекомендаций по определению потребности мелиоративных систем в водных ресурсах в настоящее время и на перспективу; оценке допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты в плане изъятия воды и сброса дренажного стока, формированию функционально - технологической схемы размещения мелиоративных объектов.

Разработанное научно-методическое обоснование в составе комплекса рекомендаций определяет порядок:

- расчета потребности в водных ресурсах (в настоящее время и на перспективу) для орошаемых агроландшафтов при использовании энергетических оценок формирования продуктивности последних, с учетом надежности (обеспеченности) дефицита водопотребления сельскохозяйственных культур, базирующейся на динамике метеорологических и гидрологических характеристик агроландшафта;
- назначения допустимых заборов (изъятий) водных ресурсов, сбросов сточных вод и/или дренажных вод, привноса химических и взвешенных веществ в водные объекты мелиоративным комплексом АПК;
- формирования функционально-технологической схемы размещения мелиоративных объектов в границах водосбора и схемы их обеспечения водными ресурсами.

«Рекомендации по оценке экологических и ресурсных ограничений на базе моделирования водных потоков в агроландшафте» включают методическое обоснование допустимых антропогенных нагрузок на источники водоснабжения, на основе анализа результатов исследований гидрологических характеристик поверхностных и грунтовых вод на водосборе (бассейне) реки. Рекомендации предназначены для обоснования допустимых антропогенных нагрузок на водные объекты при обеспечении водными ресурсами объектов АПК в рамках плани-

руемого и регулируемого СКИОВО водопользования. В качестве примеров приведены результаты анализа состояния поверхностных и подземных вод (источников водных ресурсов Рязанской и Волгоградской областей), учитывающие водопользование объектов АПК за последние годы и существующие антропогенные нагрузки на водные объекты. Рассмотрены методические вопросы оценки ресурсных и экологических ограничений водопользования, воздействия на водные объекты дренажного стока с осушаемых земель и возвратных вод с оросительных систем.

При определении ресурсных и экологических ограничений водопользования за основу приняты нормативы привноса химических веществ и микроорганизмов в водные объекты и нормативы допустимого изъятия стока поверхностных водных объектов, устанавливаемые Методическими указаниями по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты, утвержденными МПР РФ.

В заключении даны Предложения по усовершенствованию и дополнению разделов Схем комплексного использования и охраны водных объектов для обеспечения водными ресурсами агропромышленного комплекса регионов-аналогов, которые должны разрабатываться с учетом перспектив развития и размещения гидромелиорации, совершенствования структуры водного хозяйства АПК, сохранения и воспроизводства водного потенциала.

Список использованных источников

1. Отчет о НИОКР ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии № 10-НИОКР/2-9-2012 по базовому проекту 12фцп–М4-04 «Разработка научно-методического обоснования разделов схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) в части обеспечен ни водными ресурсами агропромышленного комплекса (АПК) Российской Федерации», этапы 1-8, М. 2014, ФГБУ «Центр Развития ВХК», регистрационный номер 01201361147 в ФГАНУ «ЦИТиС».

УДК 631.6

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРИТЕЛЬНОГО МЕЛИОРАНТА НА ПЛОДОРОДИЕ И УРОЖАЙ

К.Н. Евсенкин, С.В. Перегудов, А.В. Нефедов, А.В. Фомкин, Н.А. Иванникова
Мещерский филиал ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова", г.Рязань, Россия

В Мещёрской низменности мелиорируемые земли в основном представлены дерново-подзолистыми (низкого уровня плодородия) и торфяно-болотными, потенциально плодородными, но экологически неустойчивыми к сработке органического вещества (торфа) почвами. Как первый почвенный тип, так и второй требует научного подхода к их использованию в практике сельскохозяйственного производства [1, 2].

Торфяные почвы под действием осушения и при длительном и интенсивном использовании деградируют, превращаясь в мало продуктивные агрозёмы.

Усиление антропогенной нагрузки на почвенный покров отрицательно сказывается на протекании физико-химических и биологических процессов. При этом коэффициент гумификации может снижаться в 1,5-2,0 раза. В свою очередь уменьшается и содержание органического вещества (гумуса), что ведёт к разрушению структуры, развитию уплотнения и в целом к снижению плодородия.

Улучшение плодородия лёгких минеральных почв связано с обогащением пахотного слоя органогенными носителями (навоз, торф, сапропель, солома и др.) с одновременным внесением минеральных удобрений. Эти мероприятия позволяют повысить ёмкость поглощения, сорбционную способность, порозность, водоудерживающую способность и т.д. Кроме того, распад органического вещества под действием почвенных микроорганизмов - бактерий и грибов - образует перегнойные продукты биологического синтеза, что в свою очередь, обогащает почву азотом и питательными веществами.

Опытный участок находится на мелиорируемых землях ОПХ «Полково» Рязанского района Рязанской области. Он осушен в 1962 году и используется в полевом севообороте. Ранее объект был представлен маломощными торфяными почвами. Осушается объект открытой сетью каналов, уровень грунтовых вод в среднем за вегетацию составляет 60 – 150 см от поверхности. Длительность эксплуатации объекта составляет 49 лет, в настоящее время он представлен сработанными торфяными почвами, которые можно отнести к отделу агроземов двух разновидностей: минерального и перегнойно-минерального.

Агрохимические показатели участка следующие: pH- 5,0; подвижный фосфор- 23,3 и обменный калий- 7,15 мг на 100 г почвы. Объёмная масса почвы 1,1-1,2 г/см^3. Почва опытного объекта средне кислые, имеют высокое содержание подвижного фосфора и низкое содержание обменного калия.

Поддержание оптимальной влажности почвы 65-75% от полной влагоёмкости на опытном участке осуществляли поднятием уровня грунтовых вод и поддержанием его в пределах 70-80 см от поверхности почвы. Это обеспечивалось подъёмом вод в сбросном канале при закрытии шлюза-регулятора.

Состав нового органоминерального удобрительного мелиоранта (ОУМ) следующий: полова – 50%; навоз – 15%; торф низинный хорошо разложившийся – 30%; NPK – из расчета азота – 30 , фосфора – 45 и калия – 60 кг д.в. на гектар; медь – из расчета 25 кг медного купороса на гектар и известь 3 тонны на один гектар.

Культурой реагентом является вико-овсяная смесь на зеленый корм. Схема полевого опыта предусматривает систематическое размещение вариантов в трехкратной повторности в одном ярусе [3]. Размер опытных делянок составляет 25 м^2.

Схема вариантов полевого опыта следующая: 1 - контроль без удобрений; 2 - N_{30} P_{45} K_{60} (фон); 3 - фон + ОУМ 40т/га; 4 - фон + ОУМ 60т/га; 5 - фон + ОУМ 80т/га

В результате внесения органоминерального удобрительного мелиоранта в почву изменились её агрохимические показатели (плодородие повысилось):

усилилось азотное питание, уменьшилась кислотность, увеличилось содержание органического вещества и общего азота. Эти изменения отмечаются и на третий год после внесения удобрительной смеси. Так, из таблицы 1 видно, что кислотность почвы уменьшилась с pH 5,0 на контроле до 5,4 на варианте фон + ОУМ 80т/га. Органическое вещество возросло с 9,04% (контроль) до 9,86; 11,53; 12,34% соответственно внесению дозы ОУМ 40; 60; 80 т/га. Количество общего азота коррелировало с количеством органического вещества и также возрастало с 1,8% на контроле до 2,6% на варианте фон + ОУМ 80 т/га.

Таблица 1 -Агрохимические показатели почвы на третий год (2013г.) после внесения удобрительного мелиорантав слое 0-20 см

Вариант	Органическое вещество, %	pH	Азот общий,%	P_2O_5 мг/100г	K_2O мг/100г
Контроль	9,04	5,0	1,8	23,3	7,1
Фон (N_{30} P_{45} K_{60})	8,91	5,0	1,5	24,5	7,2
Фон+40 т/га	9,86	5,1	1,9	26,7	7,3
Фон+60 т/га	11,53	5,2	2,3	27,5	7,6
Фон+80 т/га	12,37	5,4	2,6	28,8	7,7

По данным таблицы 1 видно и небольшое увеличение подвижных форм фосфора и калия. Фосфора с 23,3 мг/100 г на контроле, до 26,7; 27,5; 28,8мг/100г соответственно вариантам фон + 40,+ 60, +80 т/та. Калия с 7,1 мг/100 г до 7,3; 7,6; 7,7 мг/100 г соответственно вариантам: фон + 40,+ 60,+ 80 т/та.

В результате повышения содержания органического вещества повысилось содержание нитратного и аммиачного азота, что происходит при превращении азота органических соединений в неорганические ионы аммония и нитратов. Такие изменения происходят под действием микроорганизмов следующим образом: органический азот → аммиак → нитрит → нитрат. Содержание в почве аммиачного и нитратного азота является основной минеральной азотной пищей для растений. Поэтому особенно важна их динамика в вегетационном периоде. Динамика образования аммиачного и нитратного азота показана в таблице 2.

Таблица 2 -Динамика аммиачного и нитратного азота по вариантам опыта в слое 0 -20 см, мг/100 г почвы, 2013 г.

Вариант	май		июнь		июль	
	NH_4^-	**NO_3^-**	**NH_4^-**	**NO_3^-**	**NH_4^-**	**NO_3^-**
Контроль	1,2	4,9	0,1	0,5	0,33	3,1
Фон($N_{30}P_{45}K_{60}$)	1,1	4,9	2,2	1,9	0,39	3,0
Фон+40 т/га	1,8	5,6	10,3	4,0	0,37	3,7
Фон+60 т/га	2,9	6,0	15,8	9,3	0,41	7,0
Фон+80 т/га	3,1	8,0	19,3	9,6	0,43	8,3

По данным таблицы 2 видно, что наибольшее количество как аммиачно-

го, так и нитратного азота отмечается в июне месяце. Особенно это заметно на вариантах с внесением удобрительного мелиоранта по сравнению как с контролем, так и с фоном. Так на контроле и фоне содержание аммиачного азота составляло соответственно 0,1; 2,2 , а нитратного 0,5 и 1,9 мг/100 г почвы, тогда как на вариантах с внесением ОУМ эти показатели были намного выше и составляли соответственно увеличению дозы ОУМ + 40, + 60, + 80 т/га - 10,3; 15,8; 19,3, а по нитратному азоту - 4,0; 9,3; 9,6 мг/100 г почвы. В другие месяцы (май, июль) увеличение содержания аммиачного и нитратного азота при внесении удобрительной смеси сохраняется, но менее выражено по сравнению с июнем.Очевидно, это связано с благоприятными условиями, сложившимися в этом месяце для его образования (оптимальная влажность, температура). Увеличениесодержания аммиачного и нитратного азота при внесении удобрительного мелиоранта благоприятно влияло и на урожайность сельскохозяйственных культур.

Внесение в почву удобрительного мелиоранта эффективно сказалось на урожае вико–овсяной смеси. Урожай вико-овсяной смеси на зеленый корм по вариантам опыта представлен в таблице 3 (2012г.) и таблице 4 (2013г.).

Таблица 3 -Урожайность зеленой массы овса по вариантам опыта, т/га, 2012г.

Вариант	Средняя по повторностям			Средняя по варианту	Прибавка к контролю	Прибавка к фону
	1	2	3			
контроль	16,4	16,5	16,5	16,5	-	-
фон	20,1	20,6	20,4	20,4	3,9	-
Фон + 40	25,5	25,3	25,0	25,3	8,8	4,9
Фон + 60	28,4	28,7	27,8	28,3	11,8	7,9
Фон + 80	30,8	31,2	30,9	31,0	14,5	10,6

$НСР_{0,5}$ = 1,53 т/га
$НСР_{0,1}$ = 2,06 т/га

Таблица 4 -Урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси по вариантам опыта, т/га, 2013г.

Вариант	Средняя по повторностям			Средняя по варианту	Прибавка к контролю	Прибавка к фону
	1	2	3			
контроль	13,5	11,5	12,5	12,5	-	-
фон	15,0	13,0	14,0	14,0	1,5	-
Фон + 40	18,0	16,0	17,0	17,0	4,5	3,0
Фон + 60	20,5	18,5	19,5	19,5	7,0	5,5
Фон + 80	23,5	21,5	22,5	22,5	10,0	8,5

$НСР_{0,5}$ = 1,72 т/га
$НСР_{0,1}$ = 2,42 т/га

По данным таблиц видно, что самый высокий урожай зеленой массы ов-

са, как в первый, так и во второй год действия, получен на варианте с внесением ОУМ (органоминерального удобрительного мелиоранта) в количестве 80 т на гектар и составил соответственно 22,5 и 31,0 т/га зеленой массы, что на 13 и 14,5т больше. Также значительный урожай зеленой массы овса получен на варианте фон+60 т/га ОУМ: 19,5 и 28,3 т/га. Что касается других вариантов, то здесь также урожай зеленой массы превышает контрольный соответственно на 3,9-1,5 фон и 8,8-7,0 т/га фон + ОУМ 40.

Таким образом, внесение органоминерального удобрительного мелиоранта на сработанных торфяниках является оправданным мероприятием, позволяющим повысить плодородие почвы и, как следствие, увеличить выход продукции.

Список использованных источников

1. Кирейчева Л.В. Комплексные мелиорации- основа создания продуктивных и устойчивых агроландшафтов, Юбилейная конференция, Современные проблемы мелиорации и водного хозяйства, Том-1, М., 2009,с. 13-25.
2. Кирейчева Л.В., Яшин В.М., Томин Ю.А., Перегудов С.В., Евсенкин К.Н., Агромелиоративные приёмы повышения эффективного плодородия длительно используемых торфяных почв, Сб. научных трудов, вып. 4, Рязань, 2010, с. 107-113.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, М. «Колос», 1973

УДК 631.347

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНОГО ОРОСИТЕЛЯ СИСТЕМЫ НИЗКОНАПОРНОГО МИКРОДОЖДЕВАНИЯ

Икромов И.И.*, Губер К.В.**
*Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, г. Худжант, Таджикистан;
**ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова", г. Москва, Россия

Одним из основных элементов системы низконапорного микродождевания являются импульсные оросители /1, 2, 3, 4/. Импульсные оросители подвешиваются на шпалерной проволоке виноградников или на специальных креплениях перекрытий теплиц и лимонариев. На лимонариях Гиссарского научно-производственного полигона ГНУ ТаджикНИИГиМ проводились многочисленные исследования по выявлению технологических характеристик данного импульсного оросителя. В частности изучалась: равномерность распределения воды импульсными микродождевателями по длине поливного трубопровода; интенсивность искусственного дождя; равномерность распределения дождя в пределах площади полива одним микродождевателем. В данной статье приводятся некоторые результаты этих исследований.

Равномерность распределения воды импульсными микродождевателями по длине поливного трубопровода, является важным фактором, обеспечивающим равномерное развитие и плодоношение растений.

Расход воды определяется с учетом цикличности работы импульсного микродождевателя по следующей зависимости:

$$q = \frac{3{,}6 \cdot W}{t_ц} \qquad (1)$$

где, q– расход воды, л/с, W – объем вылитой воды, мл, $t_ц$–цикл работы микродождевателя, с.

Цикл работы микродождевателя состоит из двух периодов – наполнение его емкости водой - $t_н$ и выплеска $t_в$, т.е. $t_ц = t_н + t_в$.

Замеры расходов микродождевателей проводились в трехкратной повторности. По результатам осредненных измерений расходов составлялись графики.

Коэффициент равномерности распределения воды по длине поливного трубопровода $К_и$ определялся по следующей зависимости /5, 6, 7/:

$$K_и = \frac{q_п}{q_а} \qquad (2)$$

где: $q_п$- средний из 25% минимальных расходов низконапорных микродождевателей; $q_а$ - средний расход низконапорных микродождевателей по данным всех измерений.

Результаты одного из опытов по определению равномерности распределения воды микродождевателями по длине поливного трубопровода, приведены на рисунке 1.

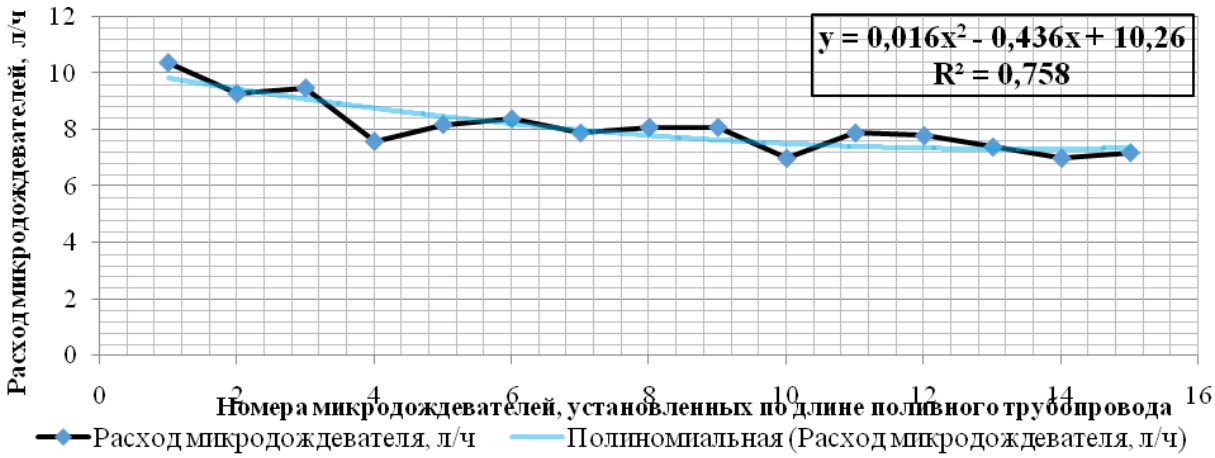


Рисунок 1 - График равномерного распределения воды микродождевателями, установленными по длине поливного трубопровода, л/ч

Как видно из рисунка 1 на расход воды через микродождеватели влияет место его расположения на поливном трубопроводе. Расход воды микродождевателями, установленными на начальном участке поливного трубопровода больше, чем на концевом участке. Это вызвано постепенным уменьшением глубины наполнения воды от начала к концу поливного трубопровода. Характер линии аппроксимирующий полиноминальную зависимость с корреляционным отношением почти 0,76, а также и уравнение аппроксимации, приведены на рисунке 1.

Равномерность распределения дождя по площади полива одним микро-

дождевателем в значительной степени влияет на равномерное питание и развитие как корневой системы растений, так и надземной его части. Этот показатель /4/ очень тесно связан с количеством перфорированных отверстий в наконечнике микродождевателя.

Для выявления этого, а также других факторов, влияющих на равномерность распределения дождя по площади полива одним микродождевателем, нами проводились многочисленные лабораторные и опытно-экспериментальные исследования. Изучались зависимость радиуса полива от диаметра и количества перфорированных поливных отверстий при разном напоре воды.

Результаты некоторых исследований приведены на рисунках 2 и 3. Анализ этих рисунков показывает, что площадь полива микродождевателем зависит как от количества и диаметра фиксированных перфорированных поливных отверстий наконечника микродождевателя, так и от напора воды над ними. Например, при устройстве четырех фиксированных перфорированных поливных отверстий в наконечнике микродождевателя с диаметрами, равными 0,5мм, 1,0мм и 1,5мм и напором воды над ними равным 1,0м, радиусы полива одним микродождевателем соответственно равняются: 1,0-1,1м, 1,5-1,6м и 2,0-2,2 м (рис. 2). При увеличении напора воды до 1,5м можно увеличить радиус полива на 20 %.

Следует отметить, что с увеличением количества фиксированных перфорированных поливных отверстий от 4 до 10шт. на 15-20 % уменьшается диаметр полива, но при этом значительно повышается качество распределения воды.

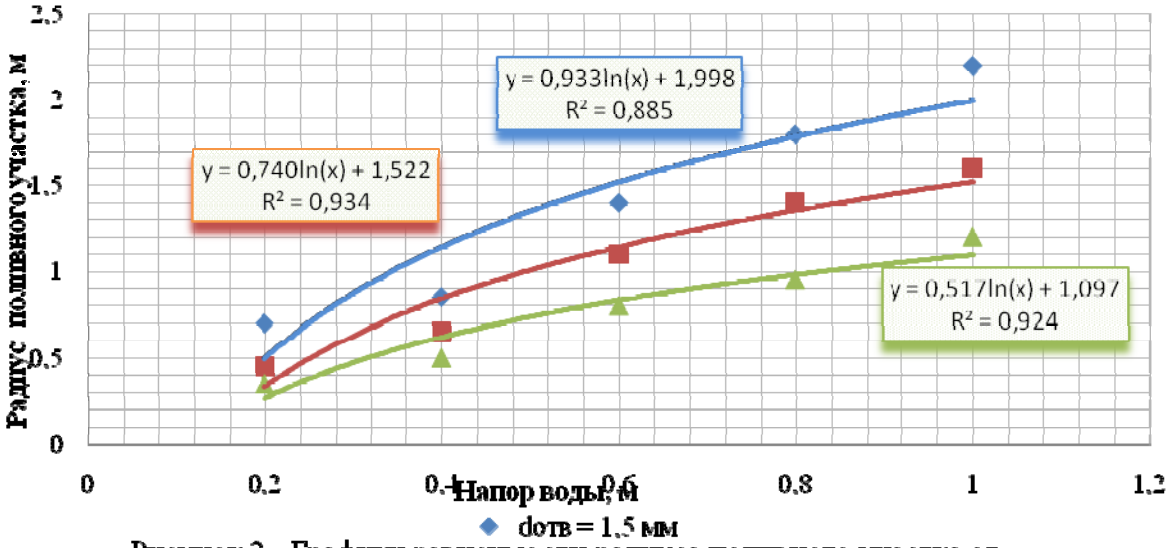


Рисунок 2 - Графики зависимости радиуса поливного участка от напора воды над перфорированными поливными отверстиями микродождевателя при $n_{отв}$ = 4 шт.

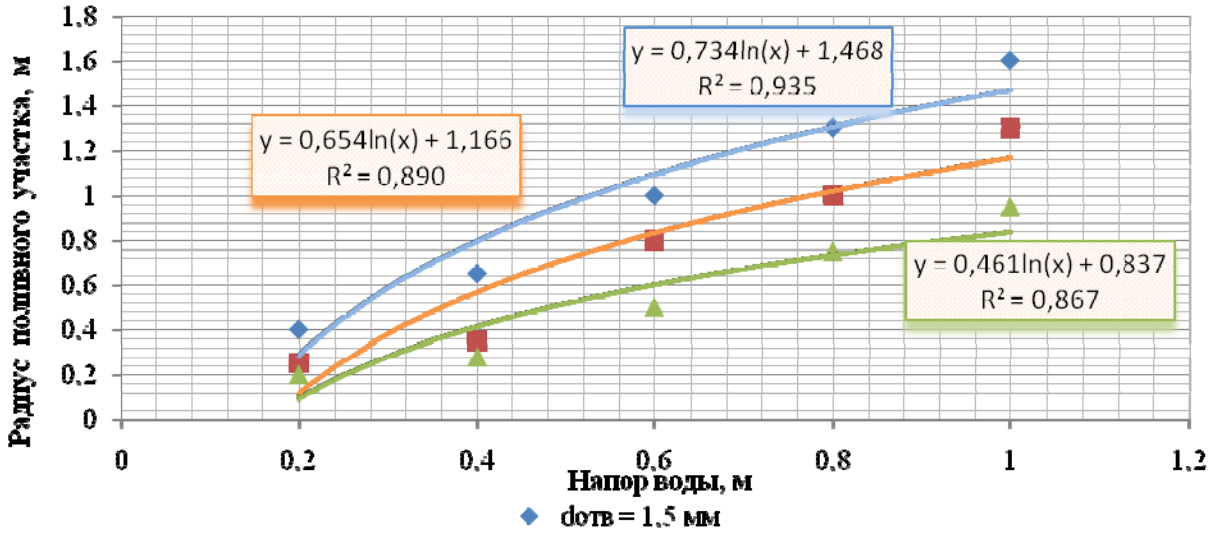


Рисунок 3 - Графики зависимостей радиуса поливного участка от напора воды над перфорированными поливными отверстиями микродождевателя при $n_{отв}$ = 10 шт.

Исследованиями установлено, что самая высокая равномерность была зафиксирована при устройстве 10шт. фиксированных перфорированных поливных отверстий и равнялась 0,88; а при устройстве четырёх поливных отверстий – 0,61. Однако следует отметить, что чем больше количество перфорированных поливных отверстий, тем меньше будет диаметр этих отверстий, а это значительно повышает требования к качеству поливной воды.

Список использованных источников

1. Икромов Илхомжон И., Икромов И.И. Низконапорная система импульсного микродождевания теплиц и (или) лимонариев / Малый Патент № TJ 464, 2011г. Бюл. № 65. Душанбе, 2011.
2. Икромов Илхомжон И. Исследование импульсного микродождевателя низконапорной системы микродождевания теплиц и (или) лимонариев /Сб. Матер. Международ. Науч.-практ. Конф. «Мелиорация в России – традиции и современность», посвященная 100-летию со дня рождения выдающегося ученого – мелиоратора, академика ВАСХНИЛ, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Аверьянова Сергея Федоровича, 24-25 октября 2012 г., Москва.
3. Икромов Илхомжон И. Низконапорная система импульсного микродождевания теплиц и лимонариев / Сб. Матер. Международ. Науч. Конфер. «Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология. Баку, 8.06.2012г., Габала, 9-10.06.2012г., Т. 2., С. 1045-1047.
4. Икромов И.И. Импульсный ороситель //Свидетельство на полезную модель № 25 TJ от 05.02.2003г.
5. Икромов И.И. Совершенствование технологии и техники микроорошения сельскохозяйственных культур для условий аридной зоны. Автореф. дисс… докт. тех. наук., М.: 2006г, 46с.
6. Храбров М.Ю. Ресурсосберегающие технологии и технические средства орошения / Автореф. дисс. …докт. техн. наук. – М., - 2008, -46с.
7.KlirA. UntersuchungderwirkingwarschichenerTropf – bewasserungssystems / Olsterraichische Wasserwatschaft, 1985, vol. 37-№ 9/10. – P.245-251.

УДК: 631.61:631.465:553.982

ОБОСНОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

А.В. Ильинский, С.В. Перегудов
Мещерский филиал ФГБНУ«ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова», г.Рязань, Россия

В настоящее время проблема загрязнения компонентов природной среды нефтью и нефтепродуктами стоит довольно остро. При добыче, хранении, транспортировке и переработке нефти в почву попадает огромное количество нефтепродуктов, которые распространяются на значительные расстояния, загрязняя не только почву, но и грунтовые воды [9].

Значительное количество нефти и нефтяных углеводородов поступает в биосферу при её переработке. Наибольшее количество предприятий нефтеперерабатывающей отрасли сосредоточено в Башкортостане, Татарии, Самарской, Ярославской и Омской областях [7].По мнению В.М. Кульечева, Е.А. Иванова, Ю.А. Дадонова, С.Н. Мокроусова [6] об актуальности данной проблемы говорит и тот факт, что Российская Федерация относится к числу крупнейших стран-производителей, осуществляющих добычу и переработку нефти, транспортировку нефти и продуктов её переработки (более 12 % разведанных мировых запасов). Если в 2000 году в структуре топливно-энергетического баланса России (в пересчете на условное топливо) нефть составляла 10 %, то к 2010 году данная составляющая возрастает до 12 %.

По мнению В.А. Черникова, Р.М. Алексахина, А.В. Голубева [12], Д.С. Орлова, Л.К. Садовниковой, И.Н. Лозановской [10]производственная деятельность нефтеперерабатывающих предприятий неизбежно оказывает негативное воздействие на объекты природной среды.

По сведениям А.И. Голованова, Ф.М. Зимина[1] в районах расположения нефтеперерабатывающих заводов, крупных складов топливно-смазочных материалов в результате проливов, утечек, аварий в грунтах скапливается большое количество легких нефтепродуктов (бензина, реактивного керосина, дизельного топлива). Ориентировочно ежегодные потери составляют 0,5–2 % годового оборота нефтепродуктов, за 30–40 лет объем просочившихся нефтепродуктов измеряется сотнями тысяч и миллионами тонн. Эту информацию подтверждают исследования В.А. Черникова, Р.М. Алексахина, А.В. Голубева [12], Д.С. Орлова, Л.К. Садовниковой, И.Н. Лозановской [10].

Проблема реабилитации и восстановления плодородия земель, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами, актуальна для нефтедобывающих, нефтеперерабатывающих и сельскохозяйственных предприятий как России, так и ближнего и дальнего зарубежья [4, 5, 8].

Одним из крупнейших в Рязанской области предприятий, активно занимающихся природовосстановительными работами по очистке загрязнённых территорий в границах собственного землеотвода, является Закрытое акцио-

нерное общество «Рязанская нефтеперерабатывающая компания»(ЗАО «РНПК»). В рамках реализации крупномасштабных инвестиционных проектов, связанных со строительством новых объектов, модернизацией производства ивыполнения консолидированной Программы по ликвидации накопленного экологического ущерба в ЗАО «РНПК» образуется большое количество отходов, в том числе и почвогрунтов, загрязнённых продуктами переработки нефти, которые подлежат утилизации.

К сожалению, в настоящее время при разработке проектной документации и, как следствие, при производстве природовосстановительных работ по очистке загрязнённых территорий предпочтение отдается варианту очистки, связанному с утилизацией загрязнённого продуктами переработки нефти почвогрунта на санкционированной свалке. Такой вариант очистки является для региона самым распространённым способом очистки загрязнённых нефтепродуктами территорий, он неоднократно применён в составе проектных решений для нужд ЗАО «РНПК». Санкционированной свалкой, на которую до недавнего времени утилизировался загрязнённый продуктами переработки нефти грунт, образовывавшийся при реализации природовосстановительных проектов ЗАО «РНПК», служил полигон промышленных отходов МУП «Эколозащита». Следует отметить, что полигон промышленных отходов МУП «Эколозащита» является единственным подобным крупным объектом для приёма и размещения промышленных отходов в регионе, деятельность которого строго регламентирована Правительством Рязанской области, кроме того лимиты полигона не позволяют в значительной мере удовлетворить возросшие потребности ЗАО «РНПК» в утилизации загрязнённого продуктами переработки нефти грунта. Поэтому ЗАО «РНПК» в настоящее время рассматривает возможность применения альтернативных технологий утилизации загрязнённого продуктами переработки нефти почвогрунта, при этом акцент делается на применение при утилизации технологий основанных на термическом методе утилизации загрязнённого грунта.

Однако, как отмечают А. Сейдов, С. Август, Ф. Пронин [11], используемые на данный момент технологии,основанные на термическом методе утилизации, такие как сжигание, при экономии на системах фильтрации (что зачастую и происходит), также оказывают в итоге губительный эффект для экосистемы региона. К существенным недостаткам данного метода также следует отнести необходимость утилизации золы и тепла, выбросы сероводорода.

На наш взгляд, успешно реализовать инвестиционные проекты ЗАО «РНПК», в том числе и природовосстановительные, в части утилизации почвогрунта, загрязнённого продуктами переработки нефти, позволяет научное обоснование и внедрение современных, высокоэффективных, экологически безопасных и экономически приемлемых технологийбиологической очистки, основанных на биодеструкции углеводородных загрязнений почвогрунтов.

Биологический метод утилизации (биоремедиация) является наиболее экологически чистым. Область его применения лимитируется следующими факторами: диапазоном активности биопрепаратов, температурой, кислотно-

стью, мощностью загрязнения, аэрацией, влажностью, обеспеченностью элементами минерального питания [2, 11].

В этой связи Мещерский филиал Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова совместно с Всероссийским нефтяным научно-исследовательским геологоразведочным институтом приступили к проведению научно-исследовательской работы, конечный результат которой заключается в подготовке научно-обоснованных рекомендаций по обезвреживанию загрязнённых продуктами переработки нефти почвогрунтов методом биологической очистки на основе применения комбинированных мелиорантов с использованием бактерий применительно к региональным условиям.

На начальном этапе нами была разработана и согласована с ЗАО «РНПК» рабочая программа проведения научно-исследовательской работы: «Разработать технологию биологической очистки от нефтепродуктов почвогрунтов комбинированными мелиорантами с использованием бактерий, адаптированную к региональным условиям и условиям природовосстановительных работ ЗАО «РНПК»». Цель исследований заключается в разработке современной, высокоэффективной, экологически безопасной, экономически рентабельной технологии обезвреживания загрязнённых продуктами переработки нефти почвогрунтов методом биологической очистки на основе применения комбинированных мелиорантов с использованием бактерий применительно к региональным условиям Рязанской области для дальнейшего вовлечения в сельскохозяйственный оборот очищенного почвогрунта.Разрабатываемый тип технологии биоремедиации «ex situ» – процесс обезвреживания проводится вне места загрязнения путём внедрения в загрязнённый субстрат комбинированного мелиоранта с использованием углеводородокисляющих микроорганизмов (интродукция активных штаммов). В последующем очищенный грунт будет вовлечен в сельскохозяйственный оборот.

Поскольку применение конкретных комбинированных мелиорантов и микробных штаммов для биологической очистки загрязнённого почвогрунта возможно только на основе анализа результатов его химико-аналитических исследований, то в начале научно-исследовательской работы необходимо было произвести предварительное опробование почвогрунтов на территории ЗАО «РНПК», в отношении которой компанией запланировано проведение работ по утилизации загрязнённого грунта, что и было предусмотрено при разработке рабочей программы НИР. ЗАО «РНПК» были определены участки на территории предприятия (проект «Гидрокрекинг») для отбора проб почвогрунта с целью их химико-аналитических исследований, после чего специалисты МФ ГНУ ВНИИГиМ в присутствии представителей ЗАО «РНПК» на территории предприятия (планшеты № 33, 34 и 35) произвели методом конверта отбор 4-х объединённых проб почвогрунта с глубины 20 – 40 см.Затем в специализированной аккредитованной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская»» были выполнены комплексные химико-аналитические исследования отобранных образцов грунта по определению содержания: нефтепродуктов, ва-

ловых форм тяжёлых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, кобальт), мышьяка, радионуклидов (радий-226, торий-232, калий-40, цезий-137), PH_{Kcl}, органическое вещество, K_2O, P_2O_5, S(сумма обменных оснований), Hr(гидролитическая кислотность), $N_{общ.}$

Комплексные химико-аналитические исследования отобранных образцов показали, что по кислотности почвогрунт близкий к нейтральному и нейтральный (величина PH_{Kcl} колеблется в интервале 5,7 – 6,9); содержание P_2O_5 от 98 – 135 мг/кг (среднее и повышенное); K_2O от 82 – 110 мг/кг (среднее); сумма обменных оснований от 11,4 до 20,7 ммоль/100г (среднее и повышенное); гидролитическая кислотность варьирует от 0,39 до 1,15мг-экв/100г; массовая доля органического вещества 1,0 – 1,6 %; массовая доля общего азота от 0,048 до 0,134 %. Содержание поллютантов в отобранных образцах почвогрунта распределено следующим образом: кадмий от 0,27 до 0,38 мг/кг (ОДК 2,0 мг/кг); свинец от 11,0 до 13,2 мг/кг (ОДК 130 мг/кг); медь от 13,7 до 16,4 мг/кг (ОДК 132 мг/кг); цинк от 41,9 до 52,8 мг/кг (ОДК 220 мг/кг); никель от 20,4 до 22,6 мг/кг (ОДК 80 мг/кг); кобальт от 8,50 до 9,44 мг/кг (фоновое содержание 25 мг/кг, ориентировочное значение для средней полосы России согласно СП 11-102-97); мышьяк от 0,27 до 0,38 мг/кг (ОДК 10 мг/кг); нефтепродукты от 106 до 3847 мг/кг (допустимый уровень1000 мг/кг, согласно Инструкции по определению и возмещению вреда (ущерба), причиненного в результате деградации, загрязнения и захламления земель, 1998); удельная эффективная активность естественных (калий-40,торий-232,радий-226) иискусственного(цезий-137) радионуклидов не превысила установленные нормативы согласно СП 2.6.1.758-99 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99».

Таким образом, результаты химико-аналитических исследований проб почвогрунта, взятых на территории ЗАО «РНПК» (проект «Гидрокрекинг»), показали, что грунт загрязнён нефтепродуктами, содержание остальных поллютантов не превышает санитарно-гигиенических нормативов. Исследованные образцы характеризуются оптимальной кислотностью, обеспечены минеральными элементами. В этой связи по химическим показателям к данному почвогрунту ЗАО «РНПК» проекта «Гидрокрекинг» может быть применён биологический метод утилизации. На данном этапе ключевая задача заключается в выборе природного мелиоранта, выполняющего роль органического удобрения, носителя макро- и микроэлементов, выступающего также в роли физического мелиоранта (рыхлителя), подборе эффективного штамма микроорганизмовдля деструкции продуктов переработки нефти и создании оптимальных условий для процесса биологической очистки.

В настоящее время проводится работа по постановке эксперимента по очистке загрязнённых продуктами переработки нефти почвогрунтов комбинированным мелиорантом на основе подобранного штамма углеводородокисляющих микроорганизмов.

Список использованных источников

1. Голованов А.И., Зимин Ф.М. Природообустройство (курс лекций). – М.: МГУП, 2000. – 149 с.

2. Водянова М.А. Анализ существующих микробиологических препаратов, используемых для биодеградации нефти в почве / М.А. Водянова, Е.И. Хабарова, 3. Л.Г. Донерьян // Горгый информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 7. – С. 253–258.

4. Евтюхин В.Ф., Ильинский А.В. Организация и проведение производственно-экологического мониторинга при строительстве объектов магистральных нефтепродуктопроводов (МНПП) // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: Сб. науч. тр. Вып. 3 / Под общ. ред. Ю.А. Мажайского. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ, 2008. – С. 457–464.

5. Ильинский А.В. Экологические аспекты загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами. // Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства России (Костяковские чтения). Материалы международной научно-практической конференции 20-21 марта 2013 года. – М.: Изд. ВНИИА, 2013. – С. 274–277.

6. Кульечев В.М., Иванов Е.А., Дадонов Ю.А., Мокроусов С.Н. Трубопроводный транспорт природного газа, нефти и нефтепродуктов и его роль в обеспечении развития и стабильности топливноэнергетического комплекса // Безопасность труда в промышленности. 2002. – № 7. – С. 4–12.

7. Мазур И.И., Молдованов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Общий курс: В 2 т. Т.1. Теоретические основы инженерной экологии: Учебное пособие для втузов / Под ред. И.И. Мазура. – М.: «Высшая школа», 1996. – 637 с.

8. Миронов А. Нефть в море: Катастрофа века // Химия и жизнь. - 1992. -№ 3. - С. 34-39.

9. Нейтрализация загрязненных почв: монография / Под общ. ред. Ю.А. Мажайского. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2008. – 528 с.

10. Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учебное пособие для хим., хим.-технол. и биол. спец. вузов / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. Шк., 2002. – 234 с.

11. Сейдов А., Август С., Пронин Ф. и др. Рынок утилизации нефтешламов в Российской Федерации в 2004–2009 гг. М.: ATconsulting company, 2010. – 107 с.

12. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология / Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

УДК: 631.6:577.4

ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ НОВОГО СПОСОБА ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЁННОЙ МЫШЬЯКОМ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ

Л.В. Кирейчева[1], А.В. Ильинский[2], Л.И. Московкина[3]
[1]ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия;
[2] Мещерский филиал ФГБНУ«ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова», г.Рязань, Россия
[3] Закрытое акционерное общество «Речной порт», г. Москва, Россия

Одним из перспективных методов детоксикации загрязнённых мышьяком почв является иммобилизация поллютанта путём перевода его подвижных форм в неподвижные [4]. Химическая детоксикация осуществляется повышением содержания в почве органики путем внесения органических и фосфорных удобрений, торфа, сапропелей, цеолитов, других минералов и горных пород, а также изменением величины pH путем известкования почв. Методы химической детоксикации основаны на взаимодействии загрязняющих веществ с ком-

понентами почв с помощью реакций гидролиза, окисления-восстановления, химической сорбции и др. [1, 2, 8, 9].

На базе Мещерского филиала Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова в 2010 году был заложен многолетний лизиметрический опыт по изучению эффективности применения комбинированных мелиорантов на основе природных сорбентов для детоксикации загрязнённой мышьяком аллювиальной дерновой легкосуглинистой почвы. Цель многолетних исследований заключалась в оценке нового способа применения комбинированных мелиорантов для детоксикации загрязнённой мышьяком аллювиальной дерновой легкосуглинистойпочвы и получении высоких урожаев экологически безопасной продукции.

На основе анализа литературных данных и результатов ранее проведённых экспериментальных исследований, выполненных под руководством Л.В. Кирейчевой[3], в качестве наиболее перспективных и эффективных комбинированных мелиорантов, состоящих из природных сорбентов, для детоксикации почвы, загрязнённой мышьяком, были отобраны: обработанный трехвалентным железом диатомит в смеси с голубой глиной и сапропель в смеси с $CaCO_3$.Эксперимент проводился на образцах аллювиальной дерновой легкосуглинистой почвы, отобранной в 2010 году в Рязанской области (ЗАО «Заборье», пойма р. Ока), глубина взятия 0-20 см. Перед закладкой опыта почва в слое 0-20 см имела следующие агрохимические показатели: PH_{KCl} – 7,1; содержание гумуса – 4,2% (по Тюрину); подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову), соответственно, 24,5 и 6,2 мг/100 г; азота общего – 0,29 %; обменного кальция - 33 мг-экв/100 г; содержание валовой формы As не обнаружено.

В лизиметрическом опыте был смоделирован уровень загрязнения почвы мышьяком равный 40 мг/кг (4 ОДК) путём внесения в почву раствора мышьяково-кислого натрия (Na_2AsO_3). Комбинированные мелиоранты вносили в лизиметры из расчета 10 т/га, смеси сорбентов готовились в пропорции 1:1 по массе. Сорбенты предварительно высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре до 100°С и измельчались. Контролем в опыте являлась почва с выбранной концентрацией загрязнителя мышьяка без использования комбинированного мелиоранта. Вносимые комбинированные мелиоранты равномерно распределялись по поверхности почвы, после чего проводилась перекопка, распределяя его по всему пахотному слою (0-20 см). Одновременно с комбинированными мелиорантами в почву были внесены минеральные удобрения из расчёта N60P60K60. В экспериментах использовались лизиметры конструкции ВНИИГиМ. Конструкция лизиметра представляет собой металлическую колону высотой 1,5 м, рабочая площадь (испаряющая поверхность) 1,17 м^2, лизиметры вкопаны в грунт в 2 ряда на расстоянии 0,5 м друг от друга. Лизиметры функционировали в режиме безнапорного потока. Эксперимент проводился в условиях естественного увлажнения. Схема закладки и проведения многолетнего опыта представлена в таблице 1.

Для изучения особенностей транслокации мышьяка на вариантах опыта в конце вегетационного периода проводился отбор образцов растениеводческой

продукции. Отбор проб растений и определение в них мышьяка выполнены в соответствии с Методическими указаниями по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (1992), Практикумом по агрохимии (1987) и ГОСТ 26930-86.

Таблица 1 - Схема закладки и проведения многолетнего лизиметрического эксперимента по изучению последействия нового способа применения комбинированных мелиорантов на основе природных сорбентов для детоксикации загрязнённой мышьяком аллювиальной почвы

Варианты	Чередование культур и системы удобрений в севообороте			
	2010 г. яровая пшеница «Иволга»	2011 г. яровая пшеница «Иволга»	2012 г. многолетние травы (клевер и овсяница) под покровом однолетних (горохо-овсяная смесь)	2013 г. многолетние травы (клевер и овсяница)
Исходная незагр. почва	N60P60K60	N60P60K60	N60P60K60	N40
Контроль (As 40 мг/кг)	N60P60K60	N60P60K60	N60P60K60	N40
As 40 мг/кг + диатомит, обработанный Fe^{3+} + голубая глина	диатомит, обработанный Fe^{3+} + голубая глина 10 т/га N60P60K60	N60P60K60	N60P60K60	N40
As 40 мг/кг + сапропель + $CaCO_3$	сапропель + $CaCO_3$ 10 т/га N60P60K60	N60P60K60	N60P60K60	N40

Учёт средней продуктивности в звене севооборота многолетнего лизиметрического опыта по реабилитации загрязнённой мышьяком аллювиальной почвы с помощью комбинированных мелиорантов показал, что на варианте с использованием в качестве комбинированного мелиоранта смеси сапропеля и извести было зафиксировано её наибольшее значение, равное 50,4 ц/га корм. ед. При использовании диатомита, обработанного трехвалентным железом, в смеси с голубой глиной значение средней продуктивности сельскохозяйственных культур составило 49,1 ц/га корм. ед. На варианте с незагрязнённой почвой значение средней продуктивности сельскохозяйственных культур составило 45,5 ц/га корм. ед. Самое низкое значение средней продуктивности сельскохозяйственных культур зафиксировано на варианте с внесением поллютанта без использования комбинированных мелиорантов – 41,2 ц/га корм. ед. (рис. 1).

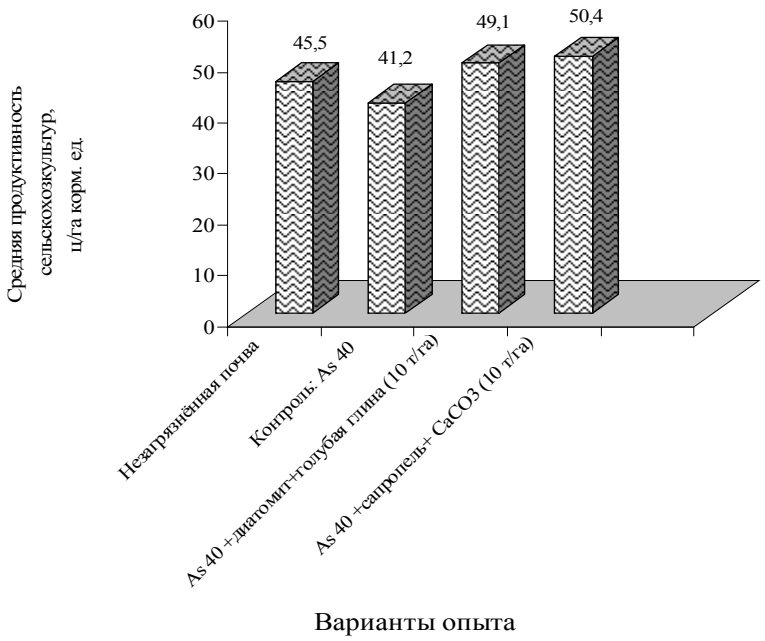


Рисунок 1 - Сравнительная оценка продуктивности сельскохозяйственных культур при использовании комбинированных мелиорантов на основе природных сорбентов для детоксикации загрязнённой мышьяком аллювиальной почвы

При оценке эффективности комбинированных мелиорантов для детоксикации загрязнённых мышьяком почв применены коэффициенты биологического накопления поллютантов в органах растений по отношению к его содержанию в почве. Чем меньше значение указанного коэффициента, тем эффективность детоксикации выше [1, 7]. Значения коэффициентов биологического поглощения мышьяка пшеницей представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Коэффициенты биологического поглощения мышьяка пшеницей

Вариант опыта	Коэффициенты биологического поглощения(As)пшеницей		
	корни	стебли	зерно
Контроль: As 40	9,8	1,3	0,15
As 40 +диатомит+голубая глина (10 т/га)	3,9	0,7	0,01
As 40 +сапропель+ $CaCO_3$ (10 т/га)	5,3	0,4	0,05

Значения коэффициентов биологического поглощения мышьяка пшеницей при использовании комбинированных мелиорантов для детоксикации загрязненной аллювиальной почвы (табл. 2) показали, что использование в качестве комбинированного мелиоранта смеси диатомита и голубой глины позволяет в наибольшей степени снизить содержание мышьяка в органах пшеницы, при этом значения коэффициентов биологического поглощения составили: для корней – 3,9, для стеблей – 0,7, для зерна - 0,01. Исследования показали, что использование в качестве комбинированного мелиоранта сапропеля и извести также способствовало снижению содержания мышьяка в органах пшеницы, при

этом значения коэффициентов биологического поглощения составили: для корней – 5,3, для стеблей – 0,4, для зерна - 0,05. На контрольном варианте содержание мышьяка в органах пшеницы наибольшее, значения коэффициентов биологического поглощения составили: для корней – 9,8, для стеблей – 1,3, для зерна - 0,15. Содержание мышьяка в сене представлено на рисунке 2.

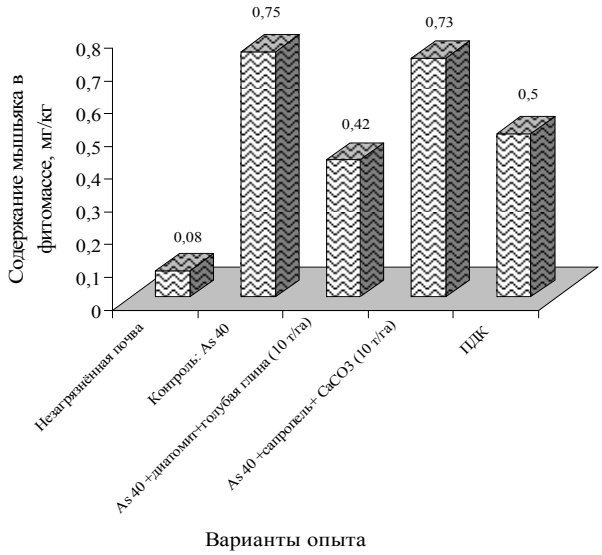


Рисунок 2 - Сравнительная оценка содержания мышьяка в сене, мг/кг

Анализ данных, представленных на диаграмме (рис. 2) показывает, что диатомит, обработанный Fe^{3+},+голубая глина снизил содержание мышьяка в сене на 44%, его содержание в растениеводческой продукции достигло принятых гигиенических нормативов. Сапропель+$CaCO_3$ снизил содержание мышьяка в сене только на 2,7%.

Таким образом, выполненные многолетние исследования показали, что использование комбинированных мелиорантов на основе природных сорбентов для детоксикации аллювиальной почвы, загрязнённой мышьяком, позволило существенным образом снизить токсический эффект от действия поллютанта и тем самым благоприятно повлияло на урожайность растениеводческой продукции. Применение сорбционных смесей для реабилитации аллювиальной почвы, загрязнённой мышьяком, существенным образом улучшает условия развития растений. Средняя продуктивность сельскохозяйственных культур в звене севооборота, при ежегодном применении оптимальных доз минеральных удобрений, на варианте с использованием сапропеля в смеси с известью увеличилась на 22,3%, также на варианте с использованием диатомита, обработанного трехвалентным железом в смеси с голубой глиной: продуктивность увеличилась на 19,2%.

Установлено, что для детоксикации почв, загрязнённых мышьяком (40 мг/кг, очень сильное загрязнение) в качестве комбинированного мелиоранта пролонгированного действия наиболее эффективно использование диатомита, обработанного Fe^{3+} совместно с голубой глиной (1:1). Разработанный комби-

нированный мелиорант эффективен в отношении токсичных химических элементов с переменной степенью окисления, проявляющих в почве как окислительные, так и восстановительные свойства и легко переходящих из катионной формы в анионную и обратно. Использование данного комбинированного мелиоранта приводит к снижению содержания мышьяка в зерне на 94 - 97% и сене на 44 - 50%, при этом его содержание в продукции не превышает принятых гигиенических нормативов. По результатам проведённых исследований предложен новый способ детоксикации загрязнённых мышьяком почв земель сельскохозяйственного назначения с использованием комбинированного мелиоранта.

Существенной особенностью предлагаемого способа детоксикации загрязнённых мышьяком почв является внесение в почву с упомянутым комбинированным мелиорантом азотно-фосфорно-калийных удобрений (в дозе N60P60K60), что позволяет не только нейтрализовать токсичность поллютанта, но и обеспечивает устранение уже нанесённого экологического ущерба. В данном способе присутствует комплексный подход к мелиорации почв земель сельскохозяйственного назначения, сочетающий, прежде всего, такие факторы восстановления как агрохимические и биологические. Предлагаемый способ детоксикации почв позволяет не только активно инактивировать подвижные формы мышьяка, создавая тем самым позитивные предпосылки для использования реабилитированных почв в хозяйственных целях, их полноценного возврата в сельскохозяйственное производство и улучшения экологической обстановки окружающей среды, но и, благодаря используемым сапропелю и азотно-фосфорно-калийным удобрениям, в почве создаются оптимальные условия для питания сельскохозяйственных культур, восстанавливается баланс минеральных элементов, увеличивается буферность почвы, что благоприятно сказывается на урожае и качестве растениеводческой продукции и улучшает экологическую обстановку. Рекомендуемая доза внесения в почву комбинированного мелиоранта для детоксикации загрязнённости мышьяком составляет 10 т/га. После внесения комбинированного мелиоранта в почву незамедлительно следует внести азотно-фосфорно-калийное минеральное удобрение в дозе N60P60K60. Для поддержания положительного мелиоративного эффекта внесение комбинированного мелиоранта рекомендуется повторять с периодичностью 1 раз в 4 - 5 лет.

Список использованных источников

1. Ильинский А.В. Биологическая очистка почв, загрязненных тяжелыми металлами // Агрохимический вестник. – 2003. – № 3. – С. 30–32.

2. Кирейчева Л.В., Глазунова И.В. Методы детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами // Почвоведение. – 1995. – №7. – С. 892–896.

3. Кирейчева Л.В., Московкина Л.И. Мелиорация почв, загрязненных мышьяком // Плодородие. – 2011. – № 4. – С. 51–52.

4. Методические рекомендации по мероприятиям для предотвращения и ликвидации загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами. – Москва, 2005. – 71 с.

5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.

6. Практикум по агрохимии / Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. –512 с.
7. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М., 1999. – 763 с.
8. Goldberg S. (2002). Competitive adsorption of arsenate and arsenite on oxides and clay minerals // Soil Sci. Soc. Am. J. – 2002. – № 66 (2). – P. – 413–421.
9. Penrose W.R. (1974) Arsenic in the marine and aquatic environments: Analysis, occurrence, and significance // CRC Critical Reviews in Environmental Control. – 1974. – № 4 (1-4). –P. – 465–482.

УДК 631.5: 631.811

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ-РАЗРЫХЛИТЕЛЕЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РУКОЛЫ (ИНДАУ) НА ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. В. Кирейчева, В. П. Максименко, С. А. Меньшикова
ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова", г. Москва, Россия

В настоящее время возникает необходимость развития отечественного сельскохозяйственного производства путем введения в сельскохозяйственный оборот нетрадиционных овощных культур. Одной из таких салатных культур, не характерных для выращивания в Московской области, является рукола или эрука посевная (Eruca sativa), родиной из Средиземноморья и Западной Азии, где она широко возделывается на зелень и как масличная культура (семена содержат до 35 % масел). Рукола - однолетнее растение семейства капустные (крестоцветные), формирует вертикальную розетку перистых сильно зазубренных листьев, длиной 0,2…0,4 м [1]. В листьях содержится множество минеральных солей калия, кальция, фосфора, витаминов (А, Е, С, К), а так же присутствуют органические кислоты и эфирные масла. Нарастающая популярность руколы как салатного овощного растения обусловлена её своеобразным орехово-пряным вкусом и рядом диетических качеств.

Первые отечественные исследования по выращиванию, изучению биологических особенностей и семеноводству этой культуры были начаты только в 1999 году в Пермской СХА. Ранее рукола была известна как дикорастущее травянистое однолетнее растение и в массовых масштабах не культивировалась [2]. На территории Российской Федерации возделывание руколы является перспективным и рентабельным как в тепличном производстве, так и в открытом грунте [3, 4, 5]. Средняя рыночная стоимость в России 1 кг листьев руколы в 2014 году составила от 270 рублей (оптовая цена) до 800 рублей (розничная цена). Товарный урожай листьев при выращивании на зелень под укрытием для климатических условий Центральной Европы составляет 3…6 кг/м^2 [5].

Целью работы было исследование возможности выращивания руколы на торфяно-болотных почвах Московской области с применением полимеров-разрыхлителей, обладающих удобрительными свойствами.

Торфяно-болотные почвы составляют около 10 % почвенного фонда Российской Федерации [6] и обладают высоким содержанием органических соединений, позволяющих поддерживать высокий уровень их плодородия с исполь-

зованием минеральных удобрений и проведением химических мелиораций. Применение такой агротехники сопровождается образованием растворимых минеральных и органических соединений в почве и выносом их в больших количествах с дренажно-сбросными водами за пределы корнеобитаемого слоя и, в конечном итоге, за пределы осушаемого массива. С другой стороны, известно, что листовые салатные овощи семейства капустных, к которым относится рукола, способны значительно накапливать нитраты из азотсодержащих удобрений [7, 8, 9]. Поэтому одним из приемов повышения эффективности использования удобрений, а так же устранение их отрицательного влияния, как на окружающую среду, так и на получаемую продукцию, связано с применением медленнодействующих удобрений с пролонгированным высвобождением питательных веществ. Это могут быть органические удобрения, органоминеральные смеси, удобрительных соединений в форме гелей или полимерные материалы на основе азотных удобрений, изготавливаемых в виде пористого материала с содержанием открытых пор до 85 % [10, 11, 12].

Среди таких материалов большой интерес представляет карбамидоформальдегидный поропласт, обладающий удобрительными, водоудерживающими и аэрирующими свойствами. Вспененное карбамидоформальдегидное удобрение (ВКФУ) имеет открытоячеистую структуру (более 85 % открытых пор), плотность 8…25 кг/м^3, водопоглощение 3300…4000 % от массы, pH водной вытяжки 5,8. Мелиорант содержит (в % от массы) азот связанный 30…32 %, азот свободный 0,2…0,3 %, P_2O_5 - 0,3…0,4 %, а также K_2O и магний. Дополнительно может содержать различные микроэлементы: бор, железо, марганец, медь, цинк, молибден, что позволяет классифицировать его как комплексное удобрение (агромелиорант) и создаваться под конкретную культуру [13, 14].

Для исследования возможности выращивания руколы на торфяно-болотных почвах Московской области с применением полимеров-разрыхлителей, обладающих удобрительными свойствами в 2014 году был заложен вегетационный опыт. Методика исследований включала наблюдение за растениями в определённые фазы роста. Почва характерна для территории Яхромского аграрного комплекса, расположенного на пойменных землях в Дмитровском районе Московской области. Участок осушен в 60-х годах XX века и используется для выращивания овощей и картофеля. Вся территория Яхромской поймы осушается закрытым горизонтальным дренажем глубиной 0,8-1,2 м с междренным расстоянием 20…40 м [15]. В 2001 году на участке была проведена реконструкция осушительно-оросительной сети. Используются интенсивные технологии, позволяющие получать высокие урожаи и характеризующиеся внесением высоких доз минеральных удобрений и применением средств химизации для борьбы с вредителями и сорняками. Применение интенсивных технологий на фоне орошения и дренажа обусловливает весьма высокий уровень антропогенной нагрузки как на почвы, так и на агроландшафт в целом, что привело к существенным выносам биогенных веществ. Соответственно изменился агрохимический состав и агрофизические свойства почвы. В результате минерализации низинный торф трансформировался в торфяно-песчаную разновид-

ность (табл. 1).

Однофакторный вегетационный опыт проводился по методике З. И. Журбицкого [16]. Удобрение-мелиорант вносили при набивке сосудов на глубину 2…5 см. Способ внесения мелиоранта обусловлен экономическими соображениями. Согласно литературным данным применение полимеров-разрыхлителей для мелиорации всего пахотного слоя является нерентабельным, тогда как точечное их внесение в корнеобитаемую толщу непосредственно под культуру является весьма эффективным [10, 17, 18].

Таблица 1 – Водно-физические и агрохимические свойства почвы опытного участка

Плотность сложения, г/см^3	Плотность твердой фазы, г/см^3	Пористость, %	Зольность, %	Полная влагоемкость, % от а.с.п.	pH_{kcl}
0,88	2,30	61,74	72	104	4,8

Растения выращивались в условиях естественного летнего периода освещенности и температуры с 28 июля по 13 сентября. Посев семян руколы сорта «Рокет» проводился на глубину 1,5 см по 5 семян на сосуд объемом 2 л. Повторность опыта четырехкратная. Для выравнивания условий освещенности сосуды с растениями в течение вегетации регулярно перемещали.

Согласно многочисленным данным по проведению вегетационных опытов, оптимальной влажностью принято считать влажность, соответствующую 60 % от полной влагоемкости (ПВ), поэтому полив производился по массе до влажности, соответствующей 60 % ПВ [16]. В течение вегетационного периода велись наблюдения за основными фенологическими фазами роста и развития растений (табл. 2).

Таблица 2 – Дата наступления фенологических фаз роста и развития руколы сорта «Рокет» по вариантам внесения мелиоранта

№варианта	Дата наступления фенологической фазы					Вегетационный период до выхода в трубку, сутки
	посев	прорастание и всходы	кущение		выход в трубку	
			стадия розетки	потребительская спелость		
1	28.07	01.08	15.07	20.08	12.09	45
2	28.07	30.07	14.07	18.08	11.09	44
3	28.07	30.07	14.07	18.08	08.09	41
4	28.07	30.07	14.07	18.08	08.09	41
5	28.07	30.07	14.07	18.08	08.09	41
6	28.07	31.07	15.07	19.08	13.09	46

Уборка урожая на зелень осуществлялась до выхода в трубку через 38 дней после появления первых всходов. Корни растений отмывались и просуши-

вались. После высушивания зеленая масса и корни взвешивались. Эксперимент включал 6 вариантов с дозами внесения: 1) - контроль; 2) – 1/10; 3) – 1/20; 4) – 1/40; 5) – 1/50; 6) – 1/100 (в знаменателе объем мелиорируемой почвы). Результаты формирования биомассы культуры под влиянием удобрения-мелиоранта приведены в таблице 3.

Следует отметить, что наступление всех фенологических фаз в вариантах 2-5 с внесением удобрения-мелиоранта происходило на 1-2 дня раньше, чем на контроле и варианте 6 с минимальной дозой внесения (табл. 2). Так же следует отметить, что на вариантах 2, 3 и 4 наблюдалась 95...100 % всхожесть семян, тогда как на варианте 6 она составила 90 %, а на варианте 1 (без внесения мелиоранта) только 70 % (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние удобрения-мелиоранта на биометрические показатели и продуктивность руколы сорта «Рокет»

№ варианта	Количество мелиоранта, %	Всхожесть, %	Масса листьев (товарная урожайность)	Масса корней	Урожайность	Длина листьев в фазу потребительской спелости, см	Количество листьев, шт.
			г/сосуд				
1	0	70	16,73	0,46	17,18	14,1	28
2	10	95	17,35	0,66	18,01	14,0	36
3	5	100	17,44	0,72	18,16	14,6	42
4	2,5	95	18,05	0,71	18,76	14,0	38
5	2	95	17,53	0,70	18,23	13,6	38
6	1	90	17,30	0,63	17,93	13,8	37
$НСР_{05}$	-	-	0,32	-		-	-

Наибольшая товарная урожайность 18,05 г/сосуд (7,89 % к контролю) была получена в варианте 4 с дозой внесения мелиоранта 2,5 % от общего объема субстрата. Наибольшая масса корней 0,72 г/сосуд была получена в варианте 3 с дозой внесения 5 % от объема мелиорируемого субстрата. В этом же варианте наблюдались наибольшие количество листьев (42 шт.) и длина (14,6 см), которые измерялись в фазу потребительской спелости.

Заключение

В климатических условиях Московской области в открытом грунте на протяжении летнего периода возможно эффективное выращивание руколы в качестве деликатесного салатного растения. Для достижения наибольшей урожайности необходимо осуществлять своевременный полив растений, так как недостаточное обеспечение посевов влагой становится лимитирующим фактором в росте урожайности этой культуры.

На торфяно-болотных почвах, характеризующихся достаточно высоким исходным уровнем плодородия, применение полимеров-разрыхлителей, а

именно удобрения мелиоранта ВКФУ, способствует увеличению товарной урожайности руколы сорта «Рокет» более чем на 7 % по сравнению с контролем без дополнительного внесения азотосодержащих удобрений.

Список использованных источников

1. Губанов, И. А. Эрука посевная, или Индау [Текст] / И. А. Губанов и др. Иллюстрированный определитель растений Средней России. — М.: Т-во науч. изд. КМК, 2003; - Т. 2. — С. 287.

2. Дудченко, Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения [Текст] / Л. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко. — Киев.: Наукова думка, 1989. — 304 с.

3. Папонов, А. Н. Рукола - деликатесное салатное растение [Текст] / А. Н. Панов // Картофель и овощи, 2004; - № 2. - С. 15.

4. Биткова, Н. П. Эрука посевная - новая салатная культура Приамурья [Текст] / Н. П. Биткова // Проблемы экологии и рационального использования природных ресурсов в Дальневосточном регионе. - Благовещенск, 2004; - Т. 1. - С. 173-175.

5. Slodkowski, P. Влияние укрытия на урожай руколы при выращивании на зелень [Текст] /PSlodkowski, E.Rekowska, K. Skupien [конференция "Качество плодоовощной продукции" (Леднице, Чехия, 2007)] / Гавриш. - 2007; - N 6. - С. 35-36.

6. Добровольский, Г. В. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России [Текст] / Г. В. Добровольский и др. // Коллективная монография. - Версия 1.0. – М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2014. – 768 с.

7. Примак, А. П. Накопление нитратов некоторыми овощными культурами [Текст] / А. П. Примак, М. В. Литвиненко, Н. Ф. Воронцова, Н. М. Соханова // Сб. науч. тр. - ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, 1986; - Т. 22. - С. 102-105.

8. Агаев, В. А. Роль азота удобрений и почвы в накоплении нитратов растениями [Текст] / В. А. Агаев, В. М. Семенов. - ВИУА, 1988; Т. 85. - С. 3-4.

9. Муравин, Э. А. Использование азота и накопление нитратов овощными культурами семейства капустных [Текст] / Э. А. Муравин, Л. А. Кудряшова // Агрохимия. – 1990; - Т. 3. - С. 3-11.

10. Максименко, В. П. Химическая мелиорация почв с использованием композитного агрохимиката на углеродной структуре. [Текст] / В. П. Максименко, С. Ю. Деев, С. А. Меньшикова // Агрохимический вестник. - 2009; - № 4. - С. 30 - 31.

11. Пироговская, Г. В. Медленно действующие удобрения [Текст] / Г. В. Пироговская // Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии. - Минск, 2000. - 287 с.

12. Кирейчева, Л. В. Удобрительно-мелиорирующие смеси на основе бесподстилочного навоза [Текст] / Л. В. Кирейчева, О. Б. Хохлова // Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства: Сб. докл. Международной науч.-практич. конференции / Всерос. науч.-исслед., конструкт. и проект.-техн. ин-т орган. удобрений и торфа. – Владимир, 2006. – С. 166–172. - Ксерокс. – 06-9249.

13. Мелкозеров, В. М. Вспененное карбамидоформальдегидное удобрение и способ его получения [Текст] / В.М. Мелкозеров, Л.Д.Нагорный, В.В. Олейник, А.Б. Маховецкий, В.П. Максименко, Ю.А. Мажайский, С.Ю. Деев, В.В. Бородычев, С.Б. Адьяев, М.П. Чапланова // Патент РФ № 2230719; С1 МПК^{7} С05С 9/02 : Заявитель и патентообладатель ООО «Газостройинвест». - №2003124002, заявл. 04.08.2003, опубл. 20.06.2004. – БИПМ № 17. – 8 с.

14. Кизяев, Б. М. Способ подготовки вспененного карбамидоформальдегидного удобрения к внесению под вспашку [Текст] / Б. М. Кизяев, В. К. Губин, М. Ю. Храбров, В. Б. Жезмер, В. П. Максименко, Л. В. Кудрявцева, С. А. Сидорова // Патент РФ № 2504852; С1, МПК, G21F 9/34 (2006.01): Заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова Россельхозакадемии (RU), заявка № 2012130072/07 от 17.07.2012, опубл. 20.01.2014. - Бюл. № 2. – 4 с.

15. Мусекаев Д. А. Некоторые итоги научно-исследовательских работ Центральной торфоболотной опытной станции по использованию торфа и торфяных земель на примере Яхромской поймы [Текст] / Д. А. Мусекаев // Ландшафтный подход в мелиорации и вопросах землеустройства: Сб. материалов совещания. - М., 1994. - С. 171 - 177.

16. Журбицкий, З. И. Теория и практика вегетационного метода. [Текст] / З. И. Журбицкий. - М.: Наука, 1968. – 260 с.

17. Попова, Ю. С. Применение удобрения-мелиоранта комплексного действия при возделывании картофеля на серых лесных почвах Рязанской области [Текст] / Ю. С. Попова / Диссертация на соискание уч. степ. канд. с.-х. наук: 06.01.02; Волгоградская ГСХА. – Волгоград, 2010. – 131 с.

18. Смагин, А. В. Влияние сильно набухающих полимерных гидрогелей на физическое состояние почв легкого гранулометрического состава [Текст] / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова. – М.: МАКС Пресс, 2009. – 206 с.

УДК 631.674.2

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА В ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Г.Н. Кониева, Б.Г. Пюрбеев
Калмыцкий филиал ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова", г. Элиста, Россия

В республике Калмыкия имеются огромные площади засоленных и солонцеватых почв с солонцами (площадь которых достигает 50 % и более), малопригодных для возделывания сельскохозяйственных культур. Вместе с тем климатические условия и, особенно, температурный режим весьма благоприятны для возделывания риса. Так продолжительность безморозного периода с температурой выше 5^0С составляет 214 дней, выше 10^0С – 173 дня. Сумма активных температур достигает 3600^0С. Суммарное поступление ФАР в течение вегетации сельскохозяйственных культур (апрель-октябрь) здесь составляет 47,2 ккал/см^2, что вполне достаточно для формирования высоких урожаев практически всех культур, даже самых теплолюбивых, включая рис [1, 3].

Полевые исследования по выявлению возможностей улучшения агромелиоративных свойств засоленных почв путем применения химических мелиорантов проводили на лугово-каштановых и лугово-бурых средне- и тяжелосуглинистых почвах с прослоями шоколадных глин в комплексе с солонцами рисовых участков лимана «Большой Царын» на территории ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия. Опытный участок располагается в зоне деятельности Сарпинской ООС в полупустынной зоне. Почвы сильнозасоленные и солонцеватые с сульфатно-хлоридным типом засоления и суммой легкорастворимых солей в слое 0…1,0 м – 1,560…1,967 %. Содержание гумуса, легкодоступного (щелочногидролизуемого) азота и подвижного фосфора - низкое. Уровень залегания грунтовых вод находится на уровне 0,7…1,0 м при очень высокой минерализации вод – 20 г/л и более. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы свидетельствуют о низком содержании гумуса – 1,42%, легкодоступного (щелочногидролизуемого) азота – 60,0 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора повышенное - 94,8 мг/кг почвы. Емкость поглощения

почвы высокая, в пахотном слое на долю поглощенного натрия приходится 21%.

Опыты включают изучение влияния различных доз химического мелиоранта – 4 и 6 т/га, а также их совмещения с внесением 60 т/га навоза на урожайность риса сорта Царын. Посев риса проводят в первой-второй декадах мая, нормой 7 млн. всхожих зерен на гектар. Основным источником воды для поливаявляетсярека Волга (минерализация 0,2…0,6 г/л). Оросительная норма риса составляет 18,5…22,5 тыс. $м^3$/га [2, 4].

Результаты полевых опытов показывают, что в первый год действия фосфогипс оказывает положительное влияние на продуктивность риса, обеспечивая прибавку урожая зерна 0,74…0,88 т/га, а на фоне органики еще выше – 1,07…1,21 т/га по сравнению с вариантом без внесения. На второй год после внесения наблюдается дальнейшее увеличение урожайности зерна за счет последействия мелиорантов, причем наибольшая отдача также отмечена в варианте совместного органо-минерального питания. Суммарная прибавка урожая за два года действия и последействия достигла 2,21…2,56 т/га (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние мелиорантов на урожайность зерна риса в лиманной части Сарпинской низменности

Варианты опыта	Действие мелиорантов			Последействие мелиорантов			Суммарная прибавка урожая за 2 года, т/га
	урожайность, т/га	прибавка урожая		урожай-ность, т/га	прибавка урожая		
		т/га	%		т/га	%	
Без внесения мелиорантов (контроль)	3,74±0,05	-	-	4,03±0,09	-	-	-
4 т/га фосфогипса	4,48±0,04	0,74	19,8	4,86±0,03	0,83	20,6	1,57
6 т/га фосфогипса	4,62±0,05	0,88	23,5	5,05±0,06	1,02	25,3	1,90
4 т/га фосфогипса + 60т/га навоза	4,81±0,05	1,07	28,6	5,17±0,05	1,14	28,3	2,21
6 т/га фосфогипса + 60т/га навоза	4,95±0,05	1,21	32,4	5,38±0,04	1,35	33,5	2,56

При разработке мероприятий сохранения и повышения плодородия засоленных почв необходимо изучение особенностей трансформации органических веществ при затоплении почв. По данным наших исследований на контрольном варианте без внесения химических мелиорантов происходит постепенное увеличение количества растительных остатков. В процессе разложения корней от их исходного количества (2,60 т/га) накопилось до 4,48 т/га массы. С внесением в почву химических мелиорантов увеличивается прирост корневых остатков растений по сравнению с контрольным вариантом на 24,33…29,69 % и на 38,37…43,72 % - в первый и второй годы исследований соответственно. Корневые запасы риса увеличились от 3,07…3,18 до 5,95…6,18 т/га.

При возделывании риса создается определенный промывной водный режим, который вносит значительные изменения в солевой состав почв. Анализ результатов водной вытяжки почв показывает, что до затопления риса содержание легкорастворимых солей в метровом слое почв лимана «Большой Царын» составляло 1,019 %, в слое 100-180 см - 1,784 %. После одного года возделывания риса содержание солей в верхней части почвенного профиля 0-40 см уменьшилось на 565 т/га, в слое 40-100 см – на 477 т/га. Длительное затопление при возделывании риса способствует перемещению солей в нижележащие слои почвогрунтов, так в слое 100-180 см запасы солей возрастают до 24756 т/га. На второй год возделывания риса в метровом слое сумма солей уменьшилась до 0,780…0,916 %, что в 1,16…1,22 раза меньше по сравнению с исходной (до затопления риса). Несмотря на значительный вынос солей из почвенной толщи, остаточное засоление достаточно большое и с глубиной оно повышается до 1,960 %.

Из анализа показателей экономической эффективности возделывания риса под влиянием мелиорантов можно сделать вывод, что наилучшие показатели экономической эффективности получены при возделывании риса при внесении мелиоранта и органического удобрения – навоза (табл. 2).

Анализ полученных данных показал, что при средней урожайности риса 3,74 т/га, полученный на контрольном варианте стоимость валовой продукции составляла 29,92 руб., что на 5,25…7,04 рублей меньше, чем на вариантах с внесением различных доз фосфогипса и на 8,56…9,68 рублей меньше, чем на вариантах с внесением различных доз фосфогипса и 60 т/га навоза. Чистый доход с одного гектара на вариантах с внесением мелиоранта составлял 8,10…8,76 тыс. рублей, что на 0,01…0,67 рублей или на 8,65% больше, чем на контрольном варианте. При этом себестоимость 1 т зерна составила 6,04…6,36 руб. и 5,84 руб. соответственно. Рентабельность производства зерна риса на изучаемых вариантах была на уровне 25,71…37,06%.

Результаты анализа экономической эффективности возделывания риса во второй год действия мелиоранта показывают, что наиболее эффективным является вариант с повышенной нормой внесения химического мелиоранта (6 т/га фосфогипса) и 60 т/га навоза, где отмечалась самая низкая себестоимость одной тонны семян и самая высокая расчетная прибыль тонны семян на 1 га. Уровень рентабельности был самым высоким и составил 72,16%. Таким образом, приведенные показатели по производству риса в наших исследованиях свидетельствуют о высокой экономической эффективности его возделывания на малоплодородных засоленных землях республики.

Результаты анализа химической мелиорации засоленных почв показали, что использование различных доз фосфогипса в качестве мелиорантов способствуют повышению урожайности зерна риса на 20…34%и плодородия почвы в целом, обеспечивающее уменьшение содержания воднорастворимых солей на засоленных почвах лиманного агроландшафта Сарпинской низменности.

Таблица 2 - Экономическая эффективность возделывания риса в зависимости от внесения химического мелиоранта

Показатели	контроль	4 т/га фосфогипса	6 т/га фосфогипса	4т/га фосфогипса + 60т/га навоза	6т/га фосфогипса + 60т/га навоза
Первый год действия мелиоранта					
Урожайность, т/га	3,74	4,48	4,62	4,81	4,95
Затраты средств тыс.руб./га	21,83	27,08	28,30	30,10	31,50
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	29,92	35,84	36,96	38,48	39,60
Себестоимость 1 т зерна, руб.	5,84	6,04	6,12	6,26	6,36
Чистый доход с1 га, тыс. руб.	8,09	8,76	8,66	8,38	8,10
Уровень рентабельности, %	37,06	32,34	30,60	27,84	25,71
Второй год действия мелиоранта					
Урожайность, т/га	4,03	4,86	5,05	5,17	5,38
Затраты средств тыс.руб./га	22,10	24,35	24,50	24,70	25,00
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	32,24	38,88	40,40	41,36	43,04
Себестоимость 1 т зерна, руб.	5,48	5,01	4,85	4,78	4,65
Чистый доход с1 га, тыс. руб.	10,14	14,53	15,90	16,66	18,04
Уровень рентабельности, %	45,88	59,67	64,90	67,44	72,16

Список использованных источников

1. Адьяев, С.Б.// Рисосеяние в Калмыкии: Проблемы и пути решения./ С.Б. Адьяев, Э.Б. Дедова, Е.А.Ли/ Журнал «Мелиорация и водное хозяйство» - М. – 2007 г. - № 3 – С.17-18.

2. Бородычев, В.В. Возделывание риса в лиманном агроландшафте Сарпинской низменности Республики Калмыкия / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, Г.Н. Кониева, Б.Г. Пюрбеев / Плодородие. – 2014. - № 1. (76) - С. 4-5.

3. Дедова, Э.Б. Эколого-мелиоративное состояние рисовых земель в лиманной части Сарпинской низменности./Э.Б. Дедова, Е.А. Ли, С.Н.Чимидов /Мат. Международной науч.-практ. конф. «Устойчивое производство риса: состояние и перспективы»- Краснодар.- 2006 – С.249-255.

4. Система рисоводства Республики Калмыкия. Под общей редакцией академика РАСХН Б.М. Кизяева. Элиста Изд-во АОР НПП «Джангар» - 2009.- 157 с.

УДК 620.9:631.6:626.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИСПАРЕНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ДРЕНАЖНЫХ ВОД

И.И. Конторович
Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Волгоград, Россия

Варианты полезного и прямого использования дренажных вод с минерализацией более 10 г/л в системе сельскохозяйственного производства весьма ограничены. В этой ситуации при наличии достаточного климатического потенциала традиционным в мировой практике техническим решением является создание специальных накопителей годового или многолетнего регулирования для естественного испарения дренажного стока. Целесообразность интенсификации испарения в накопителях обусловлена: 1) потребностью уменьшения объёма минерализованных дренажных вод, для которых отсутствуют потенциальные потребители; 2) необходимостью снижения стоимости сооружений и загрязнения окружающей среды, которые пропорциональны площади накопителей.

Обработка материалов [1] по типовым проектам орошаемых участков с дренажем в Волгоградской области позволили установить зависимость площади накопителя-испарителя обычного типа (S, га) от годового объёма дренажного стока (W_d, тыс. м^3):

$$S = 0{,}130895W_d - 0{,}000018\ W_d^2. \qquad (1)$$

Коэффициент детерминации уравнения (1) – $R^2 = 0{,}994$, область применения – до 3000 тыс. м^3 в год.

Результаты патентного поиска по теме «Способы и устройства для испарения воды преимущественно из открытых водоёмов» (объём выборки – 51 техническое решение за период 1976 – 2014 годы по 11 странам мира) показали: основным направлением интенсификации испарения служит увеличение площади испаряющей поверхности – 40 технических решений или 78,4%, причем в 27 изобретениях (52,9%) – за счет использования пористых и капиллярно-пористых материалов, а в 11 случаях (27,5%) – дождеванием.

Использование капиллярно-пористых материалов (КПМ) для интенсификации испарения заключается в размещении на водной поверхности накопителя дополнительных элементов (акселераторов, от лат. accelero – ускоряю) в виде пластин, дисков, цилиндров, шариков и других форм, частично погруженных в воду и увлажняемых в результате проявления капиллярного эффекта, т. е. без привлечения дополнительной энергии. В отличие от КПМ, увлажнение дополнительных элементов из пористых материалов осуществляется с помощью специальной системы подачи и распределения воды (как правило, сверху).

Тело считается капиллярно-пористым, а поры капиллярными, если капиллярный потенциал значительно больше потенциала поля тяжести. В этом случае действием силы тяжести в капилляре можно пренебречь [2].

Морфология пористых материалов многообразна и сложна. Они по своей структуре делятся на два основных типа – корпускулярные и губчатые. Корпускулярные пористые тела состоят из слипшихся или сросшихся частиц различной формы и размера, и порами являются промежутки между этими частицами. В губчатых телах невозможно определить отдельные первичные частицы, и поры в них представляют сеть каналов и полостей различной формы и переменного сечения [3].

Согласно [4] для создания акселераторов испарения воды (применительно к косвенно-испарительному охлаждению воздуха, что близко к рассматриваемой задаче) могут использоваться капиллярно-пористые материалы, которые отвечают следующим требованиям:

- необходимое условие долговременной автономной работы;
- высокие скорости капиллярного подъёма влаги и водопоглощения, необходимые для поддержания пластин материала в увлажнённом состоянии по всей высоте;
- стойкость к длительному воздействию воды (отсутствие набухания), сохранение работоспособности в условиях воздействия микроорганизмов (грибков), а также при накоплении солей;
- экономичность - умеренная цена, доступность сырья, простота обслуживания и экологическая чистота технологии производства.

В таблице 1 приведены характеристики известных автору капиллярно-пористых материалов.

Из материалов таблицы 1 следует, что максимальная высота капиллярного подъёма составляет не более 20 – 28 см.

Для предварительной оценки эффекта интенсификации испарения в результате применения цилиндрических акселераторов вертикального типа из КПМ (рис. 1) были выполнены расчёты общей площади их внешней поверхности на модульной пластине.

Исходные данные для расчета: длина акселератора h = 10…70 см; внешний диаметр акселератора D = 3…10 см; количество акселераторов m = 16…81 шт.; размеры модульной пластины – 100 х 100 см; площадь пластины S_0 = 10000 см^2.

Общая площадь внешней поверхности акселераторов на модульной пластине равна:

$$S_{1m} = m\pi Dh. \qquad (2)$$

Необходимое условие для реализации эффекта интенсификации испарения с водной поверхности:

$$S_{1m}/ S_0 = m\pi Dh/10000 > 1. \qquad (3)$$

Ниже приведены графики зависимости (3), полученные в среде «Statistica» (рис. 2).

Таблица 1 – Сравнительные характеристики свойств капиллярно-пористых материалов

Наименование материала	Высота капиллярного подъёма воды (см) при 25°С за время:			Водопоглощение, %	Примечание
	10 мин	20 мин	30 мин		
1	2	3	4	5	6
По данным [4 – 6]					
Пористый полиэтилен, ТУ 6-55-221-1980-93, РФ	13,5	16,5	18,0	80-90	Водостоек
Поровинил, ТУ 6-19-124-86, РФ	6,0	9,0	10,0	230-260	Ограничено водостоек, «закрытые поры»
Минпласт, ТУ 6-05-1185-75, РФ	7,2	8,6	9,0	100-130	Ограничено водостоек, «закрытые поры»
Материал TREUH 040 фирмы Hollingsworth&Vose, Великобритания	13,5	18,0	22,5	700-800	Не водостоек. Содержит целлюлозу
Материал фирмы Daramic, Германия	14,3	18,5	-	600-700	Не водостоек. Содержит целлюлозу
Пористый полиэтилен, гидрофилизированный флактонитом К-9, РФ	13,5-14,8	16,2-17,6	17,5-19,8	70-80	Водостоек
Композиционный материал для специальной техники, ТУ 5445- 055-00281097-2008, РФ	16,6-19,7	18-23	>25	600-900	Водостоек
Материал «Супер-губка» фирмы Valiant	-	-	-	500-800	Водостоек
Материал фирмы Lion-CorporationLtd., Токио, Япония [5]	-	-	24,0-28,0	1400	Водостоек, объёмная плотность 5,77 кг/м^3
Капиллярно-пористая пластина для устройств косвенно-испарительного охлаждения воздуха [6]	-	-	20,0	-	Эффективный диаметр пор 0,03 мм. Толщина пластины 0,5 мм
Капиллярно-пористые материалы, доступные на рынке г. Волгограда					
Материал ScotchBrite (целлюлоза, усиленная натуральными хлопковыми волокнами), Германия	6,5	8,0	8,7	540-610	
Целлюлоза, хлопок. ТУ 8392-003-46932625-99	6,1	6,9	7,4	-	
Вискоза из бамбуковой древесины (bamboo)	7.0	7.7	8.1	-	

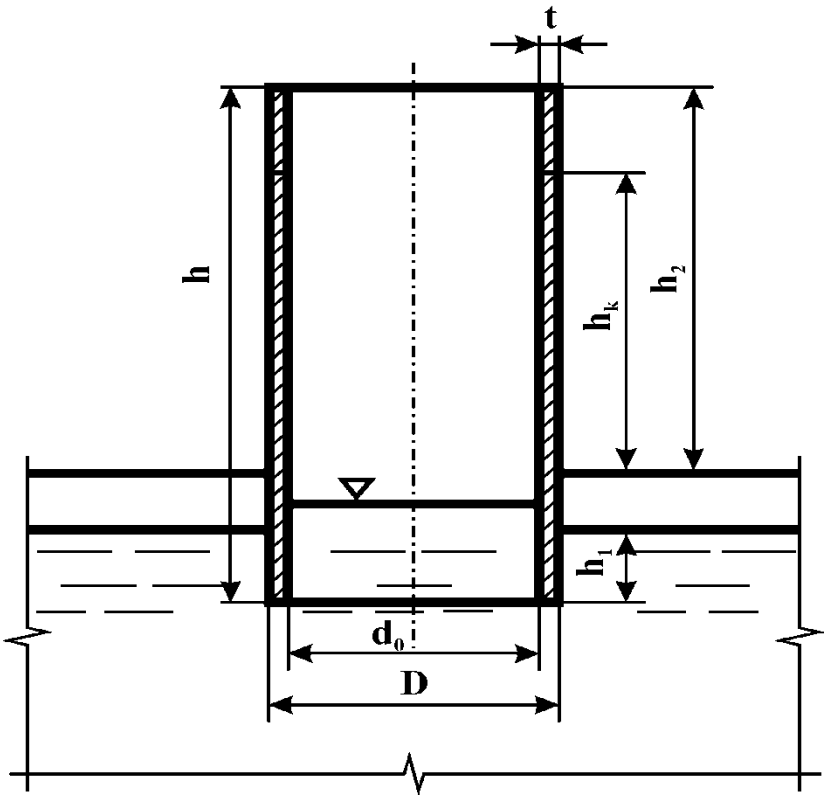
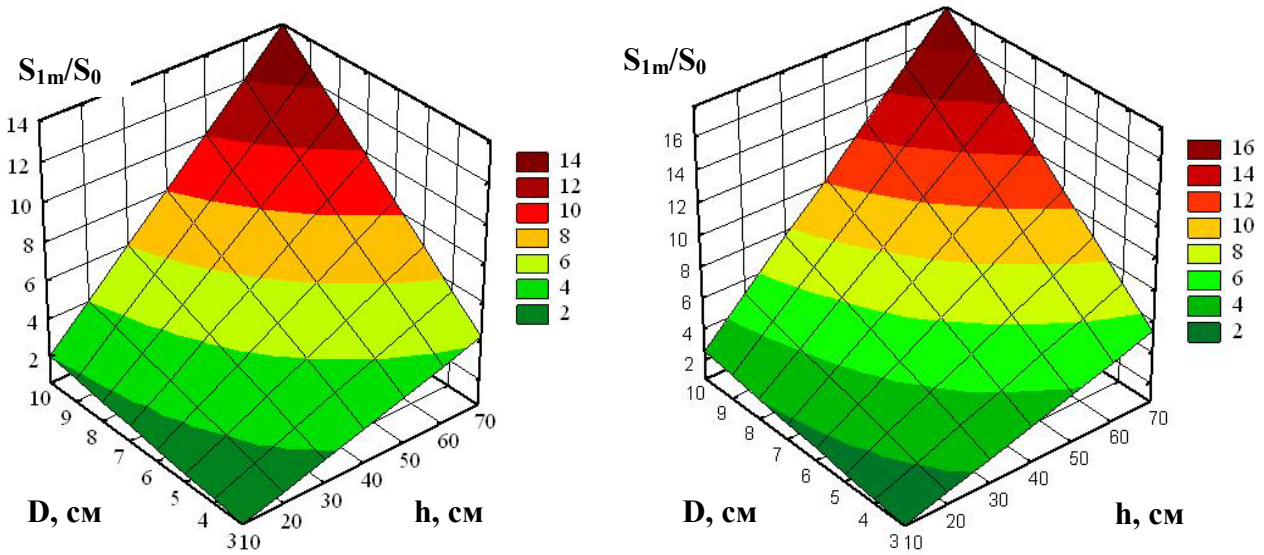


Рисунок 1 – Принципиальная схема конструкции единичного акселератора испарения, установленного на плавающей пластине:

D – внешний диаметр акселератора; d_0 – внутренний диаметр акселератора; t – толщина стенки акселератора; h – общая длина акселератора; h_1 – глубина погружения акселератора в воду; h_2 – длина надводной части акселератора; h_k – высота капиллярного подъёма воды в акселераторе; ▼ – отметка уровня воды в отсеке накопителя-испарителя



m = 64. m =81.

Рисунок 2 – Графики зависимости $S_{1m}/ S_0 = m\pi Dh/10000$ при m = 64 и 81

Расчеты по формуле (3) показали: максимальное увеличение площади испаряющей поверхности при длине испаряющей части акселераторов 30 см, количестве акселераторов на модульной площадке площадью 1м^2 81 шт. и внешнем диаметре единичного акселератора 3 см составляет 2,3 раза, а при внешнем диаметре единичного акселератора 10 см – 7,7 раз. Во столько же раз увеличится и испарение с водной поверхности накопителя.

Проведенные в лабораторных условиях испытания модели системы акселераторов вертикального типа (рис. 3) преследовали цель: получить экспериментальные данные, описывающие физическую картину изучаемого процесса, и количественно определить степень увеличения испарения дренажной воды.

1.

2.

Рисунок 3 – Испытательная установка, общий вид на начальном этапе эксперимента (1), модульные элементы акселераторов испарения (2)

Варианты экспериментов представлены ниже.

Минерализация воды, г/л	**10**	**30**	**50**	**70**	**100**
Контроль (обычное испарение)	**$А_{10}$**	**$А_{30}$**	**$А_{50}$**	**$А_{70}$**	**$А_{100}$**
Эксперимент (интенсифицированное испарение с использованием системы вертикальных акселераторов)	**$Б_{10}$**	**$Б_{30}$**	**$Б_{50}$**	**$Б_{70}$**	**$Б_{100}$**

В качестве дренажной воды использовались растворы поваренной соли NaCl, объем сосудов – 6,5 литров. Размеры единичного цилиндра акселератора испарения: высота – 17,4 см, в том числе над опорной пластины – 12 см, а ниже пластины – 3,6 см, внешний диаметр – 6,34 см, материал - ScotchBrite (табл. 1). Размеры опорной пластины 16,5 х 25,0 см, толщина 1,8 см. Продолжительность опыта – 120 часов. Эффективность испарения с капиллярно-пористого покрытия пластины оценивалась в ходе отдельного опыта.

Результаты проведенных исследований: 1) доказана принципиальная возможность интенсификации испарения при использовании КПМ; 2) выполнена оценка эффективности предлагаемого технического решения на растворах поваренной соли с исходной минерализацией в пределах 10 … 100 г/л – испарение было увеличено в 2,4 … 1,8 раза, при средних значениях за весь период эксперимента – в 2,3 … 1,9 раза; 3) получен патент №2515041 на изобретение

«Пруд-испаритель дренажного стока»; 4) установлено - существует необходимость в постановке задачи направленного синтеза специального капиллярно-пористого материала с желаемыми свойствами, обеспечивающими требуемую интенсивность испарения применительно к дренажным водам с определённым диапазоном минерализации и составом солей. На первом этапе видится, что в качестве КПМ должен быть корпускулярный отрыто-пористый материал, гидрофильный, с высотой капиллярного подъёма не менее 20 – 30 см, пористостью не менее 70 – 80 %, объёмной плотностью 2 – 10 кг/м^3 и массовым содержанием поглощённой воды – 600 - 1400%.

Список использованных источников

1. Типичные технические решения орошаемых участков. ТТР-ОУ. Альбом 3. Материалы и нормативы проектирования коллекторно-дренажной сети. - Волгоград: «Волгогипроводхоз», 1988. – 60 с.

2. Лыков А.В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах. – М.: Госиздательство технико-теоретической литературы, 1954. – 298 с.

3. Карнаухов А.П. Адсорбция, текстура дисперсных и пористых материалов. – Новосибирск: Наука, 1999. – 470 с.

4. Анохин В.А., Гаев Д.В., Макаровец Н.А. Новые материалы для систем тепловой защиты объектов высокой энергетики // Глобальная безопасность, 2009. – С. 1 – 8. http://www.sibguardian.info/index/zhurnal_globalnaja_bezopasnost/0-16.

5. Abu-Zreig M.M., Abe Y.; Isoda H. Study of salt removal with evaporation drainage method. Canad. Biosystems Engg., 2006; vol. 48, № ann. – p. 1.25 – 1.30.

6. Патент № 2381420. RU. C1. МПК F24F 3/14, F25B 39/02. Капиллярно-пористая пластина для устройств косвенно-испарительного охлаждения воздуха / Н.А. Макаровец. Р.А. Кобылин, С.Н. Евсеев, Е.Б. Свиридов. – Заявка № 2008134251/06; Заявлено 20,08,2008.

УДК 631.559:551.577:001.891.573

СЦЕНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ СКЛОНОВОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ПРИ ИХ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В РЯДЕ РЕГИОНОВ РОССИИ

В.А. Корягин, Л.М. Корягина
ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова", г. Москва, Россия

Сценарные исследования проводились с целью определения зависимости потенциально возможной урожайности сельскохозяйственных культур от склонового поверхностного стока в ряде регионов России: Краснодарском и Приморском краях, Астраханской и Московской областях и Калмыкии по нидерландской компьютерной модели «WOFOST» [1]. Модель «WOFOST» разработана с целью изучения мировых продовольственных ресурсов и позволяет количественно оценивать урожайность сельскохозяйственных культур в различных природно-климатических условиях.

Для выполнения сценарных исследований был определен ряд сельскохозяйственных культур, регионов, а также пошаговое увеличение склонового сто-

ка и влагозапасов в почве.

В зоне избыточного увлажнения были выбраны Московская область и Приморский край. В зоне недостаточного увлажнения – Астраханская область, Краснодарский край и республика Калмыкия.

Московская область. Климат умеренно–континентальный. Средняя температура января колеблется от – 9,8ºС до – 11,3ºС; июля колеблется от +17,1ºС до +18,5ºС. За год выпадает 506–676 мм осадков. Преобладают дерново-подзолистые суглинистые почвы, в южной части – серые лесные, на Верхне – Волжской низменности и в Мещере – подзолисто-глеевые и болотные. Выращивают зерновые культуры (овес, пшеницу, рожь и др.), технические, овощные и картофель, а также кормовые культуры.

Приморский край. Климат муссонный.Средняя температура января колеблется от -20ºС до -27ºС в материковых районах. Средние температуры июля равны +14 - +21ºС. Годовое количество осадков: 600–900 мм. Для равнины характерны буро-подзолистые и лугово-бурые оподзоленные почвы, в долинах рек – аллювиальные почвы. Из зерновых культур преимущественно выращивают пшеницу, рис, овес; из технических – сою. Также возделывают картофель, овощи и кормовые культуры.

Астраханская область. Климат резко-континентальный, сухой. Средняя температура января -7,1ºС; июля +25,2ºС. Среднегодовые осадки составляют 206 мм. На равнине почвы бурые пустынно-степные. Встречаются массивы полузакрепленных песков и участки солонцов и солончаков. Из зерновых культур выращивают рис, пшеницу, рожь, ячмень, сорго, а также - овощи.

Краснодарский край. На равнине средняя температура января -2ºС; июля +22,8ºС.В год выпадает 400 мм осадков. На равнине преобладают почвы черноземного типа. Главная культура – озимая пшеница, также выращивают рис, подсолнечник, сахарную свеклу, картофель, овощи.

Калмыкия. Климат резко–континентальный с жарким сухим летом и малоснежной, холодной зимой. Средняя температура июля колеблется от +23ºс до +26ºС; января от -8ºс до -5ºС. За год выпадает 170 – 400 мм осадков.

По каждому региону были определены характерные для него сельскохозяйственные культуры. По Московской области выполнялась оценка урожайности озимой пшеницы и картофеля; по Приморскому краю -кукурузы на зерно, озимой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы, рапса, сои, нута и сорго; по Астраханской области – кукурузы на зерно, озимой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы, рапса, сои, нута и сорго; по Краснодарскому краю – кукурузы на зерно, озимой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы, рапса, сои, нута и сорго; по республики Калмыкия - кукурузы на зерно, озимой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы, рапса, сои, нута и сорго.

Наиболее высокая урожайность озимой пшеницы получена на поливных землях Краснодарского края 60–70 ц/га зерна и более. Урожайность нута в Краснодарском крае достигает 28–32 ц /га. На Кубани, в Ставрополье и в других южных районах на поливе урожайность кукурузы на зерно составляет 80–100 ц/га.

По 200 ц/га и более получают картофеля в Московской, Калининградской, Брянской и других областях. Во многих передовых хозяйствах и даже районах и областях России урожайность сахарной свеклы составляет 300–500 ц/га и более. Урожайность сои в Амурской области, в Хабаровском и Краснодарском краях составляет 30–32 ц/га. В районах с благоприятными условиями урожайность озимого рапса составляет до 25 ц/га, ярового 8–15 ц/га. Урожай зерна сорго при хорошем уходе достигает 30–50 ц/га.

Расчет потенциально возможной урожайности (по сухому веществу) на склоновых землях проведен для расширения представления о возможности более широкого использования склоновых земель в сельскохозяйственном производстве. Результаты расчета показали следующее.

Потенциально возможная (расчетная) урожайность сельскохозяйственных культур (по сухому веществу) в Краснодарском крае по климатическим данным 1993–95 гг. составила: кукурузы на зерно – 7,85…10,74 т/га; озимой пшеницы – 6,15…8,03 т/га; картофеля – 12,96…14,72 т/га; сахарной свеклы – 15,48…16,90 т/га; рапса – 1,18…2,49 т/га; сои - 3,31…3,66 т/га; нута – 2,51…2,97 т/га и сорго – 6.12…6,47 т/га.

В Калмыкии потенциально возможная урожайность кукурузы на зерно за тот же период составила 6,40…10,24 т/га; озимой пшеницы – 5,84…6,96 т/га; картофеля – 11,68…12,94 т/га; сахарной свеклы – 11,40…14,40 т/га; рапса – 1,56…2,64 т/га; сои - 1,50…3,32 т/га; нута – 2,38…2,80 т/га и сорго – 4.82…5,10 т/га.

Рсчетная урожайность в Московской области за 1988 – 90 гг. составила: кукурузы на зерно – 1,21…7,53 т/га; озимой пшеницы – 4,52…8,38 т/га; картофеля – 10,22…15,97 т/га

В Приморском крае за 1987–95 гг. расчетная урожайность составила: кукурузы на зерно – 7,49…11,54 т/га; озимой пшеницы – 5,65…8,53 т/га; картофеля – 12,49…16,14 т/га; сахарной свеклы – 9,73…14,46 т/га; рапса – 2,80…3,72 т/га; сои - 2,61…3,36 т/га; нута – 1,06…2,62 т/га и сорго – 1.16…3,90 т/га.

В качестве примера приведены результаты моделирования зависимости урожайности с/х культур на склоне от поверхностного стока от 0 до 1,0 по Астраханской области (табл. 1). Как видно из таблицы для этой зоны наиболее продуктивными культурами являются кукуруза на зерно, пшеница, а из овощных культур картофель. Потенциально возможная урожайность с/х культур (по сухому веществу) по климатическим данным 1992–94 гг. составила: кукурузы на зерно – 6,46…9,90 т/га; озимой пшеницы – 5,46…6,14 т/га; картофеля – 10,72…11,55 т/га; рапса – 1,52…2,32 т/га; сои - 2,88…3,20 т/га; нута – 1,51…2,61 т/га и сорго – 4.42…5,48 т/га. Надо отметить, что по Астраханской области урожайность при влагозапасах в 2000 м^3/га в корнеобитаемом слое не зависит до определенной доли стока в различные расчетные года в разной степени у кукурузы на зерно, озимой пшеницы, сахарной свеклы, нута и сорго; при влагозапасах в 1000 м^3/га - у кукурузы на зерно, рапса, сои, нута и сорго; при влагозапасе равном 0 (нулю) – у рапса и сои. Наибольшая, если можно так выразиться, склоноустойчивость отмечена у рапса и сои.

Таблица 1 - Расчетная урожайность с/х культур на склоне при поверхностном стоке от 0 до 1,0 в Астраханской области (по сухому веществу, т/га)

№№ п.п.	Год	При влагозапасе в корнеобитаемом слое почвы (м³/га)		
		2000	1000	0
1	2	3	4	5
Астраханская область				
1	*Кукуруза на зерно*			
	1992	6,40…6,35	6,40…3,00	1,02…0,00
	1993	8,68…5,72	7,8…1,44	1,48…0,00
	1994	7,73…4,08	5,48…1,36	1,80…0,00
2	*Озимая пшеница*			
	1992	5,46…3,04	4,44…0,81	0,69…0,00
	1993	6,24…3,02	4,18…0,50	1,14…0,00
	1994	14,15…12,07	11,34…6,58	4,36…0,10
3	*Картофель*			
	1992	8,28…1,38	8,28…1,38	2,93…0,00
	1993	11,55…2,01	7,52…2,00	4,71…0,00
	1994	4,19…1,80	4,19…1,80	2,48…0,00
4	*Рапс*			
	1992	2,30..2,07	2,01…0,72	0,15…0,00
	1993	2.22…2.09	1,84…0,94	0,32…0.00
	1994	1.50…1,50	1.41…0.80	0,42…0,00
5	*Соя*			
	1992	2,88…2,84	2,88…1,42	0,69...0,00
	1993	3.17…2,95	3,11…1,26	0,71…0.00
	1994	3,20…2,97	2,96…1,29	1,00…0,00
6	*Нут*			
	1992	1,52…0,66	1,54…0,01	2,13…0,00
	1993	2.29…0,13	0,77…0,01	1,00…0,00
	1994	1.56…0,30	0,55…0,04	0,40…0,00
7	Сорго			
	1992	4,43…2.13	4,42…0,17	4,63…0,00
	1993	4,97…0,78	2,30…0,08	2,04…0,00
	1994	3,14…0,80	1,40…0,13	0,28…0,00

Список использованных источников

1. Boogard, H.L., Van Diepen, C.A., Rotter,R.P., Cabrera, J.M.C.A., Van Laar, H.H., 1998, WOFOST 7.1 WOFOST Control Center 1.5 Technical Document 52,DLO Winand Staring Centre, Wageningen, 1998.

2. Корягин В.А. Применение голландской математической модели «Свап» для сценарных исследований оптимизации сельскохозяйственного производства в пределах мелиорируемого агроландшафта в Калининградской области. Экологические проблемы мелиора-

ции. /Материалы конференции 27-28 марта 2002г. М., 2002. С-169-171.
3. Корягин В.А., Корягина Л.М. Сценарные исследования урожайности риса в Астраханской области, Краснодарском и Приморском краях на ПЭВМ. Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования. /Материалы конференции (Костяковские чтения). М., 2007. Том 1, С-224-229.

УДК 631. 45

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ПРИ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Е.И. Кузнецова[1], С.В. Никифоров[2], С.Г.Доценко
[1]Всероссийский центр по оценке качества сортов сельскохозяйственных культур, г. Москва, Россия;
[2]Всероссийский центр карантина растений ФГБУ «ВНИИКР», пос.Быково, Россия

Известно, что при низкой относительной влажности воздуха даже в условиях оптимальной влажности почвы не всегда удается создать необходимый уровень водного режима растений. Возникновение даже небольшого дефицита воды в органах растений сразуже сказывается на интенсивности и направленности физиолого-биохимических процессов, что замедляет рост и снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Так основной показатель при мелкодисперсном дождевании - суточная норма полива - зависит отприродно-климатической зоны, а также от объема разовой нормы увлажнения и количества поливов за сутки. Как указывают многие авторы, средняя за период вегетации растений суточная норма мелкодисперсного дождевания находится в пределах 2-7 м^3/га [1-3].Важнейшим показателем режима мелкодисперсного дождевания является промежуток времени между двумя следующими один за другим поливами, то есть межполивной интервал.В результате исследований, проведенных в различных природно-климатических условиях, установлено, что межполивной интервал зависит от величины разовой нормы увлажнения, конкретной культуры и гидротермических условий [4].

Сравнительная оценка возможности и фактической продуктивности сельскохозяйственных культур свидетельствует о наличии большого нереализованного резерва. Так отзывчивость различных растений на орошение в течение периода вегетации неодинакова. Вэтой связи и в целях экономии оросительной воды, сокращения эксплуатационных затрат, ряд исследователей проводили мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур только в критические для роста и развития фазы. В опытах Е.А. Стельмаха, М.А. Кузина (1985), В.Г. Бурдюкова, В.Н. Зинковского (1980), В.В. Бородычева (1983) посевы озимой пшеницы увлажняли, начиная с фазы колошения и заканчивая в фазе молочно-восковой спелости; кукурузы - с фазы 6-7 листьев до молочно-восковой спелости; картофеля - с фазы бутонизации до начала увядания; люцерны - в период образования и формирования генеративных органов. При этом получены существенные прибавки урожая. Однако эти данные не все подтверждены ме-

теорологическими условиями, в которых проводились опыты, поэтому они не могут быть рекомендованы в различных условиях.

В отечественной и зарубежной литературе недостаточно данных о зависимости эффективности мелкодисперсного дождевания от сроков егоосуществления, что не позволяет дать однозначный ответ на вопрос об оптимальных с точки зрения биологии растений, а также технико-экономических показателях, сроках увлажнения посевов. Как правило, мелкодисперсное дождевание начинают проводить при смыкании растительного покрова и заканчивают при завядании листьев.

У большинства сельскохозяйственных культур период потребности в мелкодисперсном дождевании длится до двух и более месяцев. Но за этот период мелкодисперсное дождевание выполняется в основном при неблагоприятных эколого-физиологических условиях (солнечные дни, без осадков). Для выявления потребности растений в мелкодисперсномдождевании используют ряд гидротермических показателей: температура, относительная влажность воздуха и т.д. Наиболее объективным показателем может быть температура растительного покрова, но по некоторым причинам,в основном техническим, она не используется [5]. Некоторыеисследователи рекомендуют проводить мелкодисперсное дождевание при температуре воздуха выше 20**°С** - капусты, выше 22**°С** - яровой пшеницы и картофеля, при температуре 23-25°С - люцерны и кукурузы [6]. Однако такой подход не отвечает физиологическим потребностям растений и в значительной степени зависит от метеорологических условий в период вегетации.

Многими авторами выявлена зависимость применения мелкодисперсного дождевания не только от температуры, но и от относительной влажности воздуха. Например, в аридныхусловиях на сахарной свекле оно проводится при температуре 25°С и относительной влажности воздуха 40%, на озимой пшенице соответственно более 25°С и менее 30%, на виноградниках - 25-30°С и 40-45%, на картофеле - 20°С и 60% [4].

Мелкодисперсное дождевание, как в аридной, так и гумидной зонах России способствует повышениюурожайности агроценозов за счет оптимизации теплового и водного режимов. Наши опыты в аридных и гумидных условиях (1986 - 2007 гг.) на кормовых, бобовых, злаковых, технических культурах доказали зависимость как урожайности культур, так и плодородия почвы от экосреды всей системы « почва - растение - атмосфера».

Экологическая роль мелкодисперсного дождевания

При мелкодисперсном дождевании, в отличие от других способов полива, орошается не почва, а растения.При этом сокращаются потери воды на транспирацию, интенсивностькоторой зависит от размера испаряющей поверхности листьев, их температуры и влажности воздуха. Именно при мелкодисперсном дождевании возможно в комплексе оптимизировать как параметры температуры воздуха, почвы, так и листового покрова растений, ежечасно создавать благоприятный микро- и фитоклимат.

Многие исследователи считают, что время испарения капель с поверхности листьев и время стабилизации регулируемых параметров фитоклимата яв-

ляются достаточно надежным показателем для определения межполивного интервала. Суммарным показателем режима мелкодисперсногодождевания является оросительная норма, зависящая от разовой нормы, межполивного интервала,сроков проведения увлажнений.Не зависимо от интенсивности поливов, оросительные нормы при мелкодисперсном дождевании, как правило, в несколько раз меньше, чем при других способах орошения. Разнообразие условий проведения мелкодисперсного дождевания в сочетании с дождеванием обусловило широкий спектр оросительных норм. В Молдавии мелкодисперсное дождевание дает хороший эффект на овощных культурах.

Мелкодисперсное дождевание можно отнести к эколого-мелиоративным методам, так как отсутствует поверхностныйсток и глубокая фильтрация, исключается опасность поднятия грунтовых вод, сохраняются структура и физические свойства почвы. Важной особенностью мелкодисперсного дождевания являются не только равномерное распределение воды над посевами, но и оптимальный размер капель.

По мнению Б.К. Рассолова и В.В.Горшкова (1980), изучавших размер капель при мелкодисперсном дождевании (МДД), оптимальным диаметром является 100-800 мкм. Уменьшение диаметра капель способствует более интенсивному их испарению, но на мелкие капли большее влияние оказывает ветер, а при размере меньше 50 мкм они могут вообще не оседать. К такому же выводу пришли В. Уолтон и В. Прюстт (1968). Нами установлено, что при МДД корневая система сельскохозяйственных культур проникает в более глубокие слои почвы вследствие более мощного развития корневой системы, что способствует повышению почвенного плодородия.

А.Н. Костяков [7,8] указывал, что основной задачей сельскохозяйственных мелиорацийявляется "коренное улучшение неблагоприятных природных (гидрологических, почвенных, агроклиматических) условий с целью наиболее эффективного использования земельных ресурсов…». Одно из основных направлений вувеличении получения продуктов питания в условиях Центральной России - повышение плодородия почвы и создание надежной и сбалансированной кормовой базы для животноводства. Эту задачу можно решить путем внедрения новых экологически безопасных способов полива, производства новых кормовых культур, повышения урожайности как традиционных культур, так и нетрадиционных.

Для ЦентральногоНечерноземья актуально коренное улучшение использование пашни, так как климатические условия при регулировании водного, теплового и питательного режимов позволяют получать урожаи сельскохозяйственных культур на 30-50% больше, чем получают в настоящее время. Ход развития мелиоративной науки показывает, что повышение урожайности возможно только за счет комплекса антропогенных воздействий, определяющих экологически сбалансированное состояние агроэкосистемы "почва - растение - атмосфера". Необходимо выработать единую концепцию управления процессами формирования мелиоративных режимов. Одним из эффективных методов регулирования водного, теплового и питательного режимов является мелкодисперсное дождевание [6].