

ISSN 2313-2248

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Научно-практический журнал

Выпуск № 1(57)/2015

Новочеркасск

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Научно-практический журнал
ФГБНУ «РосНИИПМ»
Издается с июня 1978 года
Выходит четыре раза в год

Выпуск № 1(57)/2015

Январь – март 2015 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор – академик РАН, доктор технических наук, профессор, директор ФГБНУ «РосНИИПМ» В. Н. Щедрин

Заместитель главного редактора – кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь Т. П. Андреева

Ответственный секретарь – Е. И. Лобова

Редакторы: доктор сельскохозяйственных наук, профессор Г. Т. Балакай; доктор технических наук С. М. Васильев; доктор сельскохозяйственных наук, Ю. Ф. Снопич; кандидат сельскохозяйственных наук, Т. П. Андреева; кандидат сельскохозяйственных наук, С. А. Селицкий; кандидат сельскохозяйственных наук, О. В. Воеводин; кандидат сельскохозяйственных наук, Л. А. Воеводина; кандидат сельскохозяйственных наук, Л. М. Докучаева; кандидат сельскохозяйственных наук, Р. Е. Юркова; кандидат технических наук, А. С. Штанько.

Технический редактор – Е. А. Бабичева

Литературный редактор – А. И. Литовченко

Выпускающий – Л. И. Юрина

Адрес редакции: 346421, Ростовская область,
г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 190.

Тел./факс: (8635) 26-74-53
<http://www.rosniipm.ru/ppeoz>
e-mail: transfer-rosniipm@yandex.ru

Подписано в печать 11.03.2015. Формат 60×84/8.

Усл. печ. л. 23,0. Тираж 500 экз. Заказ № 19.

ФГБНУ «РосНИИПМ»
346421, Ростовская область,
г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 190

Отпечатано ИП Белоусов А. Ю.

346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 190 «Е»

ISSN 2313-2248



9 772313 224008

Дата выхода в свет 31.03.2015

Свободная цена

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

«Сохранение, восстановление и улучшение почв: настоящее и контуры будущего»

Аверчев А. В., Аверчева Н. А. Развитие зерновой отрасли и ее значение в экономике Украины.....	5
Чевердин Ю. И., Титова Т. В., Беспалов В. А. Особенности изменения морфометрических показателей черноземов в постмелиоративный период.....	10
Шалашова О. Ю. Влияние мелиорации удобрительно-мелиорирующими смесями на экологическое состояние черноземов обыкновенных деградированных.....	14
Балакай Г. Т., Докучаева Л. М., Юркова Р. Е., Миронченко М. С. Продуктивность рисовых почв и причины снижения их плодородия.....	17
Юркова Р. Е., Докучаева Л. М. Новый подход к освоению черноземов при орошении.....	22
Балакай Н. И. Влияние водной эрозии на плодородие почв.....	28
Пунинский В. С. Система машин как составляющая улучшения земель с комплексами солонцов и обеспечения импортозамещения продовольствия.....	34
Радевич Е. В. Влияние внесения фосфогипса на содержание тяжелых металлов в условиях рисосеяния.....	43
Антонова Н. А., Домашенко Ю. Е., Васильев С. М. Влияние орошения на микробиологические показатели почв Ростовской области.....	49
Иванова Н. А., Гурина И. В. Мониторинг рекультивационного слоя золотвала после фитомелиорации.....	53
Ляшков М. А., Васильев С. М., Домашенко Ю. Е. Анализ системы почв Ростовской области.....	59
Галимов А. Х. Природоохранная технология сельскохозяйственного освоения горных земель различной крутизны на базе создания новых систем орошения и методов ускоренного повышения почвенного плодородия.....	62
Турко С. Ю. Фитомелиорация деградированных угодий на основе технологии выращивания перспективных видов кормовых растений.....	68
Чембарисов Э. И., Лесник Т. Ю., Насрулин А. Б., Чембарисов Т. Э. Влияние качества оросительных вод Средней Азии на мелиоративное состояние орошаемых земель.....	72
Власенко М. В., Кулик А. К. Эколого-ботанический анализ лекарственной флоры Арчедино-Донского песчаного массива на основных типах местообитания.....	78
Кружилин И. П., Кузнецова Н. В., Козинская О. В. Сочетание орошения дождеванием с агро-мелиоративными приемами обеспечивает сохранение и повышение плодородия почвы.....	84
Кулик А. К., Власенко М. В. Эколого-гидрологическая оценка воздействия сельского и лесного хозяйства на песчаные земли Верхнего Дона.....	89
Чембарисов Э. И., Лесник Т. Ю., Насрулин А. Б., Эргашев А. Мелиоративное состояние земель и формирование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях Кашкадарьинской области Республики Узбекистан.....	95
Шуляков Л. В. Комплексное регулирование водного и питательного режимов почвы при возделывании картофеля.....	100
Власенко М. В., Турко С. Ю. Методическая основа исследования влияния эдафического фактора на биоценотические процессы в искусственных кормовых ценозах.....	104

Сторчоус В. Н. Изменение свойств почвы при различных способах полива сада в условиях Крыма.....	110
Шкутов Э. Н., Лученок Л. Н. Изменение физических свойств осушенного торфяного слоя в процессе длительного сельскохозяйственного использования	115
Герасименко А. А., Горовцов А. В. Роль цианобактерий в защите и ремедиации почв на примере антропогенно-преобразованных почв	120
Васильев Ю. И., Турко С. Ю., Овечко Н. Н. Моделирование динамики процессов аккумуляции мелкозема в системе лесополос и стабилизации территории, подверженной дефляции	125
Гаевая Э. А., Мищенко А. Е. Сохранение и восстановление плодородия почв эрозионноопасных склонов	131
Абакумова Л. И. Экологические аспекты озеленения сельских территорий на комплексных каштановых почвах сухой степи.....	137

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Ворожбит Н. М. Экологические факторы и их влияние на микроклимат животноводческих помещений.....	141
Карашук Г. В., Лавренко С. О., Рыбалкина Т. С. Влияние способа подготовки рассады на урожайность сортов земляники садовой в условиях орошения юга Украины.....	143
Иванов Н. А., Сидякина Е. В. Эффективность выращивания позднеспелых гибридов кукурузы в условиях орошения юга Украины.....	146
Господаренко Г. Н., Лысянский А. Л. Влияние удобрения на особенности водопотребления сидератов и водный режим чернозема оподзоленного Правобережной лесостепи.....	151
Шадских В. А., Пешкова В. О., Кижяева В. Е., Лапшова А. Г. Эффективность биопрепаратов при возделывании семенных посевов сои для поддержания плодородия почв в условиях орошения сухостепной зоны Поволжья.....	157
Карашук С. В., Карашук Г. В., Лавренко С. О. Энергетическая эффективность выращивания ярового ячменя в условиях южной степи Украины.....	162
Ушкаренко В. А., Лавренко Н. Н., Лавренко С. О. Изменение физических свойств почвы на посевах нута в зависимости от обработки почвы и условий увлажнения в условиях Сухой Степи.....	165
Цуркан Н. В., Антипова Л. К. Экономико-энергетическая эффективность производства продукции многолетних трав на орошаемых землях юга Украины.....	169
Волокитин М. П. Влияние орошения на основные свойства черноземов.....	173

МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Романова Л. Г., Шадских В. А., Кижяева В. Е., Лапшова А. Г. Критерии оценки компонентов агроландшафта, обеспечивающих экологическую устойчивость орошаемой территории.....	180
Хачетлов Р. М. Пути повышения эффективности мелиоративного земледелия в Кабардино-Балкарской Республике.....	186

ЭКОНОМИКА МЕЛИОРАЦИИ

Балыхина А. А. Системное моделирование рисков в платном водопользовании	192
--	-----

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
«Сохранение, восстановление и улучшение почв:
настоящее и контуры будущего»

УДК 633.1(477)

А. В. Аверчев, Н. А. Аверчева

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

РАЗВИТИЕ ЗЕРНОВОЙ ОТРАСЛИ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ
В ЭКОНОМИКЕ УКРАИНЫ

В статье рассматривается развитие зерновой отрасли в экономике Украины. Приведены статистические и расчетные данные по структуре, динамике посевных площадей, валового сбора и экономической эффективности производства зерна, а также внесению удобрений на землях сельскохозяйственных предприятий. Отмечено, что в сравнении с 2002 г. произошло увеличение посевных площадей на 118,8 %, урожайности – на 205,7 %, валового сбора зерна – на 257,8 %. Органические удобрения внесены на площади 0,4 млн га, что составляет лишь 2,2 % общей площади посевов (9,6 млн т, что на 0,4 % меньше объема 2012 г.). Для реализации стратегии развития зернового производства планируется увеличение к 2020 г. объемов производства зерна до 80 млн т, производства кормовых культур – до 32,0 млн т к. е., урожайности зерновых – до 49,4 ц/га. Все эти меры позволят государству увеличить объем экспорта зерна к 2020 г. до 33,5 млн т.

Ключевые слова: зерно, урожайность, валовой сбор, динамика, структура посевных площадей, эффективность и рентабельность производства зерна.

Среди отраслей агропромышленного комплекса Украины наиболее важной является зернопродуктовая. Это основа всего сельскохозяйственного производства. Зерновое хозяйство страны формирует продовольственный фонд, обеспечивает животноводство фуражным зерном, создает резервные государственные запасы зерна, формирует значительную долю экспорта.

Зерновой сектор Украины является стратегической отраслью экономики государства, определяет объемы предложения и стоимость основных видов продовольствия для населения страны, в частности продуктов переработки зерна и продукции животноводства, формирует существенную долю доходов сельскохозяйственных производителей, определяет состояние и тенденции развития сельских территорий. Зерновые культуры уникальны по своим биологическим свойствам. Они накапливают большое количество высококалорийных органических соединений – белков, углеводов, жиров, макро- и микроэлементов; содержат разнообразные ферменты – амилазы, липазы, оксидазы и др., а также витамины В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₆ (пиридоксин), С (аскорбиновую кислоту), Е (токоферол), провитамин А (каротин) и другие.

Для пищевых отраслей, производящих хлебобулочные, макаронные и мучные кондитерские изделия, необходимо зерно пшеницы твердых и сильных сортов с повышенным содержанием клейковины. В связи с этим усилия агропромышленного подкомплекса, который занимается производством продовольственного зерна, направлены на улучшение его качественных показателей. Этого можно достичь за счет увеличения производства зерна пшеницы твердых и сильных сортов с повышенным содержанием белка и клейковины. За последние пять лет заготовка твердой пшеницы в среднем составляла около 40 тыс. т при потребности (для изготовления высококачественных макаронных изделий и круп) 250–300 тыс. т.

Зерновой комплекс Украины базируется на выращивании, переработке и потреблении следующих культур: пшеницы, ячменя, проса, риса, овса, гречихи, рапса и сои. Основной зерновой культурой Украины является озимая пшеница, на долю которой приходится почти 20 % посевных площадей. Озимая пшеница обеспечивает около 50 % валового сбора зерна в стране. Основные районы выращивания этой культуры – лесостепная, степная зоны и частично Полесье. Яровая пшеница уступает озимой по урожайности, поэтому она имеет незначительное распространение, главным образом в степных районах. В лесостепной зоне яровую пшеницу высевают в случае вымерзания озимой. Посевы ржи занимают около 2 % площади зерновых. Ее выращивают в Полесье, в лесостепи, на Карпатах. Рожь по урожайности более чем вдвое уступает озимой пшенице. Большое значение на Украине имеют зернофуражные культуры – ячмень, кукуруза и овес.

В 2013 г. доля озимых культур в зерновом клине составила 48,8 % (7,9 млн га), из которых под пшеницей было занято 6,5 млн га (82 % площадей); под яровыми культурами – 51,2 % (8,3 млн га) (рисунок 1).

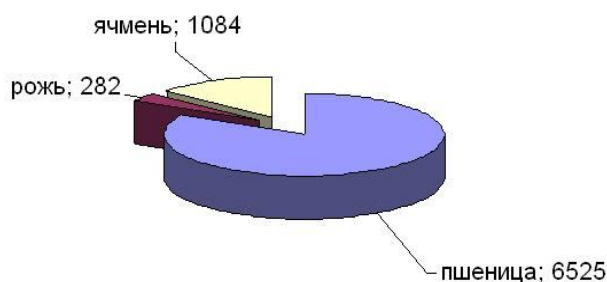


Рисунок 1 – Структура посевных площадей озимых зерновых культур в 2013 г., тыс. га

Ячмень – вторая по размерам посевных площадей и валовому сбору зерна (около 20 %) яровая зерновая культура. В 2013 г. среди яровых зерновых культур наиболее распространенными были кукуруза (59 % площадей посевов, или 4,9 млн га, что на 5,8 % больше, чем в 2012 г.) и ячмень (27 %) (рисунок 2).

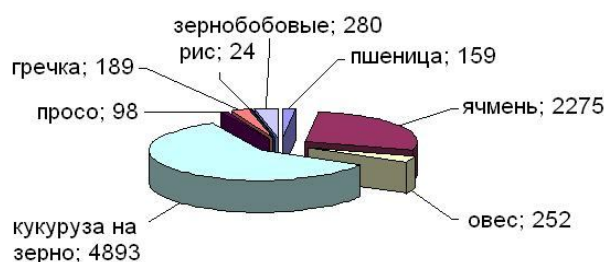


Рисунок 2 – Структура посевных площадей яровых зерновых культур в 2013 г., тыс. га

Третье место на Украине по площади посевов занимает кукуруза. На ее долю приходится почти 15 % валового сбора зерна. Это довольно урожайная, засухоустойчивая культура с высокой кормовой ценностью. Лучшие условия для ее выращивания – в северной и центральной степи. Значительные посевы кукурузы сосредоточены также в южной части лесостепи, Закарпатской, Черновицкой и Одесской областях.

В начале 1990-х гг. посевная площадь кукурузы уменьшалась, в 1996 г. она составляла 0,7 млн га. В 1997 г. намечилось значительное увеличение площади посевов кукурузы на зерно (до 1,7 млн га), что соответственно привело и к значительному росту ее валового сбора. В начале 1990-х гг. он составил 4,7 млн т, в середине 1990-х гг. – 1,5 млн т, в 1997 г. – 5,3 млн т. Резкий спад валового сбора кукурузы на зерно в начале и середине 1990-х гг. сдерживал производство комбикормов, что негативно повлияло

на развитие животноводства. Высокую потребность в зерне кукурузы испытывают также пищевая, микробиологическая, медицинская промышленность и другие отрасли народного хозяйства. Неблагоприятные природные условия последних лет, ухудшение обеспечения хозяйств удобрениями, гербицидами, горюче-смазочными материалами, морально устаревшее техническое обеспечение отрасли – это основные причины, которые привели к резкому уменьшению валового сбора кукурузы в стране. В связи с этим в национальной программе «Зерно Украины» предполагалось в последующие годы увеличить посевные площади кукурузы до 2,3 млн га и создать все условия для доведения валовых сборов этой культуры до 8 млн т в 2005 г. [1].

Что касается фуражного зерна, то его доля составляет лишь 42 % валового сбора зерна. Мы еще недостаточно собираем зерна ячменя, кукурузы, овса, зернобобовых культур, планируется в ближайшие годы довести его удельный вес в валовом сборе всего зерна до 60–65 %. Овес занимает такую же площадь, как и рожь. На Украине он является вспомогательной зернофуражной культурой. Его посевы сосредоточены в Полесье и Прикарпатье.

Большое значение в рационе человека имеют крупяные культуры – гречка, просо и рис, но валовые сборы их невелики. В сумме они составляют около 3 % валового сбора зерна в стране.

Наибольшую площадь среди крупяных культур занимает гречка. Это одна из традиционных сельскохозяйственных культур украинского народа. Урожайность гречки небольшая, около 10 ц/га. Сеют ее в основном в лесостепи и в Полесье.

Просо выращивают преимущественно в лесостепи и степи. Это достаточно засухоустойчивая культура. Основные площади под просо заняты в степных районах, но самая высокая урожайность этой культуры – в зоне лесостепи.

Рис как продовольственную культуру выращивают на поливных землях (чеках) в Николаевской, Херсонской областях и в Крыму. Зернобобовые горох, люпин, вика и соя – очень ценные кормовые и пищевые культуры. Кроме того, их выращивание увеличивает содержание азота в почве. Распространены на Украине также бобы, фасоль, нут, чечевица. Горох выращивают преимущественно на юге лесостепи и севере степи, люпин – в Полесье. Соя содержит много протеина и используется в пищевой промышленности и как кормовая культура. Посевы ее сосредоточены преимущественно в степи и лесостепи.

На базе зернового хозяйства работают мукомольно-крупяная, хлебопекарная, макаронная и кондитерская отрасли пищевой промышленности.

Для нашей страны хлеб и хлебобудничные продукты являются основой питания. За последние годы потребление хлебных продуктов на душу населения возросло с 138 кг в 1985 г. до 145 кг в 1994 г. При физиологической норме его потребления 101 кг в рационе жителя нашей страны хлеб и картофель составляет 46 %, в то время как американца – 22 %. Население Украины полностью обеспечено хлебом и хлебобудничными продуктами (111 килограмм на одного человека) [2].

В целом продовольственным зерном мы обеспечиваем свои потребности, но не хватает качественного зерна сильной и твердой пшеницы, крупяных культур. В связи с этим в решении зерновой проблемы приоритетная роль отведена увеличению производства высококачественного зерна пшеницы твердых и сильных сортов, посевные площади которых увеличиваются в степных и лесостепных областях Украины.

В 2013 г. удельный вес зерновой отрасли в структуре валовой продукции всего сельскохозяйственного производства составляет 26,5 %. Под зерновые отведено 57,2 % посевных площадей, и за счет них обеспечивается 37,4 % товарного экспорта страны. Таблица 1 отражает показатели удельного веса зернового производства в основных экономических показателях [3].

В общей структуре посевных площадей в 2013 г. доля зернового клина составляла 57,2 % (в 1990 г. – 45,0 %). В 2013 г. в сравнении с 2012 г. зафиксировано расширение

посевных площадей под зерновыми культурами на 4,9 % (было отведено 16,2 млн га, или 57,3 % общей площади).

Таблица 1 – Значение зерновой отрасли

В процентах

Показатель	Год							2013 г. к 2000 г.
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	
В структуре валовой продукции сельского хозяйства	18,9	18,0	23,2	21,4	25,9	22,1	26,5	8,5
В структуре посевных площадей	45,0	50,2	57,6	56,0	56,8	55,6	57,2	7,0
В товарной структуре экспорта	-	-	32,1	24,9	28,3	39,1	37,4	-

В сельскохозяйственных предприятиях преобладающую долю посевов составляли зерновые (60,3 %) и технические культуры (34,0 %), тогда как в хозяйствах населения под зерновыми находилось 50,0 % посевов.

В 2013 г. производством зерновых и зернобобовых культур занимались 37,2 тыс. аграрных предприятий, ими произведено 49700 тыс. т зерновых и зернобобовых культур, в среднем по 43,0 ц/га убранный площади.

Следует отметить, что производительность крупнотоварных предприятий достаточно высокая: 2,5 тыс. производителей зерновых и зернобобовых культур с объемом производства каждого более 5,0 тыс. т получили с 1 га по 54,8 ц зерна против 30,3 ц в аграрных предприятиях с объемом производства до 5,0 тыс. т.

Хозяйствами всех категорий в 2013 г. получен рекордный за годы независимости урожай зерновых и зернобобовых культур – 63,1 млн т (в весе после доработки) – прежде всего за счет повышения их урожайности до среднемирового уровня (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика развития зерновой отрасли Украины

Показатель	Год							2013 г. к 2000 г., %
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	
Посевные площади, тыс. га	14583	13646	15005	15090	15724	15449	16210	118,8
Урожайность, ц/га	35,1	19,4	26,0	26,9	37,0	31,2	39,9	205,7
Валовой сбор, млн т	51,009	24,459	38,016	39,271	56,747	46,216	63,051	257,8
в т. ч. с.-х. предприятия	49,564	19,964	28,790	29,779	44,219	36,075	49,659	248,7
Удельный вес с.-х. предприятий	97,2	81,6	75,7	75,8	77,9	78,1	78,8	-2,8 в. п.

По сравнению с 2012 г. производство зерна увеличилось на 36,4 % при росте урожайности зерновых культур на 8,7 ц/га (или на 27,9 %) и расширении площади сбора на 1,0 млн га (или на 6,8 %). Производство продовольственных зерновых культур в 2013 г. увеличилось на 37,3 % и составило 23,4 млн т (37 % общего объема), фуражных зерновых на 35,9 %.

В отчетном году было зафиксировано снижение уровня рентабельности производства продукции растениеводства. В частности, доходность зерновых и зернобобовых культур сократилась с 15,2 % в 2012 г. до 1,7 % в 2013 г. (рисунок 3).

Вместе с тем эффективность производства в отрасли недостаточна. Уровень рентабельности производства продукции растениеводства за период 2008–2010 гг. составлял 25,8 %, в 2013 г. – 1,5 %, тогда как для эффективного расширенного производства необходимо 45–50 %.

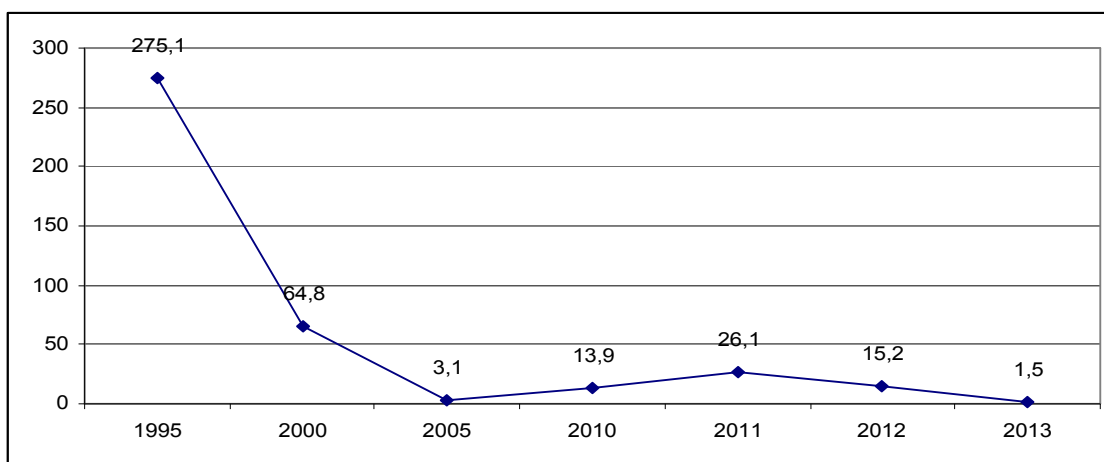


Рисунок 3 – Уровень рентабельности производства зерновых на Украине, %

Конкурентоспособность продукции отрасли невысокая, в частности, вследствие низкого уровня продуктивности культур в сравнении с Европейским союзом. В среднем за 2008–2010 гг. урожайность зерновых и зернобобовых была ниже в 1,1 и 1,6 раза (33,1 и 50,0 ц/га против 30,5 ц/га).

Целью стратегии развития зернового производства является обеспечение стабильного роста производства продукции для нужд внутреннего и внешнего рынка и повышение эффективности отрасли. Предполагается увеличение объемов производства зерна в 2015 г. до 71 млн т, в 2020 г. – до 80 млн т (по 39,3 млн т в 2010 г. и 56,7 млн т – в 2011 г.); производства кормовых культур в 2015 г. до 24,0 млн т, в 2020 г. – до 32,0 млн т к. е. против 6,2 млн т в 2010 г.; объемов экспорта зерна в 2015 г. до 29,0 млн т, в 2020 г. – до 33,5 млн т (по 14,2 млн т в 2010 г. и 14,3 млн т – в 2011 г.); урожайности зерновых в 2015 г. до 43,8 ц/га, в 2020 г. – до 49,4 ц/га (по 26,9 ц/га в 2010 г. и 37,0 ц/га – в 2011 г.).

Одним из главных элементов в системе мер по наращиванию объемов и повышению урожайности сельскохозяйственных культур является применение удобрений. Под урожай 2013 г. сельскохозяйственными предприятиями, кроме малых, на площади 15,3 млн га (80,9 % посевных площадей) внесено 1,5 млн т минеральных удобрений (в питательных веществах), что на 10,9 % больше уровня 2012 г. В среднем на 1 га общей посевной площади внесено 79 кг удобрений против 72 кг в 2012 г. Из общего количества минеральных удобрений 66,8 % использовано под зерновые культуры, 30,0 % – под технические, 1,0 % – под картофель и овощные культуры. В структуре внесенных минеральных удобрений наибольший удельный вес занимали азотные удобрения (69,9 %), на фосфорные и калийные приходилось соответственно 15,8 и 14,3 % общего объема (таблица 3) [4].

Органические удобрения (9,6 млн т, или на 0,4 % меньше объема 2012 г.) внесены на площади 0,4 млн га, что составляет лишь 2,2 % общей площади посевов.

Таблица 3 – Внесение удобрений в сельскохозяйственных предприятиях на 1 га посевной площади

Показатель	Год							2013 г. к 2000 г., %
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Минеральные удобрения, кг питательных веществ, всего	141	13	32	58	68	72	79	607,7
в т. ч. под посевы зерновых и зернобобовых культур	132	15	35	63	71	79	87	580,0

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Органические удобрения, т, всего	8,6	1,3	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	5,8
в т. ч. под посевы зерновых и зернобобовых культур	6,5	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	7,7

Выводы. Повышение эффективности зернового производства возможно за счет совершенствования организации зернового рынка. Для высокоэффективной организации производства зерна необходима хорошо развитая материально-техническая база. Определяющим фактором развития зернового хозяйства должна быть интенсификация отрасли на основе достижений научно-технического прогресса и стратегии развития зернового производства.

Целью стратегии развития зернового производства является обеспечение стабильного роста производства продукции для нужд внутреннего и внешнего рынка и повышение эффективности отрасли. Планируется увеличение объемов производства зерна в 2015 г. до 71 млн т, в 2020 г. – до 80 млн т (по 39,3 млн т в 2010 г. и 56,7 млн т – в 2011 г.); производства кормовых культур в 2015 г. до 24,0 млн т, в 2020 г. – до 32,0 млн т к. е. против 6,2 млн т в 2010 г.; объемов экспорта зерна в 2015 г. до 29,0 млн т, в 2020 г. – до 33,5 млн т (по 14,2 млн т в 2010 г. и 14,3 млн т – в 2011 г.); урожайности зерновых в 2015 г. до 43,8 ц/га, в 2020 г. – до 49,4 ц/га (по 26,9 ц/га в 2010 г. и 37,0 ц/га – в 2011 г.).

Список использованных источников

1 Погрішук, Б. В. Організаційно-економічні умови функціонування зернопродуктового підкомплексу України: аспекти оптимізації / Б. В. Погрішук // АгроСвіт. – 2010. – № 4. – С. 13–17.

2 Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю. О. Лупенка, В. Я. Месель-Веселяка. – Київ: ННЦ “ІАЕ”, 2012. – 182 с.

3 Тимошенко, М. М. Стан та перспективи торгівлі України зерном на світовому ринку / М. М. Тимошенко / Інноваційна економіка. – 2012. – № 6. – С. 298–302.

4 Курило, В. В. Окремі проблеми експорту зерна / В. В. Курило // Формування ефективних стратегій розвитку зовнішньоекономічної діяльності аграрних підприємств України: тези доп. Всеукр. інтернет-конф. молодих вчених і студентів, м. Миколаїв, 21 січня 2013 р. / за ред. Т. О. Мороз [та ін.]. – Миколаїв, 2013. – С. 57–59.

УДК 631.4:630*114.442.1:631.432.33

Ю. И. Чевердин, Т. В. Титова, В. А. Беспалов

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева, Каменная Степь, Российская Федерация

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМОВ В ПОСТМЕЛИОРАТИВНЫЙ ПЕРИОД

Целью исследований являлась оценка морфометрических свойств черноземов после прекращения орошения (через 10–12 лет). Исследования проведены в НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева. Опытный участок находился в режиме активного орошения более 30 лет. Для оценки трансформации почвенного покрова под влиянием орошения был использован метод вложенных ключей с наложением регулярной сетки точек опробования. Почва опытного участка на момент начала мелиоративных мероприятий была классифицирована как чернозем обыкновенный. Длительный период мелиоративного

воздействия изменил направленность почвенных процессов и основные свойства черноземов. Прекращение дополнительного увлажнения не способствовало регенерации характеристик почвенного покрова до значений фоновых почв. Исследованиями показано закономерное смещение глубины вскипания в условиях орошения на 17,2 см. Вследствие этого диагностировано появление локальных ареалов выщелоченных разновидностей черноземов.

Ключевые слова: чернозем, орошение, морфометрические свойства, глубина вскипания, постмелиоративный период.

Введение. Орошение черноземов и, как следствие, проблема изменения их свойств остаются актуальнейшими проблемами современного почвоведения и земледелия. Многочисленные исследования, связанные с проблемой орошения черноземов, свидетельствуют, что эти почвы являются чрезвычайно сложным объектом для орошения. Возникающие в них процессы, их направленность и интенсивность нередко приводят к деградационным изменениям почв, которые труднопреодолимы, особенно в отдаленной перспективе. Изменения, происходящие в орошаемых почвах, сложны, многообразны и имеют свою специфику для каждого региона [1].

Дополнительное увлажнение почв сельскохозяйственных угодий повышает продуктивность полевых культур, оптимизирует водный, температурный, пищевой режимы почв [2, 3]. Вовлечение в орошение почв изменяет экологическую ситуацию агроценозов, приводит к эволюции их свойств и режимов. Многолетняя практика орошения почв европейской части России, дополнительное их увлажнение без учета региональных и мелиоративных особенностей вызывают целый ряд негативных, деградационных изменений, смену почвообразовательных процессов [4–7].

Целью исследований, представленных в данной статье, являлось изучение в условиях Воронежской области влияния орошения сельскохозяйственных культур неблагоприятными по химсоставу водами на морфометрические свойства, глубину вскипания чернозема обыкновенного и его экологическую устойчивость в постмелиоративный период.

Материалы и методы. Исследования проведены в НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева на стационаре отдела кормопроизводства. Опытный участок находился в режиме орошения более 30 лет. Для изучения трансформации свойств почв использовался метод закладки ключевых участков с постоянным шагом опробования, который составлял 25 м. Размер ключевого участка – 100 × 100 м. Почвенные образцы отбирались по глубинам 0–20, 20–30, 30–50, 50–70, 70–100, 100–150 и 120–150 см.

Для орошения использовалась вода Верхнего водохранилища («Старого моря»), минерализация которой изменялась по годам от 0,6 до 1,8 г/дм³ и в среднем составляла около 0,98 г/дм³ (таблица 1). Лидирующее место среди анионов занимали сульфаты (55,4 %) и гидрокарбонаты (32,4 %). В катионном составе первое место принадлежало натрию (55,4 %) и магнию (35,4 %). Значение реакции среды характеризовалось как достаточно высокое и по этому показателю воды можно отнести к слабощелочным. Оросительная норма колебалась по годам и составляла в зависимости от складывающихся погодных условий 300–400 м³/га [8–10].

Таблица 1 – Химический состав воды Верхнего водохранилища

Сухой остаток, г/дм ³	В ммоль (экв.)/дм ³							pH
	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
0,98	4,8	8,2	1,8	1,2	5,5	8,6	0,2	8,3

Таким образом, с учетом качества оросительных вод, генетических особенностей почвенного покрова опытного участка можно ожидать изменение его свойств и характеристик в длительной перспективе. Общее содержание и качественный состав

легкорастворимых солей в водной вытяжке устанавливались при соотношении почвы и воды 1:5 [11].

Результаты и обсуждение. Проведенные авторами комплексные исследования почвенного покрова участков с различным характером использования позволили дать всестороннюю оценку изменения свойств черноземов в результате длительного орошения и после его прекращения (10–12 лет). Структура почвенного покрова неорошаемого участка представлена сочетанием трех компонентов. Основными компонентами структуры почвенного покрова являются агрочернозем миграционно-мицелярный (чернозем типичный), агрочернозем зоотурбированный (чернозем типичный перерытый) и агрочернозем сегрегационный (чернозем обыкновенный). На орошаемом участке в структуре почвенного покрова первое место занимают агрочернозем миграционно-мицелярный и небольшая доля агрочерноземов глинисто-иллювиальных (черноземов выщелоченных). В процентном соотношении на неорошаемом участке на долю агрочернозема миграционно-мицелярного приходится 56 %, агрочернозем зоотурбированный занимает 38 %, и незначительная доля принадлежит агрочернозему сегрегационному (6 %). На орошаемом участке почвенный покров представлен в основном агрочерноземом миграционно-мицелярным, занимающим 87 % площади, остальную часть (13 %) занимает агрочернозем глинисто-иллювиальный.

Проведенные исследования не выявили существенных различий в морфометрических показателях генетических горизонтов обследованных почв. Существенные различия отмечены в изменении глубины вскипания (таблица 2).

Таблица 2 – Глубина вскипания почв

В см

Статистический показатель	Без орошения	Орошение
Среднее	51,2	68,4
Стандартная ошибка	3,61	4,80
Медиана	49,00	71,50
Мода	35,00	78,00
Стандартное отклонение	14,42	19,19
Эксцесс	-0,68	-0,70
Интервал	49,00	69,00
Минимум	30,00	36,00
Максимум	79,00	105,00

Полевыми исследованиями установлена миграция карбонатов вниз по почвенному профилю под влиянием длительного орошения. Средняя глубина залегания карбонатов на мелиорируемом участке составила 68,4 см ± 4,8 см. Смещение карбонатов вниз по почвенному профилю по сравнению с богарным участком составило 17,2 см. Глубина вскипания на неорошаемом участке равнялась 51,20 см ± 3,61 см.

Оценка статистических показателей свидетельствует о существенном их различии и изменении в зависимости от характера использования почвенных участков. Минимальные и максимальные значения глубины вскипания были заметно выше в условиях орошения. Они соответственно равнялись 36 и 105 см. Интервал, таким образом, составлял 69 см. Без орошения минимальная граница глубины залегания карбонатов равнялась 30 см, максимальная – 79 см. Таким образом, интервал между максимальным и минимальным значением в условиях орошения значительно больше. При этом модальные значения при водной мелиорации почв составили 78,0 см, на богаре – 35,0 см. Значение медианы также было выше в условиях орошения (71,5 см в отличие от неорошаемого участка с показателем 49,0 см). Можно констатировать, что при сохранении средних значений мощностей генетических горизонтов черноземов с различным характером использования отмечаются характерные особенности в распределении карбонатов

по профилю почвы и в пространстве. Происходит закономерное смещение глубины вскипания в нижележащие горизонты почвы при орошении и в результате этого появление выщелоченных подтипов черноземных почв.

Выводы. Проведенные исследования на черноземах с длительным сроком орошения позволяют констатировать существенные изменения их свойств. При сохранении общих морфометрических характеристик генетических горизонтов орошаемых черноземов отмечаются закономерное смещение карбонатов в нижележащие почвенные горизонты и увеличение глубины вскипания. Длительный период после прекращения орошения (более 10 лет) не способствовал трансформации показателей плодородия до градаций фоновых черноземных почв.

Список использованных источников

1 Юнусов, С. А. Влияние орошения на агрофизические свойства черноземных почв южной лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Юнусов Салават Ахметович. – Уфа, 2003. – 25 с.

2 Григоров, М. С. Оросительные мелиорации и плодородие мелиорированных земель / М. С. Григоров, С. М. Григоров, С. В. Федотова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2009. – Вып. 41. – С. 48–54.

3 Макарычев, С. В. Влияние полива на микроклимат орошаемого участка при возделывании столовой свеклы / С. В. Макарычев, Н. И. Зайкова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3(101). – С. 41–43.

4 Мамонтов, В. Г. Орошаемые почвы засушливых регионов и процессы их трансформации: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.27 / Мамонтов Владимир Григорьевич. – М., 2009. – 37 с.

5 Динамика свойств чернозема обыкновенного в условиях длительной ирригации / А. Н. Сковпень, Н. С. Скуратов, В. П. Калинин, В. Е. Зинченко, В. В. Черненко, А. А. Иваненко, А. А. Болдырев // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2009. – Вып. 41. – С. 69–100.

6 Черемисинов, А. А. Потребность в гидромелиорациях на основе оценки атмосферного увлажнения / А. А. Черемисинов // Вестник Воронежского отделения Русского географического общества. – Воронеж, 2010. – Т. 10. – С. 119–123.

7 Щеглов, Д. И. Влияние орошения на солевой состав черноземов Воронежской области / Д. И. Щеглов, Г. Д. Коровина, Н. И. Якушкина // Агрэкологические проблемы плодородия и охраны почв среднерусской лесостепи. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1991. – С. 4–9.

8 Титова, Т. В. Трансформация физических и физико-химических свойств почв Каменной Степи в условиях сезонного переувлажнения: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13 / Титова Татьяна Витальевна. – Воронеж, 2011. – 23 с.

9 Качественный состав почвенно-поглощающего комплекса черноземов в постмелиоративный период / Ю. И. Чевердин, Т. В. Титова, В. А. Беспалов, Н. П. Рыбакова // Сельскохозяйственные науки: вопросы и тенденции развития: матер. междунар. науч.-практ. конф., г. Красноярск, 6 ноября 2014 г. – Красноярск, 2014. – С. 20–22.

10 Чевердин, Ю. И. Минерализация грунтовых вод и особенности соленакопления сезонно переувлажненных черноземных почв / Ю. И. Чевердин, И. Ф. Поротиков // Разнообразие почв Каменной Степи: науч. тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. – М., 2009. – С. 145–158.

11 Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1970. – 488 с.

УДК 631.445.41:631.86:631.147

О. Ю. Шалашова

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова
Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская
Федерация

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАЦИИ УДОБРИТЕЛЬНО-МЕЛИОРИРУЮЩИМИ СМЕСЯМИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ДЕГРАДИРОВАННЫХ

На орошаемых землях особенно широко распространены процессы осолонцевания и ощелачивания, сопровождающиеся дальнейшим уплотнением, дегумификацией, образованием токсичных веществ и т. д. Цель исследований состоит в разработке и изучении таких удобрительно-мелиорирующих средств, при применении которых устранялись или снижались бы негативные свойства почв. Полевой опыт был заложен в ГП «Батайское» Ростовской области на черноземе обыкновенном, деградировавшем в результате поливов слабоминерализованной водой (1,5–1,7 г/дм³) сульфатно-натриевого состава. В качестве удобрительно-мелиорирующих средств использованы смеси, приготовленные в различных соотношениях из компонентов: птичий помет и солома (органическая основа), терриконовая порода (кальций- и кислотосодержащий мелиорант), электролит травления стали (кислотосодержащий мелиорант). Экологическая оценка применения удобрительно-мелиорирующих смесей показала, что смеси, приготовленные из птичьего помета, терриконовой породы, электролита травления стали и соломы, устраняют щелочность, снижают солонцеватость, разуплотняют почву. При этом мелиорирующий эффект смесей проявляется в течение шести лет.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный деградированный, удобрительно-мелиорирующие средства, осолонцевание, ощелачивание, дегумификация, мелиорант.

Ирригация была и продолжает оставаться важным фактором, влияющим на продуктивность сельского хозяйства, но представления о ее перспективности в будущем значительно изменились. Эффективность многих ирригационных систем низка, а сопровождающие их проблемы деградации земель получили достаточно широкое распространение. Плохо спроектированные и построенные ирригационные системы, а также невыполнение необходимых профилактических почвозащитных мероприятий вызывают заболачивание, засоление, ощелачивание, осолонцевание почв и связанные с ними другие негативные процессы.

Эта проблема стоит остро во всем мире. Согласно оценкам ФАО (FAOSTAT – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций), около 25–30 млн га из 255 млн га орошаемых в мире земель серьезно деградировали по той или иной причине. Кроме того, 80 млн га земель подверглось засолению и заболачиванию. Было подсчитано, что в 1980-х годах ежегодно забрасывалось около 10 млн га орошаемых земель [1].

На орошаемых землях особенно широко распространены процессы осолонцевания и ощелачивания, сопровождающиеся дальнейшим уплотнением, дегумификацией, образованием токсичных веществ и т. д. [1, 2]. Особенно сильно эти явления выражены при использовании слабощелочных бикарбонатных или слабоминерализованных вод сульфатно-натриевого состава. Именно черноземы обыкновенные, являющиеся объектом наших исследований, подвергались деградации в результате поливов водой такого качества.

Восстановление благоприятной экологической ситуации на этих землях остается актуальной проблемой.

Цель исследований состоит в разработке таких удобрительно-мелиорирующих средств для мелиорации, с помощью которых устранялись или снижались бы щелочность,

солонцеватость, уплотненность почв и создавались бы условия для активизации процессов гумификации.

Полевой опыт заложен в ГП «Батайское» Ростовской области на черноземе обыкновенном, деградировавшем в результате поливов слабоминерализованной водой (1,5–1,7 г/дм³) сульфатно-натриевого состава. Варианты опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние удобрительно-мелиорирующих смесей на экологические показатели чернозема обыкновенного деградированного (слой 0–40 см)

Вариант опыта	Доза мелиоранта, т/га	Щелочность, мг-экв./100 г		Обменный натрий, %		Плотность сложения почвы, т/м ³	
		2010 г.	2013 г.	2010 г.	2013 г.	2010 г.	2013 г.
Контроль	0	1,3	1,4	10	10	1,27	1,19
Компост (П. п. : Ф = 1 : 1)	19	Ca > HCO ₃	0,22	3	1	1,17	1,14
УМС П. п. : Т. п. : ЭТС = 2 : 1 : 1	33	Ca > HCO ₃	0,28	5	2	1,21	1,19
УМС П. п. : Т. п. : ЭТС = 1 : 1 : 2	22	Ca > HCO ₃	0,10	4	1	1,18	1,16
УМС П. п. : ЭТС : Сол. = 1 : 2 : 1	26	Ca > HCO ₃	Ca > HCO ₃	4	1	1,16	1,14
УМС П. п. : Т. п. : ЭТС : Сол. = 1 : 1 : 2 : 1	26	Ca > HCO ₃	0,20	4	1	1,16	1,14

Примечание – 2010 г. – 3-й год последствий, 2013 г. – 6-й год последствий.

В качестве удобрительно-мелиорирующих средств использованы смеси, приготовленные в различных соотношениях из компонентов: птичий помет (П. п.) и солома (Сол.) – органическая основа; терриконовая порода (Т. п.) – кальций- и кислотосодержащий мелиорант; электролит травления стали (ЭТС) – кислотосодержащий мелиорант. Эти все компоненты относятся к местным отходам сельского хозяйства и промышленности.

В качестве индикатора достижения оптимального результата в замедлении деградации чернозема обыкновенного ранее использовался компост, приготовленный нами из птичьего помета и фосфогипса (Ф) – отхода производства фосфорных удобрений, завозимого в Ростовскую область из Белореченска и Невинномысска. В сложившейся экономической ситуации использовать этот отход промышленности для химической мелиорации почв практически невозможно из-за высокой дороговизны его доставки, хотя исследования автора доказали высокую мелиорирующую и удобрительную активность этого компоста [3]. Найти достойную замену этому компосту на базе местных ресурсов и является основной задачей проводимых исследований.

Из предложенных выше компонентов готовились смеси, а не компосты, так как для компостирования требуется нейтральная реакция среды, которую невозможно создать, используя такой кислый компонент, как ЭТС.

Повторность опыта трехкратная.

Для оценки степени деградации почв использованы индикаторные показатели. По ним установлены пороговые значения для определения потери природно-хозяйственной значимости земель. В наших исследованиях, исходя из методических

указаний [4], наиболее значимыми индикаторами являются щелочность, обменный натрий и плотность почв. Деградация почв и земель по каждому индикаторному показателю характеризуется пятью степенями: 0 – недеградированные (ненарушенные), 1 – слабодеградированные, 2 – среднедеградированные, 3 – сильнодеградированные, 4 – очень сильно деградированные (разрушенные).

Исследуемые автором обыкновенные черноземы до орошения, согласно данным Г. И. Андреева, были несолонцеватыми (обменный натрий составлял < 3 % от суммы ППК), щелочность отсутствовала, плотность почвы не превышала 1,25 т/м³, а содержание гумуса доходило до 4,2 % [2]. По этим индикаторам почвы относились к нулевой степени, то есть были недеградированными.

К 2007 году в момент закладки полевых опытов черноземы в результате длительного орошения уже подверглись деградации. По показателю токсичной щелочности исследуемый чернозем обыкновенный относился к третьей степени деградации (1,4–1,7 мг-экв./100 г), что соответствует сильнодеградированным почвам. По содержанию обменного натрия и общего гумуса почвы также относились к сильнодеградированным, а плотность сложения почв составляла 1,31 т/м³. Установление степени деградации почв и земель возможно по любому из предложенных индикаторов и (или) дополнительных показателей. При наличии двух и более существующих изменений индикаторных показателей оценка степени деградации почв и земель производится по показателю, устанавливающему максимальную степень, поэтому до закладки опытов в 2007 году чернозем относился к сильнодеградированным почвам [5].

Результаты определения основных экологических показателей чернозема обыкновенного на контроле и при мелиорации удобрительно-мелиорирующими смесями после трех и шести лет их воздействия представлены в таблице 1. Они свидетельствуют о том, что щелочность как в варианте с компостом, так и в вариантах с удобрительно-мелиорирующими смесями не проявилась ни на третий, ни на шестой год последствия. На контроле она оставалась на уровне 1,3–1,4 мг-экв./100 г, что характеризует почву как средне- и сильнощелочную. Содержание обменного натрия, характеризующее степень солонцеватости почв, к третьему году последствия наименьшим было в варианте с компостом и составляло 3 %, в то время как в вариантах со смесями его количество равнялось 4–5 %. Это обстоятельство показывает, что по своей мелиорирующей активности смеси следует считать средствами, действующими медленно по сравнению с компостом. Но к шестому году последствия ситуация по всем вариантам, кроме контроля, выравнялась, и почвы по этому показателю стали относиться к недеградированным. На контроле чернозем оставался сильнодеградированным. Плотность сложения почв также свидетельствует о замедлении физической деградации в вариантах, в которых была проведена мелиорация.

Выводы

1 Экологическая оценка применения удобрительно-мелиорирующих смесей показала, что смеси, приготовленные из птичьего помета, терриконовой породы, электролита травления стали и соломы, устраняют щелочность, снижают солонцеватость, уплотняют почву. При этом мелиорирующий эффект смесей проявляется в течение шести лет.

2 Удобрительно-мелиорирующие смеси по своему экологическому воздействию на чернозем обыкновенный деградированный не уступают компосту, приготовленному из птичьего помета и фосфогипса.

Список использованных источников

1 Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. А. В. Гордеева, Г. А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.

2 Андреев, Г. И. Экологическое состояние орошаемых почв на Нижнем Дону / Г. И. Андреев, Г. А. Козлячков, А. Г. Андреев. – М. – Днепропетровск – Новочеркасск, 2007. – 262 с.

3 Докучаева, Л. М. Влияние удобрительно-мелиорирующих компостов на физико-химические свойства чернозема обыкновенного деградированного / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, О. Ю. Шалашова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2011. – № 4(24). – С. 70–76.

4 Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель. – М., 1994. – 15 с.

5 Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. – М., 1995. – 37 с.

УДК 631.432:633.18

Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, М. С. Миронченко

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ПРОДУКТИВНОСТЬ РИСОВЫХ ПОЧВ И ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ ИХ ПЛОДОРОДИЯ

Цель исследований – выявить причины снижения плодородия темно-каштановых почв в рисовых севооборотах. В результате проведенных исследований определено, что продуктивность темно-каштановых почв рисовых севооборотов очень низкая и не превышает 3,27 т к. е./га. Выявлена причина снижения продуктивности таких земель – потеря плодородия, которая обусловлена развитием натриевой и магниевой солонцеватости при использовании для затопления риса слабоминерализованных вод хлоридно-сульфатно-натриевого состава, высоких водных нагрузках. Это способствовало снижению содержания кальция и гумуса в почвах, а также ухудшению физических свойств: плотность сложения почв достигла величины 1,40 т/м³, структурное состояние и водопрочность агрегатов стали удовлетворительными. Необходимо проведение профилактических мероприятий по снижению солонцеватости почв, накоплению органических веществ.

Ключевые слова: продуктивность, плодородие, гумус, солонцеватость, щелочность, рисовый севооборот, свойства почв.

По сочетанию земельных, водных ресурсов, гидрогеологических и почвенных условий наиболее благоприятным районом для возделывания риса в России является юг европейской части. Это в основном территории Северного Кавказа и Нижнего Поволжья.

Считается, что рис является мелиорирующей культурой, поэтому под его посевами отводятся малопродуктивные, засоленные, солонцеватые и заболоченные почвы. Применение высоких оросительных норм в условиях дренажа способствует вымыванию легкорастворимых солей, улучшению солевого режима [1–5]. Однако продуктивность почв рисовых полей остается очень низкой. Об этом свидетельствуют и результаты ее анализа, проведенные сотрудниками РосНИИПМ. Согласно анализу, продуктивность темно-каштановых почв, длительно осваиваемых в рисовых системах Ростовской области, находилась в пределах 2,29–3,27 т к. е./га, а должна быть не менее 5 т к. е./га [6].

Отсюда возникает необходимость выявления причин снижения продуктивности почв рисовых полей с целью разработки приемов повышения их плодородия, что на настоящий момент является актуальным.

Научная новизна проводимых исследований заключается в том, что впервые

для темно-каштановых почв рисовых систем Ростовской области установлено изменение свойств при различных водных нагрузках и разном сочетании культур в рисовых севооборотах и определена продуктивность.

Объект исследований – темно-каштановые почвы, осваиваемые в рисовых севооборотах ООО «Белозерное» Сальского района Ростовской области более 30 лет.

Исследования проводились в 2008–2010 гг. на шести ключевых участках. Оросительные нормы и возделываемые культуры представлены в таблице 1. Агротехника на ключевых участках общепринятая для рисовых почв Ростовской области. Образцы почвы отбирались ежегодно весной и осенью на постоянных динамических площадях.

Для установления уровня грунтовых вод и их минерализации на ключевых участках были пробурены скважины до грунтовых вод.

Согласно методикам, рекомендованным ГОСТом, выполнены следующие виды анализов: состав водной вытяжки почв и грунтовых вод; состав обменных оснований; гранулометрический состав; недоокисленные вещества; общий гумус; водопрочность агрегатов. Плотность сложения почвы определялась в шурфах по Качинскому. Результаты анализов просчитаны методами математической статистики.

За три года исследований суммарная оросительная норма, или водная нагрузка, на ключевых участках составила, м³/га: на 1-м ключевом участке – 42000; на 2-м – 42000; на 3-м – 0; на 4-м – 0; на 5-м – 21000; на 6-м – 21000.

Физико-химические показатели верхнего слоя 0–40 см темно-каштановых почв, находящихся в комплексе с солонцами, до освоения их в рисовых севооборотах находились в предельно допустимых параметрах (ПДП) [3]. Об этом свидетельствуют и результаты анализа образцов почв, отобранных на залежи. Они показывают, что не засолен не только слой 0–40 см, но и весь метровый слой. Щелочность почв в слое 0–40 см в октябре 2008 г. характеризовалась как слабая, солонцеватость в этом слое не обнаружена (таблица 1). Содержание обменного натрия составило 2 % от суммы почвенного поглощающего комплекса (ППК), обменного кальция и магния – соответственно 73 и 25 % от суммы ППК.

Эти значения соответствовали ПДП для этих почв. По физическим показателям почва имела хорошее состояние. На залежи структурное состояние и водопрочность агрегатов оставались хорошими, а по плотности сложения почва относилась к категории уплотненной. По общему содержанию гумуса темно-каштановые почвы, согласно результатам, полученным на залежи (ключевой участок 3), относились к низкообеспеченным, количество гумуса составляло около 4 % (3,86 %). Эти почвы, не используемые в сельскохозяйственном производстве, имеют высокую обеспеченность нитратами, подвижным фосфором и обменным калием. После трех лет их освоения в таком состоянии изменений в показателях свойств почв не выявлено. Наблюдалось только увеличение содержания гумуса на 0,22 %, что ежегодно составляло 0,07 % в абсолютных единицах. Иная картина складывалась на ключевых участках, где возделывался рис и, соответственно, увеличивалась водная нагрузка. Тем более следует отметить, что для выращивания риса используется вода с минерализацией 2,7 г/дм³ хлоридно-сульфатно-натриевого состава, а за вегетационный период оросительные нормы достигают 21000 м³/га. Несмотря на такую минерализацию, засоление почв не наблюдалось. Почвы оставались практически в течение всех трех лет исследований по всем ключевым участкам нещелочными, что, на наш взгляд, объясняется присутствием в оросительной воде до 15 % хлора (Cl), который является антагонистом гидрокарбоната (НСО₃⁻).

Как показали исследования, одним из неблагоприятных почвенных процессов в темно-каштановых почвах при возделывании риса является осолонцевание. На ключевых участках 1, 2, 5, 6, где в эти три года земли использовались в севообороте под рис в наибольшей степени, содержание обменного натрия составляло 12–13 %.

Таблица 1 – Изменение свойств темно-каштановых почв в слое 0–40 см в ООО «Белозерное» Сальского района

Ключ. участок	Возделываемая культура	Оросительная норма, м ³ /га	Физико-химические свойства				Агрохимические свойства				Физические свойства		
			Щелочность, мг-экв./100 г	Содержание, % от ∑ ППК			Гумус, %	Нитраты, мг/кг	Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг	Плотность сложения почвы, %	Структурное состояние, %	Водопрочность, %
				Ca	Mg	Na							
2008 г.													
1	Рис	21000	0,77	52	35	13	2,48	14,1	15,7	524	1,39	56	36
2	Рис	21000	0,79	54	34	12	2,30	13,4	22,8	509	1,38	55	34
3	Залежь	0	Нещелочные	73	25	2	3,86	19,4	33,9	409	1,25	74	59
4	Кукуруза на зерно	0	Нещелочные	55	40	5	2,31	14,2	15,3	367	1,35	66	46
5	Люцерна	0	Нещелочные	61	35	4	2,82	30,0	37,9	520	1,37	53	39
6	Тритикале	0	Нещелочные	60	33	7	2,42	15,4	26,4	386	1,38	57	32
2009 г.													
1	Рис	21000	Нещелочные	51	38	12	-	11,3	9,9	553	Не определялись		
2	Рис	21000	Нещелочные	56	32	12	-	9,8	8,2	574	Не определялись		
3	Залежь	0	Нещелочные	72	25	3	-	19,3	29,2	406	Не определялись		
4	Подсолнечник	0	Нещелочные	58	38	4	-	12,9	13,5	375	Не определялись		
5	Рис	21000	Нещелочные	56	33	11	-	12,6	15,3	519	Не определялись		
6	Рис	21000	Нещелочные	52	38	10	-	6,8	12,9	489	Не определялись		
2010 г.													
1	Ячмень	0	Нещелочные	62	33	6	2,45	6,9	5,7	363	1,40	57	37
2	Ячмень	0	Нещелочные	51	42	7	2,27	4,7	4,9	321	1,39	56	35
3	Залежь	0	Нещелочные	75	22	3	4,08	21,5	34,8	394	1,25	76	57
4	Озимая пшеница	0	Нещелочные	62	32	6	2,30	7,0	5,1	295	1,36	67	49
5	Ячмень	0	Нещелочные	62	30	8	2,84	9,9	7,2	401	1,39	55	38
6	Агромелиор. поле	0	Нещелочные	56	37	7	2,40	11,6	12,9	398	1,39	58	34

Также увеличивалось и количество обменного магния (от 32 до 42 %), что свидетельствует о том, что в данных почвах идет процесс не только натриевого, но и магниевого осолонцевания. Это приводит к недонасыщению почв обменным кальцием, что в первую очередь отражается на структурном состоянии и водопрочности агрегатов, которые на этих участках удовлетворительные. Теряя структуру, почвы быстро уплотняются. Об этом свидетельствуют данные по плотности сложения почв (1,38–1,40 т/м³). На ключевом участке 4, где рис за три года не возделывался и водная нагрузка составляла 0 м³/га, процессы натриевого осолонцевания менее выражены, но присутствует недонасыщенность кальцием из-за магниевой солонцеватости, которая заложена самой природой в этих почвах. На залежи (ключевой участок 3) содержание магния составляет 25 %, а, согласно данным Л. Я. Мамаевой, почвы, содержащие этот катион в количестве более 20 %, обладают магниевой солонцеватостью [7].

Агрохимические свойства темно-каштановых почв, осваиваемых в рисовых севооборотах, также неоднозначны (таблица 1). Гумус, содержание которого является интегральным показателем плодородия почв, теряется в больших количествах на участках, где возделывался рис. На ключевых участках 1 и 2, где водные нагрузки составили 42000 м³/га, количество гумуса уменьшилось на 0,03 %, то есть ежегодно он срабатывался в размере 0,01 %. На участке 4, на котором водная нагрузка была нулевая, содержание гумуса уменьшилось за три года на 0,01 %, то есть ежегодно его количество снижалось на 0,003 %. На участке 6, где водная нагрузка была вдвое меньше, чем на ключевых участках 1 и 2, содержание гумуса снизилось на 0,02 % (0,007 %). Следует отметить, что никаких попыток, кроме возделывания люцерны, для восполнения в почвах органики не предпринималось, поэтому только на участке 5 содержание гумуса увеличилось за три года на 0,02 %, на залежи – на 0,22 %.

Для получения урожая в производственных условиях вносились мизерные дозы минеральных удобрений. Дозы составляли от 100 кг/га аммиачной селитры или нитрофоски до 150 кг/га мочевины [6]. Такое количество вносимых удобрений не способствовало увеличению обеспеченности изучаемых почв элементами питания. Как видно из таблицы 1, обеспеченность нитратами на всех ключевых участках, кроме участков 3 и 5, осенью 2008 г. была повышенной. На залежи (участок 3) этот показатель был высоким, а на участке 5 (за счет возделывания люцерны) – очень высоким. К осени 2010 г. на участках 1 и 2 с высокой водной нагрузкой количество нитратов составляло 6,9 и 4,7 мг/кг соответственно, то есть обеспеченность этим элементом стала низкой. На остальных участках она характеризовалась как средняя.

Аналогичная ситуация наблюдается и с подвижным фосфором, обменным калием. Несомненно, это сказывается в целом на продуктивности темно-каштановых почв, которая не превышает 3,23 т к. е./га (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность темно-каштановых почв при освоении рисовых севооборотов (производственные условия)

Ключ. участок	2008 г.		2009 г.		2010 г.		В среднем за три года
	Культура	Продуктивность	Культура	Продуктивность	Культура	Продуктивность	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Рис	3,45	Рис	3,33	Ячмень	1,97	2,92
2	Рис	3,33	Рис	3,00	Ячмень	2,20	2,84
3	Залежь	-	Залежь	-	Залежь	-	-
4	Кукуруза на зерно	2,28	Подсолнечник	2,76	Озимая пшеница	2,14	2,39
5	Люцерна	1,00	Рис	6,60	Ячмень	2,08	3,23
6	Тритикале	3,48	Рис	4,50	Агромелиор. поле	0	2,66

На участках 1 и 2 с высокой водной нагрузкой, несмотря на то что рис возделывался два года, его урожайность была невысокой (2,3 и 2,2 т/га) из-за солонцеватости, низкого содержания гумуса и слабой обеспеченности элементами питания. Продуктивность в среднем за три года составила соответственно всего 2,92 и 2,84 т к. е./га. Наибольшая продуктивность получена на ключевом участке 5, где после люцерны возделывался рис, урожайность которого составила 4,4 т/га. В среднем за три года на этом участке продуктивность темно-каштановых равнялась 3,23 т к. е./га.

Выводы

1 Продуктивность темно-каштановых почв рисовых севооборотов очень низкая и не превышает 3,27 т к. е./га.

2 Причиной снижения продуктивности таких земель является потеря плодородия, которая обусловлена развитием натриевой и магниевой солонцеватости при использовании для затопления риса слабоминерализованных вод хлоридно-сульфатно-натриевого состава и высоких водных нагрузках. Это способствует снижению содержания кальция и гумуса в почвах, а также ухудшению физических свойств: плотность сложения почв достигает величин 1,40 т/м³, структурное состояние и водопрочность агрегатов становятся удовлетворительными.

3 Игнорирование профилактических мероприятий по снижению солонцеватости почв, накоплению органических веществ (кроме возделывания люцерны в севооборотах), применение минеральных удобрений в малых дозах, не восполняющих потребность растений в питательных элементах, привели к полному истощению рисовых почв и низкой их продуктивности.

Список использованных источников

1 Смирнов, Р. Н. Изменение почв солонцовых комплексов при рисосеянии / Р. Н. Смирнов, Г. Н. Шумейкина // Почвоведение. – 1979. – № 5. – С. 71–76.

2 Кириенко, Т. Н. Эволюция почв рисовых полей / Т. Н. Кириенко // Тез. докл. I Делегатского съезда почвоведов и агрохимиков УССР. – Харьков, 1982. – С. 8–9.

3 Костылев, П. И. Северный рис (генетика, селекция, технология) / П. И. Костылев, А. А. Парфенюк, В. И. Степовой. – Ростов н/Д.: «Книга», 2004. – 576 с.

4 Балакай, Г. Т. Мелиоративное состояние рисовых оросительных систем и необходимые мероприятия по увеличению производства риса на юге России / Г. Т. Балакай, О. А. Борешевская, М. С. Миронченко // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 3. – С. 113–119.

5 Миронченко, М. С. Мелиоративное состояние и почвенное плодородие черноземов южных, осваиваемых в рисовых севооборотах / М. С. Миронченко, О. А. Олейник // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2012. – Вып. 49. – С. 33–39.

6 Миронченко, М. С. Обеспеченность темно-каштановых почв элементами питания при освоении их в рисовых севооборотах [Электронный ресурс] / М. С. Миронченко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 4(08). – 14 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=131&id=135>.

7 Мамаева, Л. Я. Роль поглощенного магния в солонцеватости почв / Л. Я. Мамаева // Земледельческое освоение полупустынных земель. – М.: Наука, 1966. – С. 98–128.

УДК 631.445.41:631.587

Р. Е. Юркова, Л. М. ДокучаеваРоссийский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация**НОВЫЙ ПОДХОД К ОСВОЕНИЮ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИ ОРОШЕНИИ**

Целью исследований являлось изучение влияния снижения водной нагрузки на гумусовое состояние почв и образование токсичных для растений недоокисленных веществ. Объектом исследований являлся чернозем обыкновенный. Схема опыта включала четыре варианта, в которых чередовались циклы (годы), когда орошение проводилось (Ор) и не проводилось (Неор). В вариантах с орошением возделывались влаголюбивые культуры (картофель, капуста, кукуруза на зерно), для вариантов без орошения подбирались засухоустойчивые культуры (яровой ячмень, подсолнечник). Для воспроизводства плодородия почв дополнительно высевалась горчица в качестве сидерата. Результаты исследований показали, что снижение водной нагрузки создает в почве аэробные условия, при которых активизируется микробиологическая деятельность и содержание гумуса возрастает. По сравнению с контролем количество гумуса в слое почвы 0–40 см в вариантах Ор : Неор = 50 : 50 % и Ор : Неор = 25 : 75 % увеличилось соответственно на 7 и 11 %. Гумус стал более качественным, так как в почвах в этих вариантах стали преобладать гуминовые кислоты. Наличие аэробных условий в этих вариантах подтверждено содержанием недоокисленных веществ, составляющим менее 50 мг-экв./100 г, то есть почвы не обладают токсичностью по этим показателям. Для улучшения гумусового состояния и, следовательно, восстановления плодородия длительно орошаемых черноземов необходимо перейти на циклический вид орошения, чередуя орошаемые и неорошаемые циклы в соотношении Ор : Неор = 50 : 50 % и Ор : Неор = 25 : 75 %.

Ключевые слова: гумус, чернозем обыкновенный, недоокисленные вещества, орошение, аэробные условия.

Многочисленные исследования, связанные с проблемой орошения почв, свидетельствуют, что для орошения чрезвычайно сложными являются именно черноземы. Почвы эти обладают сильной набухаемостью и усадкой, имеют склонность к уплотнению при обработке, многие их свойства в условиях режима повышенного увлажнения очень быстро меняются [1–6]. Поиск новых подходов к орошению черноземов остается актуальной задачей и в настоящий момент.

Цель наших исследований – изучить влияние снижения водной нагрузки на гумусовое состояние почв и образование токсичных для растений недоокисленных веществ.

Исследования в полевом опыте проводились в ГП «Батайское» Ростовской области на участке, который в последние годы осваивался в режиме регулярного орошения. Схема опыта по изучению влияния снижения водной нагрузки на свойства чернозема включала 4 варианта, в которых чередовались циклы (годы), когда орошение проводилось (Ор) и не проводилось (Неор) (таблица 1). То есть в варианте 1 участок поливался четыре года (Ор = 100 %); в варианте 2 три года поливали, а один год не поливали (Ор : Неор = 75 : 25 %); в варианте 3 было два года полива, два года без полива (Ор : Неор = 50 : 50 %); в варианте 4 один год поливали, а три года не поливали (Ор : Неор = 25 : 75 %). Площадки для отбора образцов почв и учета урожайности культур из года в год оставались постоянными.

Сроки поливов устанавливались исходя из запасов влаги в почве, а поливные нормы рассчитывались по формуле А. Н. Костякова. Режим орошения сельскохозяйственных культур формировался исходя из необходимости поддержания влажности почвы на уровне 80 % наименьшей влагоемкости (НВ).

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант опыта	2006–2009 гг.	
	Орошаемые	Неорошаемые
1 Ор = 100 % (контроль)	4	0
2 Ор : Неор = 75 : 25 %	3	1
3 Ор : Неор = 50 : 50 %	2	3
4 Ор : Неор = 25 : 75 %	1	3

Данные о возделываемых культурах и оросительных нормах в годы полевого опыта представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сельскохозяйственные культуры и объем оросительной воды согласно схеме опыта

Вариант опыта	Объем оросительной воды в м ³ /га				
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Объем оросительной воды за 2006–2009 гг.
1 Ор = 100 % (контроль)	Картофель, 2400	Капуста среднепоздняя, 4400	Яровой ячмень + горчица, 1500	Подсолнечник, 800	9100
2 Ор : Неор = 75 : 25 %	Картофель, 2400	Капуста среднеранняя, 2900	Яровой ячмень + горчица, 1500	Подсолнечник, 0	6800
3 Ор : Неор = 50 : 50 %	Картофель, 2400	Кукуруза на зерно, 1400	Яровой ячмень + горчица, 0	Подсолнечник, 0	3800
4 Ор : Неор = 25 : 75 %	Картофель, 2400	Кукуруза на зерно, 0	Яровой ячмень + горчица, 0	Подсолнечник, 0	2400

При подборе культур для опыта исходили из следующих положений:

- в варианте с орошением в основном возделывались влаголюбивые культуры (картофель, капуста, кукуруза на зерно);
- для вариантов без орошения подбирались засухоустойчивые культуры (яровой ячмень, подсолнечник);
- для воспроизводства плодородия почв в качестве сидерата дополнительно высевалась горчица.

Соотношение орошаемых и богарных циклов уточнялось в 2009 г. по суммарному объему оросительной воды. За 100 % взята норма 9100 м³/га.

Повторность опыта трехкратная. Агротехника общепринятая для Ростовской области. В полевом опыте в каждом варианте образцы почв отбирались осенью по слоям 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100 см. Отбор проб почв проводился согласно ГОСТ 28168-89.

В образцах почв определялись:

- общее содержание гумуса по Тюрину в модификации Никитина [7];
- групповой и фракционный состав гумуса по схеме Тюрина в модификации Пономарёвой и Плотниковой [8];
- недоокисленные вещества по Бобкову [9].

В полевых условиях во всех вариантах опыта определялась объемная масса (плотность сложения) почвы методом режущего кольца по Качинскому в трехкратной повторности для расчетов поливных норм и запасов гумуса [10].

Известно, что при регулярном орошении в связи с высокой влажностью почв и

уменьшением аэрации нарушается биологическая активность и снижается процесс гумификации [11]. Для восстановления и активации требуется другой вид орошения – циклический, включающий чередование орошаемых и неорошаемых циклов [12]. Такая цикличность позволяет снизить водную нагрузку на почву и обеспечить условия для восстановления ее почвенного плодородия. Это подтвердили результаты полевых исследований авторов.

Одним из основных показателей плодородия почв является гумус. Он представляет собой сложный динамический комплекс органических соединений, образующийся при разложении и гумификации органических остатков растительного и животного происхождения. Превращение растительных материалов под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов идет в почве разными путями:

- полная минерализация до образования простых соединений CO_2 , H_2O , NO_3 , простых солей;

- синтез новых органических веществ, составляющих микробные тела (микробный синтез); после автолиза микроорганизмов эти вещества снова подвергаются превращениям;

- синтез специфических гумусовых веществ в основном за счет промежуточных продуктов разложения – гумификация [13–15].

Эти процессы протекают в условиях доступа воды и кислорода воздуха под воздействием обитающих в почве микроорганизмов (бактерий, грибов, актиномицетов).

Процесс разложения и гумификации органических материалов в почве, по мнению М. М. Кононовой [15], может протекать по двум направлениям. Различают анаэробный и аэробный процессы разложения органического вещества. При этом разложение в аэробных условиях протекает быстрее, чем в анаэробных.

Существенное различие этих двух типов разложения сказывается и на образующихся при этом конечных продуктах распада. Так, при аэробном разложении всегда получаются продукты вполне окисленные, как, например, вода, угольная, азотная, фосфорная, серная и другие кислоты, которые, реагируя с основаниями, дают различные соли, идущие на питание растений. При анаэробном процессе, протекающем в бескислородной среде, образуются различного рода недоокисленные соединения, такие, например, как метан, фосфористый водород, сероводород, аммиак и др., большинство из которых являются ядовитыми для корней культурных растений.

Из таблицы 3 видно, что через четыре года освоения земель при разном соотношении орошаемого и неорошаемого циклов достоверно изменялось общее содержание гумуса только в слое почвы 0–20 см, глубже, за исключением варианта с соотношением Ор : Неор = 25 : 75 %, его количество оставалось стабильным. На контроле, на котором земли орошались постоянно, содержание гумуса практически не изменилось.

Таблица 3 – Изменение содержания общего гумуса при различном соотношении орошаемого и неорошаемого циклов

В %

Вариант опыта	Слой, см						
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–40	0–100
Исходные данные, 2005 г.	3,84	3,78	3,29	2,42	1,69	3,81	3,00
2009 г.							
Ор = 100 % (контроль)	3,92	3,74	3,26	2,45	1,72	3,83	3,02
Ор : Неор = 75 : 25 %	3,98	3,79	3,27	2,47	1,70	3,89	3,04
Ор : Неор = 50 : 50 %	4,03	3,82	3,29	2,47	1,70	3,93	3,06
Ор : Неор = 25 : 75 %	4,10	3,86	3,26	2,49	1,69	3,98	3,08
НСР ₀₅	0,11	0,07	0,05	0,08	0,04	0,17	0,10

Достоверное увеличение гумуса в слое чернозема 0–20 см по сравнению с исходным содержанием получено во всех вариантах со снижением водной нагрузки.

В варианте Ор : Неор = 75 : 25 % содержание гумуса возросло только на 0,14, а в варианте с соотношением Ор : Неор = 50 : 50 % и Ор : Неор = 25 : 75 % – соответственно на 0,19 и 0,26 при $НСР_{05} = 0,11$.

Данное увеличение произошло за счет того, что в этих вариантах в почву дополнительно добавлена растительная масса в виде сидерального удобрения, а также за счет активизации процессов гумификации, которые усилились благодаря оптимизации водно-воздушного режима почв в неорошаемом цикле.

При регулярном орошении, несмотря на то что здесь также возделывалась горчица, увеличение гумуса не происходило из-за того, что при таком типе орошения преобладает анаэробный процесс разложения органического вещества. Данный процесс протекает в бескислородной среде с образованием летучих соединений (метана, аммиака, сероводорода и др.), которые не способствуют накоплению гумуса. Это подтверждается расчетами, проведенными авторами балансовым методом [16]. Если сравнивать расчетное и фактическое содержание гумуса в почвах, можно убедиться в том, что его величины разнятся (таблица 4).

Таблица 4 – Расчетное и фактическое содержание гумуса в слое чернозема обыкновенного 0–40 см при регулярном и циклическом орошении

Вариант опыта	Содержание гумуса, %		Изменение содержания гумуса, %		Сумма оросительных норм за 2006–2009 гг., м ³ /га
	расчетное	фактическое	абсолютное	относительное	
1 Ор = 100 % (контроль)	3,62	3,83	0,21	6	9100
2 Ор : Неор = 75 : 25 %	3,62	3,89	0,27	7	6800
3 Ор : Неор = 50 : 50 %	3,65	3,93	0,28	8	3800
4 Ор : Неор = 25 : 75 %	3,66	3,98	0,32	9	2400

При балансовом методе учитывались минерализация гумуса при возделывании той или иной культуры; поступление пожнивно-корневых остатков и зеленой массы сидератов, пересчитанное на сухое вещество; их гумификация, рассчитанная по известным коэффициентам. В фактическом содержании гумуса играло немаловажную роль соотношение воды и воздуха, определяющее тип процесса гумификации.

В вариантах с циклическим орошением преобладал аэробный процесс гумификации, который протекает быстрее и с образованием большого количества гумуса. Поэтому в этих вариантах его содержание по сравнению с расчетными величинами возросло в абсолютных единицах на 0,27; 0,28; 0,32 %, а в относительных соответственно на 7, 8, и 9 %. При регулярном орошении эти величины соответственно составили 0,21 и 6 %.

При образовании гумуса в аэробных условиях не только получается его больше, но и он по своему составу более качественный. Об этом свидетельствуют результаты определения группового состава гумуса и показатели гумусного состояния почв (таблица 5).

При снижении водной нагрузки отмечается уже тенденция к формированию в гумусе гуминовых кислот, более наглядно это проявилось в варианте 4 (Ор : Неор = 25 : 75 %). Здесь отношение $C_{гк}/C_{фк}$ составило 1,15, что характеризует тип гумуса как фульватно-гуматный, в то время как на контроле он остался гуматно-фульватным.

Степень гумификации, определяемая выражением $C_{гк}/C_{фк} \cdot 100\%$, на контроле оставалась слабой, а в вариантах 3, 4 через четыре года стала средней.

Таблица 5 – Групповой состав гумуса в вариантах опыта с разным соотношением орошаемого и неорошаемого цикла (0–20 см), 2009 г.

Вариант опыта	Гумус по Никитину, %	$C_{орг}$ в исходном состоянии, %	$C_{гумин. к-т}$	$C_{фульвок-т}$	$C_{ост.}$	Степень гумификации	$\frac{C_{гум.}}{C_{фул.}}$
1 Ор = 100 % (контроль)	3,92	2,27	0,46	0,52	1,29	20	0,88 Г-Ф
2 Ор : Неор = 75 : 25 %	3,98	2,31	0,48	0,49	1,34	20	0,98 Г-Ф
3 Ор : Неор = 50 : 50 %	4,03	2,34	0,52	0,49	1,33	22	1,06 Ф-Г
4 Ор : Неор = 25 : 75 %	4,10	2,38	0,60	0,52	1,26	25	1,15 Ф-Г

Общее содержание гумуса, тип гумуса, степень гумификации указывают на улучшение состояния почв при переходе на циклический вид орошения.

О том, что при регулярном орошении протекает анаэробный тип разложения органического вещества, а при циклическом орошении преобладает аэробный процесс, можно судить по содержанию недоокисленных соединений в почве. Определение недоокисленных веществ в почве методом окисления перманганатом калия позволяет оценить общее содержание органических и неорганических соединений, в которые входят сероводород, сода, закисное железо и марганец, метан, этилен, муравьиная, масляная, молочная, уксусная, пропиленовая, ванильная, бензойная и другие кислоты [9]. Эти соединения образуются только в анаэробных условиях, и их токсичность бывает настолько велика, что полностью нарушается система питания растений и урожайность возделываемых культур сильно снижается. Результаты определения недоокисленных веществ в полевом опыте представлены на рисунке 1.

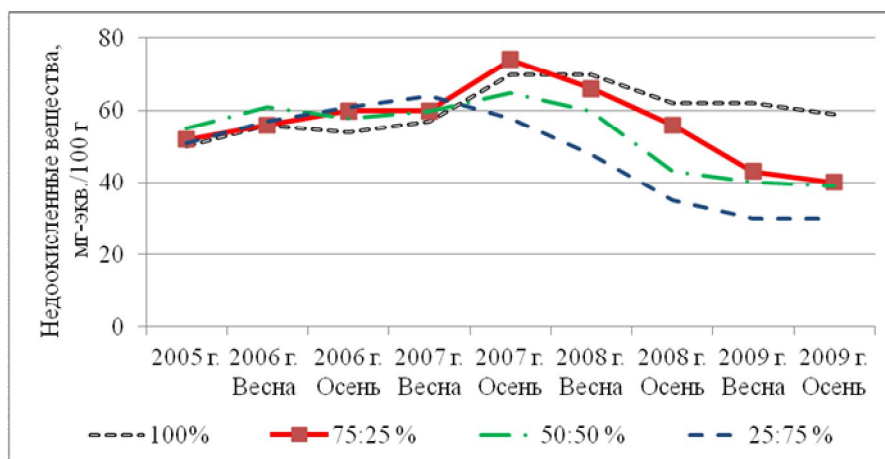


Рисунок 1 – Содержание недоокисленных веществ в слое чернозема обыкновенного 0–20 см при различном соотношении орошаемого и неорошаемого цикла

На постоянно орошаемых массивах в первый год содержание недоокисленных веществ находилось на уровне 50–70 мг-экв./100 г, согласно классификации отвечало слабой токсичности и свидетельствовало о том, что в почве существуют анаэробные процессы.

Во второй год поле опытного участка осваивалось согласно двум первым вариантам в режиме регулярного орошения. В почвах участков, на которых согласно вариантам 2 и 3 в 2007 г. возделывалась кукуруза на зерно без орошения, содержание недоокисленных

веществ находилось на достаточно высоком уровне, в пределах 50–70 мг-экв./100 г, что согласно классификации соответствовало слабой токсичности.

В 2007 г. в двух вариантах ($Op = 100\%$ и $Op : Neop = 75 : 25\%$) возделывалась капуста, которая требовала много поливов: в варианте 1 капуста среднепоздняя поливалась 12 раз; в варианте 2 капуста среднеранняя поливалась 7 раз. В связи с постоянным переувлажнением содержание недоокисленных веществ возросло в варианте 1 до 78 мг-экв./100 г, а в варианте 2 – до 72 мг-экв./100 г, что уже соответствовало сильной токсичности и свидетельствовало о преобладании в почве анаэробных процессов. В варианте 3 возделывалась кукуруза на зерно с уменьшенной нормой (1400 м³/га), поэтому содержание недоокисленных веществ снизилось до 65 мг-экв./100 г. Такое содержание соответствовало уже слабой токсичности, а на участках, где возделывалась кукуруза на зерно, но уже без поливов и с большим количеством рыхлений, количество недоокисленных веществ резко снизилось до 49 мг-экв./100 г. Почвы по этому показателю стали нетоксичными. В 2008 г. в вариантах 1 и 2 возделывался яровой ячмень с подсевом горчицы в качестве сидерата. Для этой культуры потребовалось воды уже меньше (1500 м³/га). Для подготовки почвы к посеву ячменя почва подвергалась несколько раз рыхлению, что увеличивало аэрацию и способствовало переводу недоокисленных веществ в другие формы. Их количество снизилось в варианте 1 до 63 мг-экв./100 г, а в варианте 2 – до 57 мг-экв./100 г, то есть почвы из разряда с сильной токсичностью перешли в разряд почв со слабой токсичностью. В остальных вариантах (3-м и 4-м) также были созданы условия для обеспечения почв кислородом и, соответственно, снижения токсичности по содержанию недоокисленных веществ. В этих вариантах также возделывался яровой ячмень, но без поливов, с последующей заправкой горчицы как сидерата. Горчица так же в этот год не поливалась. Наименьшее содержание недоокисленных веществ в этот год было обнаружено в варианте $Op : Neop = 25 : 75\%$ (35 мг-экв./100 г). Видимо, сказалось и то, что этот вариант по сравнению с другими имел более продолжительный неорошаемый цикл, так как в предыдущем году в нем возделывалась кукуруза на зерно так же без поливов.

В 2009 г. содержание недоокисленных веществ (НВ) снизилось даже в варианте с регулярным орошением (до 62 мг-экв./100 г), так как подсолнечник потребовал всего два полива (800 м³/га). Остальные три варианта осваивались при аэробных условиях, поэтому содержание НВ опустилось ниже 50 мг-экв./100 г. Такое содержание свидетельствует о том, что почвы по этому показателю не обладают токсичностью.

Выводы

1 Снижение водной нагрузки создает в почве аэробные условия, при которых активизируется микробиологическая деятельность и содержание гумуса возрастает. По сравнению с контролем количество гумуса в слое почв 0–40 см в вариантах с 50 и 75 % увеличилось соответственно на 7 и 11 %. Гумус стал более качественным, так как в этих вариантах стали преобладать гуминовые кислоты. Наличие аэробных условий в этих вариантах подтверждено содержанием недоокисленных веществ, составляющем менее 50 мг-экв./100 г, то есть почвы не обладают токсичностью по этим показателям.

2 Для восстановления плодородия длительно орошаемых черноземов необходимо перейти на циклический вид орошения, чередуя орошаемые и неорошаемые циклы в соотношении $Op : Neop = 50 : 50\%$ и $Op : Neop = 25 : 75\%$.

3 При орошении черноземов с целью сохранения плодородия требуется новый подход к их освоению, в котором приоритетным мероприятием должно быть снижение водной нагрузки.

Список использованных источников

1 Балабекян, Р. А. Изменение свойств и плодородия обыкновенных (предкавказских) черноземов нижнего Дона при орошении / Р. А. Балабекян, А. А. Попов // Изв. СКНЦВШ. Естеств. науки. – 1988. – № 1. – С. 9–16.

2 Егоров, В. В. Об орошении черноземов / В. В. Егоров // Почвоведение. – 1984. – № 12. – С. 39–47.

3 Скуратов, Н. С. Влияние орошения на свойства обыкновенных черноземов / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, М. Е. Сыпко // Мелиорация и урожай. – 1987. – № 4. – С. 17–19.

4 Смирнов, Р. Н. Оценка влияния орошаемого земледелия на плодородие почв донских оросительных систем / Р. Н. Смирнов // Методологические усовершенствования технологии изыскания и оценки территории для мелиоративного освоения: сб. науч. тр. / Южгидроводхоз. – Ростов н/Д., 1987. – С. 97–103.

5 Девятова, Т. А. Биологические показатели плодородия черноземов при орошении / Т. А. Девятова, Д. И. Щеглов // Плодородие. – 2005. – № 4(25). – С. 32–33.

6 Андреев, Г. И. Экологическое состояние орошаемых почв на Нижнем Дону / Г. И. Андреев, Г. А. Козлечков, А. Г. Андреев. – М. – Днепропетровск – Новочеркасск, 2007. – 262 с.

7 Никитин, Б. А. Уточнения к методике определения гумуса в почве / Б. А. Никитин // Агрехимия. – 1983. – № 8. – С. 78–89.

8 Орлов, Д. С. Практикум по химии гумуса: учеб. пособие / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 272 с.

9 Бобков, В. П. Определение недоокисленных веществ в почве методом окисления перманганатом калия и йодидом / В. П. Бобков // Почвоведение. – 1975. – № 7. – С. 134–140.

10 Мелиоративное почвоведение / С. Г. Вознюк [и др.]; под ред. С. Г. Вознюка. – Львов: Высшая школа, 1984. – 250 с.

11 Гельцер, Ф. Ю. Роль органического вещества в структурообразовании почв / Ф. Ю. Гельцер // Химизация соц. земледелия. – 1937. – № 8. – С. 53–63.

12 Шуравилин, А. В. Водный и солевой режимы почв при длительном орошении почв в условиях юга Западной Сибири / А. В. Шуравилин, Н. Г. Вуколов // Плодородие. – 2008. – № 2. – С. 30–31.

13 Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 217 с.

14 Возбуцкая, А. Е. Химия почв / А. Е. Возбуцкая. – М.: Высшая школа, 1968. – 428 с.

15 Кононова, М. М. Органическое вещество целинных и освоенных почв / М. М. Кононова. – М.: Наука, 1972. – 277 с.

16 Васильев, В. А. Справочник по органическим удобрениям / В. А. Васильев, Н. А. Филиппова. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.

УДК 631.459: 631.452

Н. И. Балакай

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Цель работы заключалась в определении влияния водной эрозии на плодородие почв. Почвенный покров претерпел значительные изменения: уменьшился уровень его плодородия, сократились площади наиболее ценных почв. В черноземах снижение содержания гумуса произошло с 4,0 до 3,5 %, а в каштановых почвах – с 2,8 до 2,4 %. Высокая степень сельскохозяйственной освоенности земель, интенсивная обработка почв, недостаточное внесение органических и минеральных удобрений, несоблюдение структуры посевных площадей и противоэрозионной агротехники приводят к дегумификации земель, увеличению щелочности и карбонатности почв. Установлено, что недобор

урожая на слабосмытых почвах составляет 10–12 %, на среднесмытых – 30–50 %, а на сильносмытых – 60–80 %. На землях, подвергшихся эрозионным процессам, теряется в среднем 15 % урожая зернобобовых культур, 32 % – пшеницы, 45 % – картофеля, 25 % – кормовых трав. Сложившаяся ситуация требует срочного принятия мер, в частности: проведения комплекса мероприятий по освоению научно обоснованных почвозащитных севооборотов, системы противоэрозионной обработки почвы, внедрению контурного, террасного, полосного земледелия и комплекса противоэрозионных мелиоративных мероприятий, использования пожнивных посевов, а также залужения посевами многолетних трав участков, сильно подверженных эрозии.

Ключевые слова: эрозия почвы; плодородие; снижение гумуса, фосфора, калия; урожайность сельскохозяйственных культур.

Одним из основных направлений государственной экономической политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности РФ является повышение почвенного плодородия земель и урожайности сельскохозяйственных культур. При этом удельный вес производства отечественной сельскохозяйственной продукции должен составлять: зерна – не менее 95 %, сахара – не менее 80 %, растительного масла – не менее 80 %, картофеля – не менее 95 % [1].

Для этого необходимо повышать биопродуктивность земель и почвенное плодородие. В последние десятилетия продолжается рост эродированных и дефлированных земель, идет снижение содержания гумуса. Поверхностный сток талых и дождевых вод наибольший вред наносит землям сельскохозяйственного назначения, на которых в результате водной эрозии теряется верхний, самый плодородный слой почвы.

Так, на территории Ростовской области практически не осталось земель, которые не испытали бы антропогенного воздействия, преимущественно негативного характера. Почвенный покров претерпел значительные изменения: сократились площади наиболее ценных почв, уменьшился уровень плодородия всего почвенного покрова. При этом на сельскохозяйственных угодьях наблюдается прогрессирующее распространение следующих негативных процессов: водной и ветровой эрозии, дегумификации почв, засоления, осолонцевания, переуплотнения, переувлажнения и др. [2].

Анализ результатов проведенных ранее работ показывает, что продолжается рост овражно-балочных систем и его интенсивность значительно возросла [3]. Водная эрозия наблюдается на площади 3,22 млн га; ветровая эрозия – на 6,01 млн га; подтопление – на 0,3 млн га; засоление – на 0,3 млн га; осолонцевание – на 1,6 млн га; дегумификация – на 7,4 млн га [2, 3].

Процессы дегумификации наблюдаются на всех почвах пашни и частично – на естественных кормовых угодьях (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание гумуса в почвах Ростовской области [2]

В процентах

Природно-сельскохозяйственная зона	Среднее содержание гумуса					
	1976–1980 гг.	1981–1985 гг.	1986–1990 гг.	1991–1995 гг.	1996–2000 гг.	2001–2005 гг.
Северо-Западная	3,80	3,79	3,71	3,46	3,20	3,14
Северо-Восточная	3,10	3,10	3,00	2,90	2,80	2,73
Центральная	3,30	3,25	3,25	2,97	2,95	2,96
Приазовская	3,80	3,80	3,60	3,60	3,60	3,85
Южная	3,80	3,64	3,64	3,60	3,65	3,57
Восточная	2,80	2,73	2,40	2,22	2,40	2,33

Эрозионные процессы являются одной из основных причин уменьшения содержания гумуса в почве. Основные причины, вызывающие отрицательный баланс гумуса, следующие:

- нерациональное размещение культур по элементам агроландшафта;
- отсутствие системы экологических ограничений в земледелии, направленных против эрозионных процессов;
- снижение массы органических удобрений из-за снижения поголовья скота.

В черноземах снижение содержания гумуса произошло с 4,0 до 3,5 %, а в каштановых почвах – с 2,8 до 2,4 %. Предотвратить это явление можно только с помощью внесения органических удобрений, расширения посевов многолетних трав, а также заделки послеуборочных остатков.

В настоящее время практически исчезли сверхмощные черноземы (А + В более 120 см), увеличилась доля среднемощных. Вдобавок к эрозии постепенное перемещение почвы сельхозмашинами с вершин и склонов вызывает уменьшение почвенного профиля [1].

Увеличение щелочности и карбонатности пахотных почв происходит в результате глубокой их обработки с оборотом пласта и подтягивания к поверхности более щелочных и карбонатных слоев. Эти процессы усугубляются водной эрозией. Наиболее плодородные верхние слои почвы смываются, и на поверхность выходят горизонты аккумуляции карбонатов, имеющие высокую щелочность.

Эрозия является самым распространенным и наиболее разрушительным негативным процессом. Основными причинами развития эрозионных процессов являются прежде всего высокая степень сельскохозяйственной освоенности земель, интенсивная обработка почв. Недостаточное внесение органических и минеральных удобрений, несоблюдение структуры посевных площадей и противоэрозионной агротехники приводят к дегумификации земель, увеличению щелочности и карбонатности почв.

Так, в центральном районе Нечерноземной зоны восполнение потерь гумуса в результате внесения органических удобрений составляет около 48 %; за счет растительных остатков пропашных культур – 0,2 т/га; зерновых – 0,4 т/га; многолетних трав – 0,5–0,6 т/га.

Из-за потерь гумуса недобор сельскохозяйственной продукции в этом регионе составляет 180 млн к. е. (0,52 т/га). Для восполнения потерь от эрозии необходимо внести 7,5 млн т навоза; 14,8 тыс. т азотных; 5,7 тыс. т фосфорных и 207,0 тыс. т калийных удобрений в д. в. [4].

Наименее энергоемкий прием восполнения в почве органического вещества – возделывание промежуточных и подсевных сидеральных культур, которые могут стабилизировать гумусовый режим почвы.

Развитию процессов водной эрозии также способствуют большая расчлененность рельефа, слабая водпрочность структурных агрегатов почвы, невысокая водопроницаемость и влагоемкость дерново-подзолистых почв, глубокое промерзание и медленное оттаивание почвы, образование ледяного экрана на ее поверхности. Мощное отложение снега и во многих районах интенсивное его таяние вызывают значительный сток талых вод (90–100 мм). Установлено, что при смыве 20-сантиметрового слоя чернозема на каждом гектаре теряется 150–200 т гумуса, 10–15 т азота, 5–6 т фосфора, 40–60 т калия, 50–60 т кальция. Утрата 1 см слоя почвы равноценна возврату истории ее развития на 1000 лет.

По обобщенным данным научных учреждений России, недобор урожая на слабосмытых почвах составляет 10–12 %, на среднесмытых – 30–50 %, а на сильносмытых – 60–80 %. На землях, подвергшихся эрозионным процессам, теряется в среднем 15 % урожая зернобобовых культур, 32 % – пшеницы, 45 % – картофеля, 25 % – кормовых трав [1].

Ущерб, наносимый эрозией, заключается не только в смыве почвы, переносе эродированного материала, но и в значительных потерях питательных элементов

почвы, особенно кальция и фосфатов, то есть элементов, которые преимущественно определяют окультуренность и плодородие почвы.

По данным Росземпроекта, в результате только водной эрозии ежегодно из пахотного слоя вымывается почти 1,5 млрд т плодородного слоя, что равносильно потере 18–20 млн т питательных веществ [5].

Дерново-подзолистые суглинистые почвы, подвергшиеся водной эрозии, имеют низкое содержание гумуса и общего азота, повышенные кислотность и емкость поглощения, заметно большее количество слабодоступных для растений соединений фосфора и калия (таблица 2) [6].

Таблица 2 – Агрохимические показатели пахотного слоя (0–20 см) дерново-подзолистых эродированных почв

Показатель	Степень смытости		
	слабая	средняя	сильная
Гумус, %	1,5–1,8	1,2–1,3	0,8–1,1
Общий азот, %	0,06–0,07	0,045–0,050	0,030–0,035
P ₂ O ₅ , мг/кг	20–50	30–60	100–50*
K ₂ O, мг/кг	80–100	80–100	100–150
pH солевое	4–5	4–5	4–5
Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г	2–3	2–3	3–4
Сумма поглощенных оснований, мг-экв./100 г	7–9	7–9	7–12
* Большая часть недоступна для растений.			

По мере возрастания степени смытости почвы величина плотности сложения ее пахотного слоя напрямую связывается с уменьшением содержания гумуса. Эродированные почвы по содержанию гумуса подразделяются на слабоэродированные (до 70 % гумуса), среднеэродированные (70–50 %), сильноэродированные (менее или равно 50 % от наличия его в неэродированных почвах). Почвы с содержанием гумуса до 70 % условно относятся к неэродированным.

По данным Н. Ф. Ганжары, предельно допустимая величина эрозии в нашей стране составляет для дерново-подзолистых почв 0,87 мм/год, для черноземов – 0,28 мм/год, для каштановых почв – 0,36 мм/год и сероземов – 0,27 мм/год, или от 3,36 до 12,18 т/га. Эта же величина, рассчитанная по количеству поступающего в почву органического вещества в виде пожнивных (поукосных) остатков, корней, вносимых органических удобрений, составляет для дерново-подзолистых почв 0,2–0,3 мм/год, для каштановых почв – 0,2–0,3 мм/год, для черноземов – 0,1–0,5 мм/год [7].

Содержание гумуса в пахотном слое почв одной степени эродированности увеличивается от подзолистых почв к типичным черноземам (с севера – севера-запада на юг – юго-восток), затем уменьшается в направлении обычных черноземов, темно-каштановых и светло-каштановых почв. В пределах каждого почвенного типа содержание гумуса в пахотном слое уменьшается в среднесмытых почвах на треть, в сильносмытых – наполовину (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание гумуса в пахотном слое различных почв в зависимости от эродированности [8]

Почва	Степень смытости			
	несмытые	слабая	средняя	сильная
1	2	3	4	5
Дерново-подзолистая	1,64	1,05	0,85	0,68
Серая лесная	2,74	2,14	1,86	1,41
Чернозем выщелоченный	4,72	4,02	3,38	2,47
Чернозем типичный	6,06	5,84	4,58	3,28

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
Чернозем обыкновенный	4,34	3,90	3,27	3,23
Темно-каштановая	3,05	2,74	2,16	1,53
Светло-каштановая	1,96	1,84	1,60	1,12

Сельскохозяйственные культуры проявляют разную чувствительность к эродированности почв (таблица 4). Это прежде всего связано с оценкой уровня их требовательности к условиям почвенного плодородия [9].

Таблица 4 – Урожайность сельскохозяйственных культур на почвах разной степени эродированности

В % к урожайности на несмытой почве

Культура	Степень эродированности почвы		
	слабая	средняя	сильная
Озимая пшеница	85–90	50–60	30–35
Озимая рожь	85–90	55–60	35–40
Яровая пшеница	70–80	40–50	15–20
Ячмень	80–85	45–55	30–40
Овес	80–85	55–60	30–45
Кукуруза	80–85	60–70	15–25
Горох	85–95	60–70	50–60
Сахарная свекла, картофель	80–90	30–40	10–15
Подсолнечник	70–80	40–50	20–30
Многолетние травы	90–95	85–90	60–75

В среднем урожайность сельскохозяйственных культур снижается на слабосмытых почвах на 10–20 %, на среднесмытых – на 30–40 %, на сильносмытых – на 50–60 % по сравнению с урожайностью на полнопрофильных почвах.

Д. Е. Ванин приводит следующие данные о влиянии степени эродированности почв на урожайность культур. Высокотребовательные к условиям произрастания культуры: сахарная свекла, овощи, бахчевые, подсолнечник, картофель, табак, махорка, конопля, кориандр, озимая и яровая пшеница, просо, кукуруза – снижают урожайность на слабо-, средне- и сильносмытых почвах соответственно на 10–30, 30–70 и 35–90 %. Среднетребовательные культуры: ячмень, гречиха, сорго, зернобобовые, однолетние травы – снижают урожайность соответственно на 5–15, 22–55 и 40–70 %. Малотребовательные культуры: овес, озимая рожь, многолетние травы – снижают урожайность соответственно на 5–10, 15–40 и 25–55 % [9].

В исследованиях И. А. Трунова, А. В. Зубкова [10, 11] проведена оценка экономического ущерба, наносимого сельскохозяйственному производству водной эрозией на типичных и выщелоченных черноземах разной степени эродированности (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние эродированности почвы на экономическую продуктивность производства зерна

Показатель	Эродируемость почвы			
	нет	слабая	средняя	сильная
Урожайность, т/га	2,32	2,09	1,74	1,39
Стоимость продукции, руб./га	1422,2	1281,2	1066,6	852,1
Себестоимость 1 т зерна, руб.	337	361	408	462
Условный чистый доход (руб.) в расчете:				
- на 1 т	276	252	205	151
- на 1 га	640,3	526,7	356,7	209,9
Уровень рентабельности, %	81,9	69,8	50,2	32,7

По мере увеличения эродированности почвы экономическая эффективность производства зерна снижается, т. е. уменьшаются стоимость валовой продукции, уровень чистого дохода и рентабельность.

На таких землях необходимо введение почвозащитной системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории. При составлении севооборотов и размещении культур следует учитывать экспозицию склонов, с которой связаны температурный режим и влажность почвы. Склоны южной экспозиции имеют более высокий радиационный баланс и менее благоприятные гидрологические условия. Почвы южных склонов теряют больше влаги в результате повышенного испарения и более бурного весеннего снеготаяния. На таких почвах целесообразно размещать более теплолюбивые и сравнительно засухоустойчивые культуры, имеющие мощную корневую систему. Предпочтительны многолетние травы, такие как люцерна, донник, козлятник восточный. Эти культуры не только будут успешно использовать экологические условия, но и резко снизят эрозию почвы и потери питательных веществ.

Таким образом, в целях устранения эрозионных процессов можно рекомендовать разработку и освоение научно обоснованных, специализированных с учетом степени эрозионной опасности почвозащитных севооборотов; применение системы противоэрозионной обработки почвы (безотвальной, плоскорезной, минимальной, контурной, гребнистой, чизелевания, щелевания почвы); внедрение контурного, террасного, полосного земледелия и комплекса противоэрозионных мелиоративных мероприятий; использование пожнивных посевов, а также залужение посевами многолетних трав участков, сильно подверженных эрозии; правильный выбор доз, сроков и способов внесения минеральных и органических удобрений.

Список использованных источников

1 Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Росинформагротех, 2011. – 148 с.

2 Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы: в 3 ч. – Ростов н/Д.: Донской издат. дом, 2013. – 896 с.

3 Методические указания по назначению компенсационных мероприятий по снижению размера ущерба от поверхностных стоков / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: Мелиоводинформ, 2009. – 66 с.

4 Каштанов, А. Н. Почвоохранное земледелие / А. Н. Каштанов, М. Н. Заславский. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 146 с.

5 Трофимов, С. Н. Поверхностный сток на дерново-подзолистых почвах / С. Н. Трофимов, В. А. Варламов // Бюллетень ВИУА. – 2003. – № 117. – С. 92–94.

6 Справочник бригадира-полевода. – 2-е изд. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 254 с.

7 Ганжара, Н. Ф. Почвоведение / Н. Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.

8 Литвин, Л. Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России / Л. Ф. Литвин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 255 с.

9 Ванин, Д. Е. Проблемы земледелия и пути их решения / Д. Е. Ванин. – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1985. – 223 с.

10 Трунов, И. А. Водная эрозия черноземов на склонах малой крутизны / И. А. Трунов, А. В. Зубков // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 6. – С. 16–19.

11 Кузнецов, М. С. Эрозия почв лесостепной зоны центральной России: моделирование, предупреждение и экологические последствия / М. С. Кузнецов, В. В. Демидов. – М.: Полтекс, 2002. – 184 с.

УДК 389:631.612

В. С. Пунинский

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Москва, Россия

**СИСТЕМА МАШИН КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ УЛУЧШЕНИЯ
ЗЕМЕЛЬ С КОМПЛЕКСАМИ СОЛОНЦОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

Целью исследований являлась разработка системы технологий и машин для формирования и мониторинга рынка технологий, технических средств и сервисных услуг и оснащения строительных организаций, сельских товаропроизводителей интенсивными приемами производства мелиоративных работ. Доказано, что обновление парка мелиоративных машин и расширение площадей мелиоративных систем за счет коренного улучшения неиспользуемой залежи и почв с солонцовыми комплексами – это два взаимосвязанных направления, которые можно реализовать путем внедрения научно обоснованной современной системы машин для комплексной механизации мелиоративных работ, наиболее полно отвечающей задаче осуществления импортозамещения продовольствия, мониторинга рынка землеройной и специальной мелиоративной техники. Исследованиями установлено, что совершенствование технологических процессов мелиорации солонцовых комплексов, наряду с дополнением их операциями, ранее не применявшимися, возможно посредством создания многофункциональных комбинированных машин с рабочими органами, новизна которых подтверждена патентами. Обоснован проект части системы машин, и приведена структура этой части.

Ключевые слова: система машин, парк мелиоративных машин, глубокое рыхление, разноглубинная одновременная обработка почвы, биологически активные экраны, органоминеральные биологически активные удобрительные смеси, вынос продуктов обменных реакций.

Для своевременного технического обеспечения строительных организаций и сельских товаропроизводителей стал актуальным вопрос разработки информационно-регламентирующего документа. Первоначальными инициаторами такого документа были торговые предприятия, образованные в 1953 году из почти 9 тысяч машинно-тракторных станций (МТС), лугомелиоративных станций (ЛМС), на которые возлагалось осуществление продаж техники, запасных частей сельским товаропроизводителям. Для снижения риска непродачи в регионе избыточно завезенной техники либо ее недостатка требовалось выявление объемов регионального и на его основе общегосударственного спроса и централизованного заказа на производство техники машиностроителям. Последним нужно было знать заблаговременно номенклатуру и объемы производства техники, что не потеряло актуальности и в XXI веке. Сельским товаропроизводителям важен был и раньше, и теперь срок начала поступления в продажу техники нового поколения.

Недостаточные объемы отечественного продовольствия в настоящее время вынуждают к его закупке у зарубежных партнеров, что усиливает возможность внешнего управления Правительством Российской Федерации. Для соблюдения государственных и социальных интересов жителей России требуется незамедлительное импортозамещение товаров не с помощью географической смены потоков поступления продовольствия и техники, а путем восстановления сельского хозяйства России. А это тесно связано не только с технологическим обеспечением, но и с пополнением парка технических средств современными машинами с рабочими органами новейших конструкций.

На первом этапе импортозамещения следует восстанавливать утраченные посевные площади, сенокосы, улучшать пастбища. Исследования ФГБНУ «Всероссийский

научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» (ФГБНУ ВИМ) показывают, что из 39 млн га продуктивных земель можно без больших капитальных вложений вернуть в севообороты 15 млн га [1]. Начало производства специальных мелиоративных машин обеспечит пополнение парка техники для восстановления имеющихся на федеральном балансе мелиоративных систем, оказания услуг владельцам мелиорированных земель и освоения новых земель в целях производства кормов.

Возможность ускорения импортозамещения путем освоения новых земель, восстановления утраченных мелиоративных систем подтверждается следующим: в СССР мелиорированные земли в общем объеме сельскохозяйственных угодий составляли менее 2 %, однако продукция с мелиорированных земель в суммарном объеме сельскохозяйственной продукции занимала 30 %. На используемых 76 % мелиорированных земель России в 2011–2012 гг. производились 65–70 % овощной продукции, весь рис, более 20 % кормов; выход продукции с орошаемого гектара был в 3–4 раза выше, чем с богарного [2]. В настоящее время в России имеется в наличии 9056,6 тыс. га мелиорированных земель, из них требует реконструкции 3607,7 тыс. га. ФЦП «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы» предусматривает реконструкцию 371 объекта с вводом в эксплуатацию мелиорированных земель за счет реконструкции на площади 840,96 тыс. га и выбывших угодий за счет проведения культуртехнических работ на площади 330 тыс. га. В целом этого недостаточно для ускорения импортозамещения пищевых продуктов собственным производством.

Цель исследований – разработка системы технологий и машин для формирования и мониторинга рынка технологий, технических средств и сервисных услуг и оснащения строительных организаций, сельских товаропроизводителей интенсивными приемами производства мелиоративных работ.

Материалы и методы. Изучены базовые типизированные технологии и технические средства для выполнения мелиоративных работ. Проведены анализ и оценка ранее накопленных данных, фундаментальных исследований, существующих фондовых материалов, синтез имеющегося опыта в области разработки технологических процессов для восстановления мелиоративных систем и освоения сельскохозяйственных угодий с солонцовыми комплексами.

Анализ технологий и методов освоения и коренного улучшения земель показал, что работы выполняются отдельно с большим временным периодом между блоками операций и преобладанием поверхностного распределения на почве мелиоранта и удобрений. Непродолжительные сроки выполнения обработки почвы и других операций вызывают необходимость повышения производительности машин. При этом ограничены рабочие скорости, глубина обработки, а увеличение ширины захвата машин повышает потребное тяговое усилие, общую массу сельскохозяйственного агрегата. Это приводит к переуплотнению почвы, необходимости проведения глубокого ее рыхления и комплекса культуртехнических мероприятий. К нерешенным вопросам механизации коренного улучшения земель можно отнести отсутствие парка специальных комбинированных орудий, выполняющих одновременно и последовательно более двух технологических процессов, а также комплекс организационно-хозяйственных факторов. К последнему следует отнести, например, искусственное разделение некогда единого мелиоративного комплекса страны на три собственника [3]. По данным ФГБНУ ВИМ, улучшение плодородия почв, в том числе с сильной кислотностью, засоленных и солонцовых почв, сдерживается отсутствием финансовых средств у субъектов Российской Федерации и производства специальных технических средств для механизации внесения мелиоранта в обрабатываемый слой [4].

Межотраслевым документом в 1955 году стала «Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства» с периодом действия 5 лет, реализация которой способствовала повышению урожайности сельскохозяйственных

угодий. «Система машин ...» более 55 лет была государственным документом, которым руководствовались при формировании парка машин с учетом эволюционного процесса роста потребности в объемах работ, в том числе по содержанию мелиоративной сети, частичного перепрофилирования мелиорированных земель, проектирования и строительства оросительных и осушительных систем; выступала в качестве свода зарегистрированных в установленном порядке наиболее эффективных технологических приемов, машин и оборудования, программ их развития. Первоначально мелиоративные комплексы и машины – в 1955 году было 36 наименований машин – входили в состав машин для растениеводства (таблица 1).

Таблица 1 – Данные по динамике развития системы машин

Система машин	Год действия							
	1955–1965	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1990	1986–1995	1996–2000	2001–2010
Количество машин, всего, шт.	36,0	339,0	502,0	587,0	555,0	746,0	740,0	450,0
В том числе новых, всего, шт.	6,0	150,0	191,0	189,0	165,0	166,0	54,0	119,0

Система машин с 1966 года как один из подразделов для мелиоративных работ реализовывалась с периодичностью 5 лет, а как четвертая часть, которая являлась технической основой комплексной механизации производства мелиоративных работ, начала формироваться с 1970 года [5]. С 1981 по 2000 год периодичность системы машин возросла до 10 лет, а с 2001 года она формируется как самостоятельный документ с отражением в федеральных регистрах технических средств состояния с разработкой и производством машин на момент формирования (каждые 5 и 10 лет).

Результаты и обсуждение. Система машин содержала новые технологические процессы, опирающиеся на использование физико-механических принципов, которые позволяют получать новый технологический, технический и экономический эффект. На этих принципах базируются технологии строительства дренажа в зоне орошения, дреоукладчик для выполнения дренажных работ, каналочиститель и дреопромывочная машина для очистки дрен от наносов с использованием аэровакуумного эффекта и осветления, повторного использования промывочной воды [6]. Федеральные регистры, содержащиеся в системе машин, базируются на наличии системной связи выполняемых процессов и операций в виде условия поточности. Разработанный в 2003 году документ (таблица 2) федерального значения регламентировал создание, испытание и внедрение в производство новых технологий и техники на период до 2010 года [7].

По агротехническим требованиям ВНИИГиМ был создан и освоен в производстве ряд машин и лазерных систем управления для выполнения строительных и ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах: самоходные скреперы; комплексы машин для строительства дренажа и закрытых оросительных систем; роторные экскаваторы-каналокопатели непрерывного действия; бетоноукладочный комплекс машин; автоматизированные короткобазовые планировщики; мелиоративные земснаряды; каналочистители с оборудованием для очистки бетонированных каналов; многоцелевой каналочиститель с комплектом сменного рабочего оборудования; корчевальные агрегаты, кусторезы, рыхлители и другие машины и средства механизации и автоматизации [6].

В этот же период ежегодно проводились приемочные и периодические испытания более 80 наименований мелиоративной техники. Реализация системы машин способствовала получению стабильных урожаев, которые зависят также от типа и состояния почв, гидрогеологических и климатических условий. Существенное влияние на состояние почв оказывают агротехника сельскохозяйственных культур и необходимость регулирования водного режима в процессе вегетации растений. Комплексное антропогенное воздействие воды и движителей машин изменяет структуру почв и требует проведения дополнительных мероприятий для поддержания их плодородия.

Таблица 2 – Структура Федерального регистра технических средств для производства мелиоративных работ на период до 2010 года

Шифр по СТМ М.РТС	Наименование	Всего технических средств в СТМ		
		2001 г.	2005 г.	2010 г.
1	2	3	4	5
М.РТС-1	Технические средства для строительства и реконструкции оросительных, осушительных и обводнительных систем	58	58	53
	1 Экскаваторы-каналокопатели, каналокопатели и заравниватели	10	10	7
	2 Машины для строительства дренажа	13	13	13
	3 Машины для строительства закрытых оросительных систем из трубопроводов	7	7	5
	4 Планировщики и выравниватели	8	8	8
	5 Машины для устройства бетонных покрытий	9	9	9
	6 Бороздоделатели и валикоделатели	7	7	7
	7 Машины для крепления откосов осушительных каналов	4	4	4
М.РТС-2	Технические средства для производства культуртехнических работ	81	81	81
	1 Машины для расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности	17	17	17
	2 Машины для уборки камней	22	22	22
	3 Машины для первичной обработки и улучшения земель	25	25	25
	4 Машины для строительства дорог и ухода за ними	17	17	17
М.РТС-3	Технические средства для производства ремонтно-эксплуатационных работ	36	36	36
	1 Каналоочистительные машины	7	7	7
	2 Машины для скашивания и удаления растительности	9	9	9
	3 Машины для промывки и ремонта закрытого дренажа	4	4	4
	4 Машины для производства эксплуатационных и ремонтно-строительных работ способом гидромеханизации	10	10	10
	5 Машины для ремонта и содержания гидротехнических сооружений	6	6	6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
М.РТС-4	Технические средства для полива	121	122	122
	1 Дождевальные машины и установки	39	40	40
	2 Технические средства для поверхностного полива	15	15	15
	3 Вспомогательное оборудование для орошения	34	34	34
	4 Передвижные насосные станции	33	33	33
М.РТС-5	Вспомогательно-подготовительные межотраслевые технические средства для землеройного, погрузочного, транспортного и энергетического обеспечения мелиоративных работ	153	153	150
	1 Землеройные машины и агрегаты	35	35	33
	2 Погрузочные машины и установки	20	20	20
	3 Транспортные машины и тягачи	50	50	49
	4 Энергетические средства и установки	39	39	39
	5 Оборудование для производства буровых работ	9	9	9
	6 Автомобили легковые			7
	7 Автомобили для транспортно-складских работ			4
	8 Погрузчики для транспортно-складских работ			3
Всего	450	450	456	

Наибольшее влияние на состояние почв оказывают климатические факторы: увлажненность территории, испаряемость, скорость ветра, обеспеченность водными ресурсами. При недостатке влаги пересушенная почва приобретает глыбистую структуру, при этом происходит ускоренный процесс минерализации органического вещества (гумуса почвы) и требуется дополнительная глубокая обработка с внесением удобрений и мелиорантов.

Органическое вещество почвы является энергетической основой биологических процессов, обладает свойствами физиологически активных веществ, регулирующих ростовые процессы и питание растений, а его содержание в почве свидетельствует о состоянии ее плодородия. По данным Минсельхоза, в России 41 млн га (48,6 %) занимают почвы с содержанием органического вещества от 3 до 6 % и 26,2 млн га (31,1 %) – почвы с более низким содержанием органического вещества [1]. В связи с этим основной задачей коренного улучшения земель является совершенствование технологий, обеспечивающих сохранение органического вещества в почве и повышение его количества. Технологии повышения содержания органического вещества неразрывно связаны с развитием средств механизации для обработки почв.

Нами предлагается на сельскохозяйственных угодьях, использующих почвенные запасы атмосферных осадков, применять ярусную обработку с изменением соотношения твердой, газообразной и жидкостной фаз почвы и созданием условий для уменьшения испарения влаги из поверхностного слоя почвы [8]. Для реализации технологии, отвечающей этим требованиям, могут использоваться разработанные в ФГБНУ ВНИИГиМ глубокорыхлители и ряд патентов на изобретения.

Созданные и внедренные в производство рыхлители скола РС-0,8 (навесной на тракторы с тягой 50 кН) и РС-0,6 (с потребной тягой 30 кН) имеют производительность 0,5 га/ч при рыхлении на глубину 0,6 м и 1,3 га/ч – на глубину 0,8 м. Трехстоечный рыхлитель РС-0,8 имеет стойки криволинейного очертания с долотообразными лемехами, которые обеспечивают скол, подъем грунта, приводящие к его сдвигу и рыхлению. Параболическая стойка, удаленная от лемеха в противоположную сторону, продвигается в разрыхленном грунте, что позволяет эффективнее использовать тягу трактора и повышать рабочую скорость. Двухстоечный рыхлитель РС-0,6 предназначен для разрушения уплотненной прослойки грунта на глубине до 0,5 м.

Во ВНИИГиМе были разработаны и внедрены рыхлители с рабочими органами V-образной формы для реструктурирования тяжелых и вторично уплотненных почв РГ-0,8 и РГ-0,5 с потребной тягой 30, 60–100 кН. Каждая стойка V-образных рыхлителей содержит два наклоненных друг к другу под углом 45° ножа и долота в месте их пересечения. При резании ножом грунта происходит подъем пласта, а затем излом, крошение и отсыпка за ножом рыхлителя [9]. Производительность РГ-0,8 составила 0,55 га/ч, РГ-0,5 – 0,25 га/ч. На землях, не засоренных камнями в зоне орошения, по данным В. П. Максименко, глубокое рыхление с использованием рыхлителя РГ-0,5М, оборудованного устройством для внутрипочвенного внесения жидкого навоза в объеме 70–90 т/га, эффективнее в 3,0–3,2 раза по сравнению с традиционными технологиями [10]. В Институте природообустройства при РГАУ – МСХА были проведены исследования рыхлителей РГ-0,5 с экспериментальными рабочими органами V-образной формы с целью изучения однородности структуры в разрыхленном профиле и запатентованы новые решения объемного рыхлителя (патенты RU 2376736, RU 2484610). Во ВНИИГиМе были разработаны и внедрены рыхлители с рабочими органами вибрационного действия РВ-0,8 и пассивного ЩРК-0,6.

Для повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий с включением солонцов возможно применение технологий и запатентованных решений, разработанных в ФГБНУ ВНИИГиМ. Во ВНИИГиМе Е. Н. Лиманским были разработаны технология освоения комплексных солонцовых почв и глубокорыхлитель (патент SU 1384225),

Е. Д. Томиным, Е. Н. Лиманским, А. А. Левчиковым был создан способ глубокого рыхления на фоне дренажа (патент SU 1319790). Эти разработки могут обеспечить проведение коренного улучшения солонцовых почв. Для освоения солонцовых почв предлагаются взаимоувязанные строительная и эксплуатационная технологии. Первая включает строительство дренажа, проведение комплекса агромелиоративных мероприятий и промывки солонцовых почв, а вторая – глубокое рыхление с внутрпочвенным внесением мелиоранта, дополнительное рыхление солонцового горизонта, измельчение и выравнивание поверхности почвы, опреснительные поливы на фоне сельскохозяйственных культур. В результате наблюдалось улучшение свойств почв и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур на 15–32 % в течение последующих 5 лет [11].

Совершенствование автором технологии коренного улучшения земель предполагает реализацию приемов для полного использования существующего потенциала почв и растений. Так, на орошаемых объектах со степенью насыщения основаниями более 60 %, с pH 5,5, дерново-карбонатными почвами, южными черноземами автором рекомендуется применение комбинированного модульного оборудования (патент SU № 1762772), базой которого принят планировщик эксплуатационный типа ПЭ-3,0, а модулями – модернизированный роторный рабочий орган АПР-2,6, пневматическая сеялка типа СПР-6, емкости приспособления к культиваторам ПХГ-4. Ширина захвата орудия – от 1,2 до 3,5 м, глубина рыхления – от 0,10 до 0,35 м, норма высева – от 5 до 200 кг/га. На объектах со степенью насыщения основаниями 40 %, с pH < 4,5–5,5 и темно-каштановыми, каштановыми, коричневыми, бурыми горно-лесными почвами рекомендуется применение комбинированного мелиоративного орудия (патент RU на полезную модель № 108901). Комбинированное мелиоративное орудие содержит смонтированные в трех поперечных плоскостях установочно-подвижно, в несовпадающих створах – фронтально глубокорыхлитель, два рыхлителя-кротователя, не менее четырех рыхлителей-щелерезов, опорные колеса, а также систему подачи продуктов в виде жидких и сыпучих мелиорантов, удобрений и воды. Предлагаемое комбинированное мелиоративное орудие позволяет снизить энергоемкость процесса, улучшить качество обработки глубокого слоя грунта, расширяет технологические возможности применения орудия для рассоления сельскохозяйственных угодий.

Для сохранения влаги и повышения продуктивности орошаемых земель могут применяться технические решения, разработанные в ФГБНУ ВНИИГиМ: патент РФ № 2125583 «Способ биомелиорации глинистых и суглинистых почв», способ прошел производственную проверку и внедрение в Крыму на полях совхоза «Рассвет» Красногвардейского района на площади 104 га, колхоза «Победа» Сакского района на площади 40 га, где была получена прибавка урожая 30–50 %; патенты РФ № 31555337 и № 1758066 «Способы мелиорации песчаных и супесчаных почв», в которых изложены принцип устройства водорегулирующих экранов и рекомендуемый состав компонентов экранов. При этом мелиорация деградированных земель может осуществляться путем создания в почве биологически активного водорегулирующего слоя (БАВС), в основе которого – органоминеральные биологически активные удобрительные смеси (ОМБАУС). На мелиорируемом участке полосами снимается слой земли толщиной 0,25–0,30 м. Обнаженный грунт траншеи рыхлится без оборота пласта на глубину 0,3 м. На разрыхленный грунт укладывается слой грубого растительного материала (соломы, сена, растительных остатков), который покрывается слоем земли не менее 0,05 м. Затем кладется свежий или перепревший навоз с добавлением помета (при наличии последнего), присыпается вынутым ранее грунтом до проектных отметок. Органоминеральная биологически активная удобрительная смесь созревает около полугода. Норма содержания готовой смеси – 10 кг/м² в первый год освоения. При мелиорации кислых почв дополнительно вносится известь, осолонцованных – гипс. При этом компоненты смеси необходимо укладывать на разрыхленный слой и укрывать

мелиорируемым грунтом. За счет набухания минеральных компонентов при увлажнении водопроницаемость прослойки уменьшается и такой слой становится экраном, над которым аккумулируется подаваемая при поливе вода. По мере использования почвенной влаги растениями происходят иссушение водорегулирующего слоя, уменьшение объема его минеральной части, увеличение объема органической части, представленной растительными остатками, которые, разлагаясь, представляют собой благоприятную среду для развития корней культивируемой культуры. Повышение эффективности проводимого мероприятия может быть достигнуто за счет внесения азотфиксирующих микроорганизмов и торфа. Кроме того, для рассоления земель могут быть применены запатентованные ФГБНУ ВНИИГиМ технические решения: патент № 1611242 «Способ рассоления почвы», патент № 2034900 «Способ освоения засоленных среднесуглинистых земель».

В настоящее время в ФГБНУ ВНИИГиМ разработан проект системы машин. Новые разработки 74 наименований машин базируются как на научном заделе, не востребованном с 1991 года, так и на конструкциях рабочих органов, созданных в период с 2004 по 2014 г., новизна которых подтверждена патентами на изобретения РФ. В первую часть системы включены приоритетные в настоящее время виды мелиоративных работ: а) производства ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративной сети; б) производства работ по ускоренному залужению и окультуриванию земель; в) производства работ по биомелиорации и окультуриванию земель; г) производства культуртехнических работ на залежных землях (таблица 3).

Таблица 3 – Структура регистра технических средств для производства мелиоративных работ до 2020 года

Наименование	Состояние производства на 2015 г.		
	В производстве	Модернизация	Новая
1	2	3	4
М.РТС-1 Технические средства для производства ремонтно-эксплуатационных работ			
1 Каналоочистительные машины	10	3	10
2 Машины для скашивания, срезки, измельчения и удаления растительности	11	7	7
3 Машины для промывки и ремонта закрытого дренажа	1	2	5
4 Машины для производства эксплуатационных и ремонтно-строительных работ способом гидромеханизации	26	-	3
5 Машины для ремонта и содержания гидротехнических сооружений	8	2	3
М.РТС-2 Технические средства для улучшения земель мелиоративных систем			
1 Машины для поверхностного улучшения лугов, пашни и пастбищ	7	10	5
2 Машины для коренного улучшения лугов, пашни и пастбищ, в том числе:	39	16	27
2.1 Машины для обработки дернины и почвы лугов на минеральных грунтах осушительных систем	15	6	11
2.2 Машины для обработки дернины и почвы лугов на болотных и торфяных землях осушительных систем	8	2	2

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
2.3 Машины для обработки дернины и почвы пастбищ и пашни на землях осушительных систем	11	6	3
2.4 Машины для обработки дернины и почвы на землях оросительных систем	5	2	11
М.РТС-3 Технические средства для уборки камней с земель мелиоративных систем			
1 Машины для подготовки почвы к уборке камней	6	-	1
2 Машины для уборки крупных и средних камней	4	2	1
3 Машины для уборки мелких камней	2	-	7
4 Машины для вывоза камней с земель и подготовки их к утилизации	-	4	-
5 Машины для подготовки камней к утилизации	5	-	1
М.РТС-4 Технические средства для энергетического обеспечения мелиоративных работ			
1 Энергетические средства и установки	8	2	2
2 Тракторы	42	-	2
Итого технических средств	169	48	74
Всего технических средств	291		

В регистр технических средств были включены с буквенными индексами «Н» перспективные и новейшие разработки машин и рабочих органов, принадлежащие ФБГНУ ВНИИГиМ, защищенные охранными документами, например патентами на изобретения технических решений и основных элементов новых технологий:

- патентами на изобретение № 2405886 «Способ очистки осушительного канала на участках с впадающими закрытыми дренами» и № 2405885 «Способ реконструкции действующего магистрального канала польдерной осушительной системы»;

- патентами на изобретение № 2480982 «Пильный диск многоцелевого кустореза», № 2494196 «Ротор-метатель многоцелевого каналаочистителя», № 25355162 «Лесная машина» и заявками на выдачу патента на изобретение № 2014123861 от 11.06.2014 «Комбайн коренного улучшения лугов» и № 2014135194 от 29.08.2014 «Кочкорез».

Выводы

1 Разработанный проект документа федерального значения регламентирует создание, испытания и внедрение в производство новых технологий и техники на период до 2020 года и может служить основой для разработки требований в конкурсной документации на закупку технических средств.

2 Система технологий и машин может способствовать координации выявления спроса на региональном уровне и сбора заявок уполномоченными посредниками для передачи машиностроителям с целью их технологической подготовки к производству землеройных и специальных мелиоративных машин.

3 Глубокое рыхление с внесением жидкого навоза способствует образованию углекислоты и замене поглощенного натрия ионами кальция, при биологической мелиорации достигается прибавка урожая сельскохозяйственных культур 30–50 %.

Список использованных источников

1 Технологии и технические средства для восстановления неиспользуемых и деградированных сельхозугодий / А. Ю. Измаилов [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – М.: Изд-во ВИМ, 2009. – № 4. – С. 17–20.

2 Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения на 03.12.2013 [Электронный ресурс] / Минсельхоз России. – М.: Департамент земельной политики, имущественных отношений и госсобственности, 2013. – 64 с. – Режим доступа: http://mcsx.ru/doklad_2013_11.

3 Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения на 21.10.2011 / А. В. Петриков [и др.]; Минсельхоз России. – М.: Росинформагротех, 2011. – 145 с.

4 Состояние технологического и технического обеспечения процессов улучшения лугопастбищных угодий России / О. С. Марченко [и др.] // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: материалы междунар. науч. конф. – М.: ВИМ, 2014. – С. 222–226.

5 Басс, В. Н. Система технологий и машин – научно-техническая основа для развития мелиоративных работ / В. Н. Басс, В. С. Пунинский // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 56–58.

6 Басс, В. Н. Система технологий и машин для комплексной механизации мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России / В. Н. Басс, В. С. Пунинский // Материалы междунар. науч. конф. – М.: Изд-во «ВНИИА», 2005. – С. 486–491.

7 Федеральные регистры базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России до 2010 г. / Б. М. Кизяев, В. С. Пунинский [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2003. – 112 с.

8 Рекомендации по биологической мелиорации деградированных сельскохозяйственных угодий / Ю. С. Пунинский, Б. М. Кизяев, В. С. Пунинский [и др.]. – М.: ВНИИГиМ, 1999. – 29 с.

9 Рекомендации по глубокому рыхлению почв на орошаемых землях / В. С. Казаков, В. И. Бобченко, В. С. Макарова [и др.]. – М.: ВНИИГиМ, 1988. – 39 с.

10 Максименко, В. П. Интенсификация восстановления плодородия уплотненных почв на орошаемых землях / В. П. Максименко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 24–28.

11 Лиманский, Е. Н. Технология и организация освоения комплексных солонцовых почв при орошении: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Лиманский Е. Н. – М.: ВНИИГиМ, 1988. – 135 с.

УДК 633.18:631.6

Е. В. Радевич

Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Рассвет, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ ФОСФОГИПСА НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В УСЛОВИЯХ РИСОСЕЯНИЯ

Цель исследований – изучить влияние внесенного фосфогипса в дозах 10 и 40 т/га на содержание тяжелых металлов в образцах темно-каштановых почв и растительных образцах при возделывании риса методом затопления. В процессе анализа полученных данных была установлена слабая дифференциация исследуемых рисовых чеков по содержанию тяжелых металлов, вследствие чего за контроль было взято среднее содержание валовых форм тяжелых металлов в почве, мг/кг: Cu – 19,26; Ni – 28,36; Cd – 0,85; Pb – 7,75; Zn – 51,8 – и среднее содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве, мг/кг: Cu – 0,26; Ni – 0,21; Cd – 0,15; Pb – 0,12; Zn – 3,42. Выявлено снижение содержания валовых форм тяжелых металлов в почве во временном интервале с 2006 по 2012 г. (например, содержание цинка в 2012 г. по сравнению с 2006 г. сократилось на 19,1%). Анализируя содержание подвижных форм тяжелых металлов

в почве, определили, что оно не превышает предельно допустимой концентрации по всем вариантам опыта. Например, содержание свинца в варианте с внесением 10 т/га фосфогипса в 2006 г. составляло 1,22 мг/кг почвы, а в 2012 г. – 1,24 мг/кг почвы. Установлено, что содержание тяжелых металлов в зерне риса, собранном со всех опытных участков, не превышало предельно допустимой концентрации для пищевых продуктов. Так, содержание меди в варианте с внесением 10 т/га фосфогипса в 2012 г. составило 0,37 мг/кг. Не выявлено опасного загрязнения тяжелыми металлами оросительной воды из сбросных коллекторов. Таким образом, использование фосфогипса в качестве мелиоранта не способствовало накоплению тяжелых металлов в почве, растительной продукции и оросительной воде из сбросных коллекторов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, валовые формы, подвижные формы, рис, фосфогипс, мелиорант, предельно допустимая концентрация.

Введение. Исследованиями многих ученых установлено, что применение фосфогипса способствует созданию оптимальной для развития растений реакции почвенной среды [1–3], переходу гумуса из категории фульватно-гуматного в категорию гуматного, приросту содержания гумуса в среднем в размере 0,2–0,4 % за счет повышения урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5–4,0 раза [4].

В последнее время очень остро стоит проблема ухудшения экологической обстановки. Важная роль при этом отводится наличию тяжелых металлов (ТМ).

Под термином «ТМ» обычно подразумевают более 40 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева, масса атомов которых составляет свыше 50 а. е. м. (Pb, Zn, Cd, Hg, Cu, Mo, Mn, Ni, Sn, Co и др.). Сложившееся понятие ТМ не является строгим, так как к ним часто относят элементы-неметаллы, например: As, Se, а иногда даже F, В, Ве и другие элементы, атомная масса которых меньше 50 а. е. м.

В процессе жизнедеятельности человека происходит антропогенное загрязнение почвенной среды различными формами ТМ, в том числе их оксидами, которые накапливаются в почвенном горизонте. Сельскохозяйственные земли, помимо загрязнения через атмосферу, накапливают ТМ при внесении пестицидов, удобрений, использовании сточных вод [5]. Использование фосфогипса также может создавать угрозу загрязнения сельскохозяйственных земель по причине содержания загрязняющих веществ в его составе.

Среди ТМ многие являются микроэлементами, биологически важными для живых организмов. Они являются необходимыми и незаменимыми компонентами биокатализаторов и биорегуляторов важнейших физиологических процессов [6, 7]. Однако избыточное содержание ТМ в различных объектах биосферы оказывает угнетающее и даже токсическое действие на живые организмы.

Влияние содержащихся в почве ТМ на живые организмы и растения зависит от концентрации их подвижной формы. Степень подвижности ТМ обусловлена геохимической обстановкой и уровнем техногенного воздействия. При одинаковом уровне техногенного воздействия подвижность ТМ в почве зависит прежде всего от окислительно-восстановительных условий, реакции среды, емкости почвенного поглощающего комплекса (ППК), гранулометрического состава и содержания органического вещества [8, 9].

Объекты и методы. Исследования проводились в 2006–2012 гг. на полях ООО «Энергия» Пролетарского района Ростовской области. Обработка почвы осуществлялась согласно стандартной зональной агротехнике. Объект исследований находится в центральной орошаемой зоне. На территории опытного участка почвы представлены в основном темно-каштановыми почвами с включениями солонцов.

Темно-каштановая почва на неорошаемой территории вследствие интенсивной обработки сельскохозяйственными орудиями имеет в основном пылевидную и глыбистую структуру.

В результате длительного орошения в районе исследований получило развитие явление гидроморфизма, наблюдаются процессы вторичного засоления, осолонцевания, ошелачивания, слитизации почв и коркообразования на них. Необходимость применения своевременных мер по борьбе с вышеперечисленными явлениями обусловлена также снижением урожайности сельскохозяйственных культур.

Почвы опытного участка характеризуются тяжелым гранулометрическим составом. Перед закладкой опыта реакция почвенной среды характеризовалась значениями рН 8,5–8,7.

Мелиоративная обработка фосфогипсом по указанной ниже схеме опыта в ООО «Энергия» была произведена в 2006 г. Повторность опыта трехкратная. Цель исследований – изучить влияние внесенного фосфогипса в дозах 10 и 40 т/га на содержание ТМ в образцах темно-каштановой почвы и растительных образцах при возделывании риса методом затопления.

Изучалось четыре варианта обработки почвы:

- отвальная обработка почвы на глубину 20–22 см (КУ-0);
- отвальная обработка почвы на глубину 20–22 см + 10 т/га фосфогипса (КУ-1);
- отвальная обработка почвы на глубину 20–22 см + 40 т/га фосфогипса (КУ-2);
- имитация ротационной обработки почвы на глубину 20–40 см + 10 т/га фосфогипса (КУ-3).

Согласно производственному севообороту в 2006–2008 гг. на ключевых участках выращивался рис. В 2012 г. на указанных ключевых участках вновь выращивался рис. В опыте использовался сорт риса Боярин.

Содержание валовых и подвижных форм ТМ определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Квант-2А» согласно Методическим указаниям по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства [10]. Отбор проб почвы и растительных образцов проводился перед уборкой рисовой культуры.

Результаты исследований. Перед закладкой опытов по применению химического мелиоранта были отобраны контрольные образцы почвы для определения содержания валовых и подвижных форм ТМ. При анализе полученных данных было установлено, что содержание валовых и подвижных форм ТМ в почвах исследуемых чеков (в слое 0–40 см) различается очень слабо, поэтому за значение контроля было взято среднее для каждого варианта исследований содержание валовых форм, мг/кг: Cu – 19,26; Ni – 28,36; Cd – 0,85; Pb – 7,75; Zn – 51,8 – и подвижных форм, мг/кг: Cu – 0,26; Ni – 0,21; Cd – 0,15; Pb – 0,12; Zn – 3,42.

Важным фактором, влияющим на поведение ТМ в почве, является рН. При нейтральной и слабощелочной реакции среды образуются труднорастворимые соединения ТМ: гидроксиды, сульфиды, фосфаты, карбонаты и оксалаты. При возрастании кислотности в почве идет обратный процесс: труднорастворимые соединения переходят в более подвижные, при этом повышается подвижность многих ТМ [11]. При осолонцевании характер засоления темно-каштановых почв натриевый. В силу того, что натрий является щелочным металлом, его преобладание в почве является толчком для изменения реакции среды в сторону щелочной. В результате применения мелиоранта за период наблюдений 2006–2012 гг. было установлено снижение средней реакции почвы с 8,2 до 7,2 рН, то есть наблюдаются снижение общей щелочности за счет вытеснения натрия и приближение ее значений к нейтральным.

В первый год эксперимента (2006 г.) произошло незначительное увеличение содержания валовых форм ТМ по сравнению с контролем (таблица 1). Анализируя данные 2008 г., можно сделать выводы о стабилизации содержания валовых форм ТМ, дальнейшее увеличение содержания металлов не наблюдалось.

При анализе данных 2012 г. отмечались снижение концентрации ТМ в почвен-

ных образцах и приближение содержания их валовых форм к показателям, предшествующим закладке эксперимента. Это говорит о стабилизации содержания последних в почве, которое обусловлено связыванием валовых форм металлов частицами почвы и переходом их в формы, недоступные для растений.

Таблица 1 – Содержание валовых форм ТМ в исследуемых почвах в слое 0–40 см при химической мелиорации фосфогипсом

Вариант опыта	В мг/кг				
	Cu	Ni	Cd	Pb	Zn
2006 г.					
КУ-0	19,26	24,10	0,86	7,65	51,85
КУ-1	20,3	25,70	0,95	8,60	64,30
КУ-2	19,3	28,36	1,00	7,70	74,60
КУ-3	19,4	22,20	0,93	8,70	67,30
Стандартное отклонение	0,49	2,60	0,06	0,56	9,49
2008 г.					
КУ-0	19,27	24,5	0,84	7,52	52,21
КУ-1	21,1	26,38	0,92	8,11	61,11
КУ-2	24,5	27,4	0,96	8,42	71,12
КУ-3	21,4	22,7	0,89	8,18	62,23
Стандартное отклонение	2,16	2,07	0,05	0,04	7,73
2012 г.					
КУ-0	19,12	24,5	0,85	7,49	51,76
КУ-1	20,8	24,9	0,85	7,72	55,69
КУ-2	23,6	25,4	0,86	7,91	61,13
КУ-3	20,4	22,3	0,86	7,51	57,18
Стандартное отклонение	1,89	1,36	0,005	0,20	3,87
Предельно допустимая концентрация (ПДК) для почв с pH > 5,5	132,0	80,0	2,000	130	220,00

Исходя из полученных значений, можно предположить, что временное увеличение содержания ТМ связано с переходом в валовые формы и дальнейшей их нейтрализацией почвенными частицами ППК.

В процессе многолетних исследований учеными из разных стран было установлено, что валовое содержание не всегда может характеризовать степень опасности загрязнения почвы, поскольку почва способна связывать соединения металлов, переводя их в недоступные для растений соединения. Правильнее говорить о роли подвижных и доступных для растений форм. В процессе исследований были определены не только валовые, но и подвижные формы ТМ (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание подвижных форм ТМ в исследуемых почвах в слое 0–40 см при химической мелиорации фосфогипсом

Вариант опыта	В мг/кг				
	Cu	Ni	Pb	Cd	Zn
1	2	3	4	5	6
2006 г.					
КУ-0	0,26	0,27	0,85	0,12	3,42
КУ-1	0,37	0,35	1,22	0,11	3,37
КУ-2	0,51	0,59	1,72	0,17	4,63
КУ-3	0,32	0,33	1,12	0,11	3,23
Стандартное отклонение	0,11	0,14	0,36	0,03	0,64

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
2008 г.					
КУ-0	0,22	0,29	0,86	0,13	3,43
КУ-1	0,34	0,33	1,20	0,10	3,30
КУ-2	0,48	0,54	1,68	0,15	4,58
КУ-3	0,29	0,31	1,09	0,09	3,19
Стандартное отклонение	0,11	0,12	0,34	0,03	0,64
2012 г.					
КУ-0	0,25	0,28	0,89	0,11	3,39
КУ-1	0,36	0,31	1,24	0,12	3,32
КУ-2	0,53	0,51	1,71	0,16	4,60
КУ-3	0,32	0,30	1,11	0,10	3,21
Стандартное отклонение	0,12	0,11	0,35	0,0263	0,65
ПДК для почв с pH > 5,5	3,0	4,0	6,0	1,0	23,0

Анализ данных таблицы 2 позволяет заключить следующее: содержание токсикантов за период исследований не превысило ПДК подвижных форм ТМ. Следовательно, применение фосфогипса не способствовало значительному увеличению подвижных форм токсикантов.

В процессе исследований было установлено, что содержание ТМ в оросительной воде рисовых чеков на порядок меньше нормы содержания этих элементов для оросительных вод [12].

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание ТМ в оросительной воде из сбросных коллекторов рисовых чеков в районе исследований значительно меньше ПДК для этих элементов в воде. Так, содержание Zn в образцах воды с чека, на который был внесен фосфогипс в дозе 10 т/га, составило 0,0071 мг/дм³, а ПДК для рассматриваемого элемента составляет 1,0000 мг/дм³ (таблица 3).

Таблица 3 – Среднее содержание ТМ в оросительных водах Пролетарской оросительной системы за период 2006–2012 гг.

Проба воды	В мг/дм ³				
	Cu	Ni	Cd	Pb	Zn
Вода из оросительного канала	-	-	-	0,0100	0,0110
Оросительная вода из сбросного коллектора чека в варианте КУ-0	0,0010	-	-	0,0006	0,0040
То же в варианте КУ-1	0,0028	0,0004	0,0001	0,0016	0,0071
То же в варианте КУ-2	0,0052	0,0006	0,0001	0,0007	0,0048
То же в варианте КУ-3	0,0032	0,0004	0,0001	0,0090	0,0045
Стандартное отклонение	0,0017	0,0001	0	0,0040	0,0014
ПДК	1,0000	0,1000	0,0010	0,0300	1,0000

В современной экологии острой проблемой, которая с каждым годом набирает обороты, является содержание в продуктах сельского хозяйства ТМ, чрезмерное накопление которых приводит к тяжелым онкологическим заболеваниям. С целью определения содержания ТМ в конечном продукте рисоводства – рисовом зерне – были отобраны и проанализированы образцы зерна (таблица 4).

Для сравнительной оценки был выбран вариант КУ-0 (вариант без внесения фосфогипса).

При сравнении полученных результатов было отмечено, что в 2008 г. наблюдалось увеличение содержания подвижных форм ТМ, однако оно незначительно

превышало значения в варианте КУ-0. В 2012 г. содержание металлов было близко к варианту КУ-0.

Таблица 4 – Содержание ТМ в зерне риса

В мг/кг сухого вещества

Металл	Год	Содержание металлов по вариантам				ПДК для зерна
		КУ-0	КУ-1	КУ-2	КУ-3	
Cu	2006	0,58	0,36	0,33	0,34	5,0
	2008	0,57	0,34	0,31	0,35	
	2012	0,54	0,37	0,34	0,32	
Стандартное отклонение		0,021	0,015	0,015	0,015	-
Ni	2006	0,09	0,10	0,06	0,08	0,5
	2008	0,10	0,08	0,08	0,10	
	2012	0,07	0,70	0,05	0,80	
Стандартное отклонение		0,021	0,015	0,015	0,015	-
Pb	2006	0,02	0,01	0,01	0,02	0,2
	2008	0,02	0,02	0,02	0,025	
	2012	0,025	0,017	0,012	0,018	
Стандартное отклонение		0,021	0,015	0,015	0,015	-
Cd	2006	0,012	0,013	0,015	0,011	0,022
	2008	0,013	0,012	0,014	0,009	
	2012	0,012	0,011	0,013	0,010	
Стандартное отклонение		0,001	0,001	0,001	0,001	-
Zn	2006	2,14	2,74	2,05	2,32	25,0
	2008	2,13	2,79	2,09	2,45	
	2012	2,16	2,68	2,06	2,21	
Стандартное отклонение		0,016	0,056	0,021	0,120	-

Выводы

1 Применение фосфогипса в качестве мелиоранта не способствовало увеличению содержания валовых форм ТМ в почве. Содержание этих элементов не превышало фоновых значений. Следовательно, применение фосфогипса не представляет экологической опасности для почвы.

2 Количество подвижных форм ТМ в исследуемом пахотном горизонте при внесении фосфогипса за период исследований увеличилось незначительно, так как в результате почвенной буферной способности подвижные формы переходили в валовые формы, последние, в свою очередь, нейтрализовались ППК.

3 В конечной продукции растениеводства – рисовом зерне – содержание ТМ при использовании фосфогипса незначительно превышало значения на контроле. Таким образом, рис можно беспрепятственно использовать для питания.

Список использованных источников

1 Листопадов, И. Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии / И. Н. Листопадов, И. М. Шапошникова. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 205 с.

2 Пищейко, Л. Н. Повышение продуктивности гипсованием североприазовских черноземов, орошаемых минерализованными водами Таганрогского залива / Л. Н. Пищейко // Мелиорация как средство интенсификации сельскохозяйственного производства на Северном Кавказе: сб. науч. тр. / Южгипроводхоз. – Ростов н/Д., 1975. – Вып. XVIII.

3 Karamanos, R. E. Estimating theoretical gypsum requirement for brine-spills using detailed salinity data / R. E. Karamanos // Commun. Soil Sol. and Plant Anal. – 1996. – № 1–2. – P. 12–17.

4 Радевич, Е. В. Свойства темно-каштановых почв солонцового комплекса при химической мелиорации фосфогипсом / Е. В. Радевич, В. П. Калиниченко // Плодородие. – 2010. – № 3. – С. 29–30.

5 Колесников, С. И. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. – 232 с.

6 О природе и механизмах образования металл-гумусовых комплексов / Д. С. Орлов, О. И. Минько, В. В. Демин, В. Г. Сальников, Н. Б. Измайлова // Почвоведение. – 1988. – № 9. – С. 43–52.

7 Давыдова, С. Л. Тяжелые металлы как супертоксианты XXI века: учеб. пособие / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.

8 Касимов, Н. С. Тяжелые металлы в степных и пустынных ландшафтах / Н. С. Касимов // Геохимия тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах; под ред. М. А. Глазовской. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – С. 196.

9 Радевич, Е. В. Мелиорация темно-каштановых орошаемых солонцовых почв при возделывании сельскохозяйственных культур на территории ЮФО / Е. В. Радевич, В. П. Калиниченко // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2011. – № 4. – С. 67–72.

10 Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продуктивных растениеводства: утв. Минсельхозом РФ 10.03.1992 / А. В. Кузнецов, А. П. Фесюн, С. Г. Самохвалов, Э. П. Махонько; ЦИНАО. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1992. – 64 с.

11 Бушуев, Н. Н. Взаимодействие тяжелых металлов с различными компонентами почв / Н. Н. Бушуев // Роль природообустройства сельских территорий в обеспечении устойчивого развития АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ч. II. – М., 2007. – С. 16–21.

12 Сборник санитарно-гигиенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей среды. – М., 1991. – 200 с.

УДК 579.64:628.16

Н. А. Антонова, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Цель исследования – выявление влияния орошения очищенной с помощью фильтрующего элемента, изготовленного на основе горелых пород терриконов или полиэфирной смолы, природной водой на общую микробную численность почв. Проведено биотестирование с использованием сапрофитной группы микроорганизмов, и установлено, что компоненты, входящие в состав фильтрующего элемента на основе горелых пород терриконов, не оказывают ингибирующего воздействия на биологическую активность почв. Согласно результатам исследования, спад численности грибов рода *Aspergillium* в первом образце начинается на 11-е сутки, что совпадает с результатами контрольного образца, во втором образце сдвиг сокращения количества составляет 2 суток. Спад численности группы актиномицетов *Violaceus* в первом образце начинается на 18-е сутки, что превышает результаты в контрольном образце на 5 суток, во втором образце сдвиг сокращения количества составляет 4 суток. Спад численности бактерий рода *Arthrobacte* в первом образце начинается на 18-е сутки, что совпадает с результатами контрольного образца, во втором образце сдвиг сокращения количества составляет 1 сутки.*

Ключевые слова: Ростовская область, почвы, грибы *Violaceus*, *Aspergillium*, *Arthrobacte*, фильтрующий элемент на основе горелых пород терриконов или полиэфирной смолы.

Природная вода, используемая в качестве источника орошения, является хорошим растворителем и источником целого ряда микроэлементов. Целью подготовки оросительной воды является изменение ее состава, так чтобы он отвечал техническим и агрономическим требованиям. Одним из наиболее важных критериев оценки состояния почв является ее биологическая активность, определение которой включает установление общей микробной численности, количества актиномицетов, аммонификаторов, нитрификаторов и др. [1, 2].

Фильтрующий элемент, используемый на основной стадии подготовки природной воды для капельного орошения, состоит из продуктов переработки горелых пород терриконов, которые могут содержать химически активные соединения, или из полиэфирной смолы. В отвердевшем состоянии смола химически инертна, однако в своем составе имеет такие химически активные синтетические вещества, как продукты реакции поликонденсации многоатомных спиртов с многоосновными кислотами или ангидридами, содержащие эфирные группы, растворители, инициаторы и ингибиторы реакций полимеризации (гидроперекись, фенол, трикрезол, органические кислоты). Для подтверждения экологической безопасности фильтрующего элемента проведено биотестирование, доказывающее отсутствие перехода химических компонентов в орошаемые почвы при использовании неагрессивной природной воды.

На первом этапе осуществлялась общая количественная оценка почвенных микроорганизмов прямым микроскопированием почв по С. В. Виноградскому [3].

Исследования проводились в лабораторных условиях при постоянной температуре воздуха плюс 25 °С, что соответствует наиболее комфортной температуре для жизнедеятельности микроорганизмов, при которой не нарушается скорость метаболизма клеток. Отбор проб проводили на территории ООО «Аксайская Нива» Ростовской области в соответствии с ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб» [4] в течение 30 дней из пахотного горизонта. Исследуемая почва была равномерно распределена 30-сантиметровым слоем в ящики размером 40 × 50 см [5].

В качестве исследуемых образцов выступала почвенная суспензия. Для ее изготовления использовались дистиллированная вода и образцы почвы, орошение которой осуществлялось природной водой после фильтрования через измельченную горелую породу терриконов (первый образец), фильтрующий элемент, изготовленный из полиэфирной смолы (второй образец), и неочищенной природной водой (контрольный образец). На предметное стекло помещались исследуемые образцы для приготовления препаратов, и под оптическим микроскопом подсчитывалось общее количество микроорганизмов.

Проведенное исследование позволяет определить общую численность микроорганизмов в конкретный момент времени без учета видового состава и доли мертвых клеток, присутствующих в образцах ввиду короткого жизненного цикла. С целью выделения мертвых организмов в исследуемые препараты добавлялся краситель – акридиновый оранжевый, в результате чего живые клетки принимали зеленоватую окраску, мертвые – красную. Общее количество микроорганизмов, полученное при прямом подсчете под оптическим микроскопом, в пересчете на 1 г исследуемой почвы составило в контрольном образце $147,40 \cdot 10^7$; в образце № 1 – $140,97 \cdot 10^7$; в образце № 2 – $139,65 \cdot 10^7$.

Из этих данных видно, что контакт как с горелой породой терриконов, так и с фильтрующим элементом из полиэфирной смолы не приводит к массовой гибели микроорганизмов и их численность остается на одинаковом уровне (с учетом погрешности).

Однако различные группы и виды микроорганизмов имеют различную степень устойчивости к изменениям среды, что может привести к снижению биологической активности почв за счет уменьшения или полного исчезновения отдельных наиболее значимых для конкретного типа почв видов. Численность отдельных групп в исследуемых образцах определялась посредством посева почвенной суспензии на различные твердые питательные среды. За индикаторную была принята сапрофитная группировка, так как ее представители осуществляют разложение легкодоступных на первом этапе органических соединений [6–8]. Посевы проводились для определения численности грибов рода *Aspergillium*, (на эти грибы существенное влияние оказывает увеличение количества неорганических веществ, потенциальным источником которых может служить горелая порода терриконов при наличии непосредственного контакта с подготавливаемой водой), группы актиномицетов *Violaceus* (они в большей степени подвержены воздействию тяжелых металлов, которые также могут приноситься с породой терриконов) и бактерий рода *Arthrobacter*. Последние быстро погибают при увеличении концентрации высокомолекулярных органических соединений [6–8]. Результаты исследований представлены на рисунках 1–3.

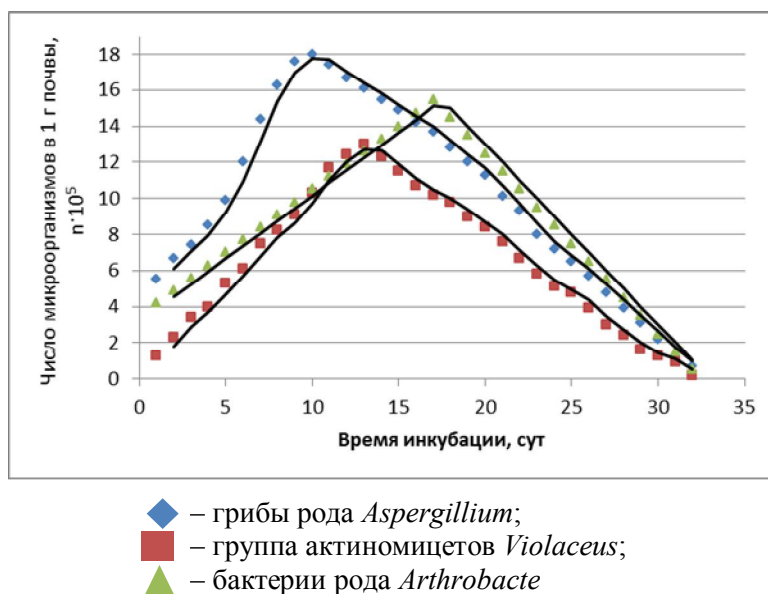


Рисунок 1 – Изменение численности индикаторных групп микроорганизмов в контрольном образце

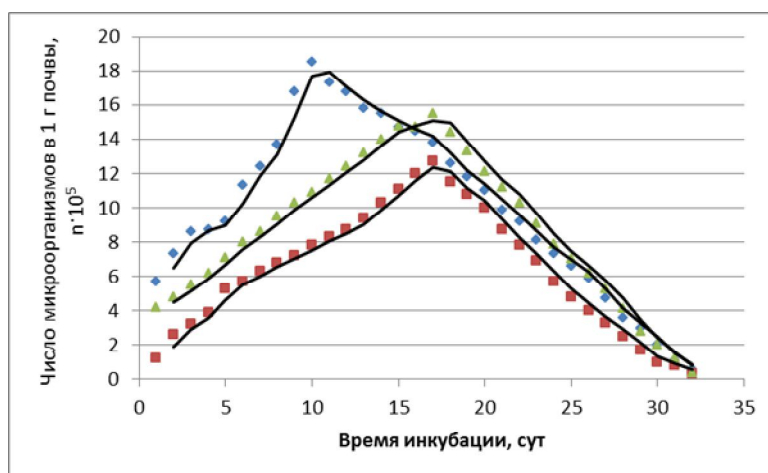


Рисунок 2 – Изменение численности индикаторных групп микроорганизмов в образце № 1 (обозначения см. на рисунке 1)

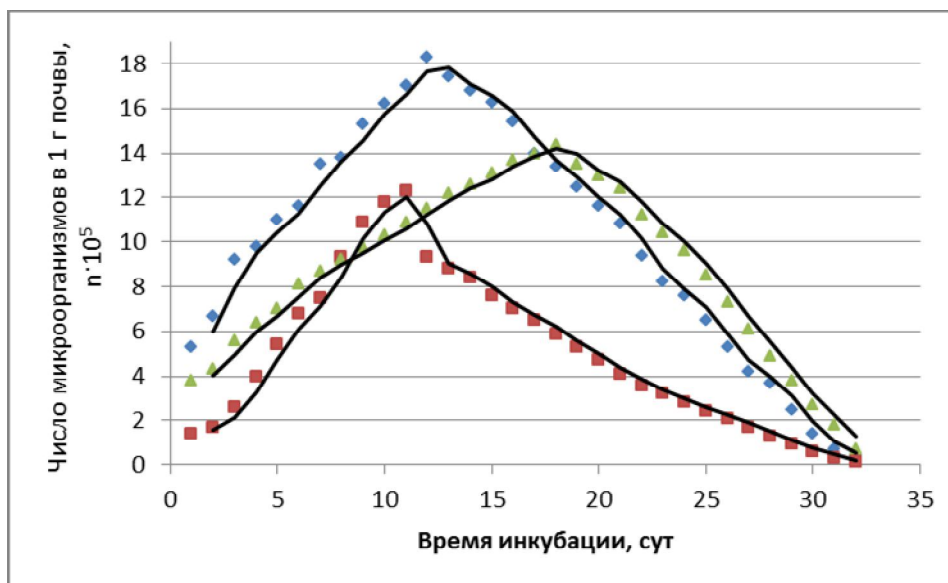


Рисунок 3 – Изменение численности индикаторных групп микроорганизмов в образце № 2 (обозначения см. на рисунке 1)

Из полученных зависимостей видно, что максимальная численность грибов приходится на 10–12-е сутки наблюдения и составляет для контрольного образца $18,0 \cdot 10^5$, для образца № 1 – $18,5 \cdot 10^5$, для образца № 2 – $18,3 \cdot 10^5$. Максимальная численность актиномицетов приходится во всех образцах на 11–17-е сутки и составляет для контрольного образца $13 \cdot 10^5$, для образца № 1 – $12,7 \cdot 10^5$, для образца № 2 – $12,3 \cdot 10^5$. Максимальная численность бактерий приходится на 17–18-е сутки и составляет для контрольного образца $15,5 \cdot 10^5$, для образца № 1 – $15,5 \cdot 10^5$, для образца № 2 – $14,4 \cdot 10^5$.

Сопоставляя результаты исследования образцов № 1 и 2 с результатами исследования контрольного образца, видим, что в почве численность индикаторных групп микроорганизмов, определяющих ее биологическую активность, существенно не меняется. Пик численности колоний сдвигается не существенно и соответствует циклам развития каждой группы микроорганизмов в контрольном образце. Фильтрация приводит к уменьшению в природной воде примесей, в том числе водорослей и органических соединений, что, в свою очередь, вызывает слабое снижение численности микроорганизмов. Это снижение больше во втором образце, обеспечивающем большую степень очистки.

Полученные результаты экспериментального исследования позволяют сделать вывод, что использование фильтрующего элемента, изготовленного на основе горелых пород терриконов или полиэфирной смолы, не оказывает негативного влияния как на видовое разнообразие орошаемой почвы, так и на ее биологическую активность. Установлено, что при контакте с полиэфирной смолой и горелыми отходами горнодобывающей промышленности не происходит переноса в почву токсичных химических соединений, способных повлиять на микрофлору почвы и снизить ее активность.

Список использованных источников

1 Методы микробиологического контроля почвы: методич. реком.: утв. Госсанэпиднадзором Минздрава Рос. Федерации 24.12.04 // ИСС Техэксперт [Электронный ресурс]. – ИСС «Техэксперт», 2014.

2 Казеев, К. Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.

3 Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

4 ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – Введ. 1989-06-26. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 7 с.

5 Федорченко, М. А. Оценка влияния продуктов биосферной совместимой технологии на микрофлору почвы / М. А. Федорченко, О. А. Суржко // Экология и безопасность: сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза. – № 1. – С. 206–208.

6 Емцев, В. Т. Микробиология: учеб. для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – 6-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2006. – 444 с.

7 Воробьев, А. В. Микробиология / А. В. Воробьев, А. С. Быков, Е. П. Пашков. – М.: Медицина, 2003. – 178 с.

8 Гусев, М. В. Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – 4-е изд. – М.: Академия, 2003. – 464 с.

УДК 631.618

Н. А. Иванова, И. В. Гурина

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

МОНИТОРИНГ РЕКУЛЬТИВАЦИОННОГО СЛОЯ ЗОЛОТВАЛА ПОСЛЕ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ

В статье приведены результаты мониторинга рекультивационного слоя второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС. Результаты позволяют сделать заключение о протекающих положительных процессах, способствующих накоплению органического вещества в рекультивационном слое золоотвала: в горизонте 0–20 см его содержание увеличилось на 0,15 %, в горизонте 20–40 см – на 3,14 %. Установлено снижение значений рН в горизонтах 0–20 см (на 1,20) и 20–40 см (на 1,38) рекультивационного слоя, которое произошло в результате внесения комплексных минеральных удобрений. Выявлено уменьшение содержания тяжелых металлов в рекультивационном слое, что также является положительным фактором, достигнутым в результате выполненной на золоотвале фитомелиорации.

Ключевые слова: мониторинг, рекультивационный слой, золоотвал, фитомелиорация, показатели мониторинга, геосистема.

На рекультивированных землях организация и проведение мониторинга необходимы для прогнозирования изменения состояния компонентов восстанавливаемой геосистемы. Такие исследования проводились на рекультивированных золоотвалах. Выполнялся мониторинг фиторазнообразия, поскольку формируемый при рекультивации фитоценоз считается наиболее информативным компонентом ландшафта [1].

Однако помимо развивающихся на рекультивированных территориях растительных сообществ, к средообразующим компонентам геосистемы относят и почвенный покров. Его формирование происходит в результате очень длительного почвообразовательного процесса. При этом все компоненты ландшафта принимают то или иное участие в образовании почв. Ведущим фактором почвообразования является растительность. В связи с этим мониторинг, проводимый на рекультивированных землях, в том числе и золоотвалах, должен помимо исследования процессов формирования фитоценоза включать и наблюдения за изменениями, происходящими в рекультивационном слое.

Мониторинг проводился на второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС. Технический этап рекультивации второй секции золоотвала был проведен в 2002 г.: на поверхность секции был нанесен рекультивационный слой толщиной 30–40 см из супесчаного и суглинистого субстратов. Анализ образцов нанесенного рекультива-

ционного слоя показал, что они характеризуются крайне низким содержанием органического вещества, высокой щелочностью, а также имеют низкую обеспеченность питательными элементами [2].

Биологическая рекультивация второй секции золоотвала была выполнена в 2004 г. Поверхность секции была залужена многолетней травосмесью, состоящей из эспарцета, пырея и костреца. Проведенная фитомелиорация позволила устранить пыление выведенной из эксплуатации второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС и «вписать» техногенную геосистему в прилегающий ландшафт [3, 4]. С 2005 г. по настоящее время на рекультивированном золоотвале проводится мониторинг [5–7].

В соответствии с порядком проведения мониторинга [8] образцы рекультивационного слоя отбирались со второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС в 2008 и 2011 гг. Анализы выполнялись в аналитической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ». Результаты микроагрегатного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Микроагрегатный состав образцов рекультивационного слоя

Горизонт, см	Процент содержания фракций по размерам, мм						Физический песок	Физическая глина
	> 0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001		
2008 г.								
0–20	-	89,53	8,91	0,40	1,04	0,12	98,44	1,56
20–40	-	1,28	77,00	11,30	9,84	0,58	78,28	21,27
2011 г.								
0–20	-	87,07	8,19	1,65	2,09	1,00	95,26	4,74
20–40	-	34,62	42,50	9,15	10,79	2,94	77,12	22,88

Анализ результатов 2008 г. позволил установить преобладание в образцах физического песка: 98,44 % в горизонте 0–20 см и 78,28 % в горизонте 20–40 см; содержание физической глины составило 1,56 и 21,27 % соответственно. Большой процент составляли фракции размером 0,25–0,05 и 0,05–0,01 мм. Анализ данных 2011 г. показал, что в исследуемых образцах преобладает физический песок. В горизонте 0–20 см рекультивационного слоя его содержание составило 95,26 %, в горизонте 20–40 см – 77,12 %. По сравнению с показателями микроагрегатного анализа, выполненного в 2008 г., произошло снижение содержания физического песка в горизонтах 0–20 см и 20–40 см на 3,18 и 1,16 % соответственно. Содержание физической глины в образцах, напротив, увеличилось на 3,18 % (в горизонте 0–20 см) и 1,16 % – в горизонте 20–40 см.

Содержание подвижных форм питательных элементов в рекультивационном слое в динамике приведено на рисунках 1 и 2.

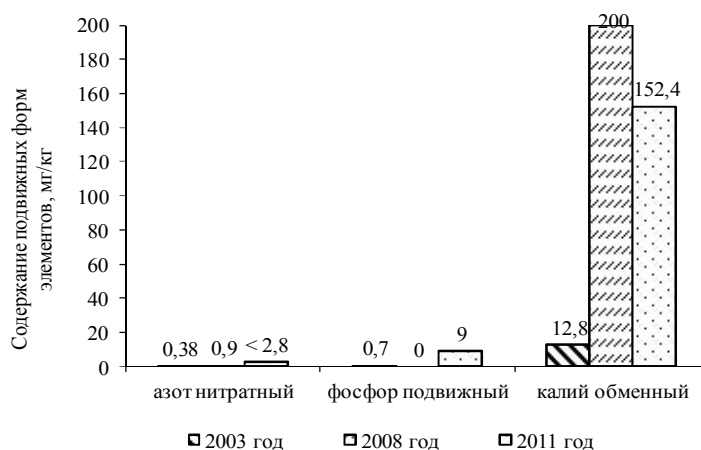


Рисунок 1 – Содержание подвижных форм питательных элементов в слое 0–20 см субстрата золоотвала

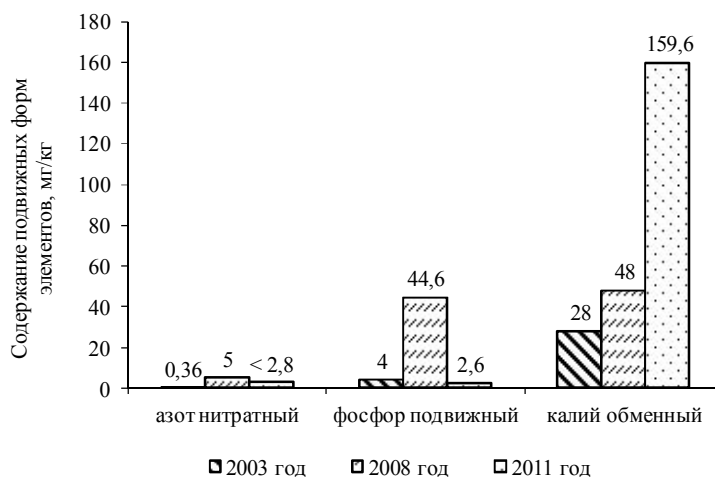


Рисунок 2 – Содержание подвижных форм питательных элементов в слое 20–40 см субстрата золоотвала

Анализ приведенных на рисунке 1 данных позволил установить, что в горизонте 0–20 см рекультивационного слоя увеличилось содержание нитратного азота и подвижного фосфора по сравнению результатами 2003 и 2008 гг. Установлено снижение содержания обменного калия на 47,6 мг/кг по сравнению с данными 2008 г., что объясняется его использованием растениями. Однако в целом по сравнению с первоначальными результатами анализов, выполненными до проведения биологической рекультивации в 2003 г., содержание питательных веществ в рекультивационном слое золоотвала увеличилось, что произошло за счет внесения минеральных удобрений.

В 2011 г. в слое 20–40 см снизилось содержание нитратного азота и подвижного фосфора по сравнению с результатами анализов, выполненных в 2008 г. Образцы содержали повышенное количество обменного калия: выше в 3,3 раза по сравнению с 2008 г. и выше в 5,7 раза по сравнению с 2003 г. (рисунок 2).

Проведенные анализы показали, что на рекультивированной секции золоотвала сохранилась тенденция к увеличению содержания органического вещества в субстрате (рисунок 3). Так, в 2011 г. в горизонте 0–20 см оно составило 0,16 %, что на 0,09 % больше по сравнению с данными 2008 г. Содержание органического вещества в горизонте 20–40 см субстрата в 2011 г. составило 3,23 % и на 0,54 % превысило данные 2008 г. Сравнение результатов анализов, выполненных через 7 лет после проведения биологической рекультивации с использованием фитомелиорации, показало существенное увеличение содержания органического вещества в субстрате, что свидетельствует о положительных процессах, происходящих в рекультивированной второй секции золоотвала.

Анализ данных рисунка 4 показал, что в 2011 г. продолжилось снижение значений pH в слое 0–20 см на 0,16, в слое 20–40 см – на 0,19. В целом за период, прошедший с момента первоначального отбора образцов перед проведением биологической рекультивации золоотвала с использованием разработанной технологии фитомелиорации, одним из элементов которой было внесение минеральных удобрений, произошло уменьшение щелочности рекультивационного слоя.

Анализ солевого состава водной вытяжки образцов рекультивационного слоя, выполненный в 2008 г. (таблица 2), показал снижение содержания практически всех ионов в слое 0–20 см. Сумма ионов составила 0,056 г, сухой остаток – 0,071 г, что соответственно на 0,045 и 0,025 г меньше в сравнении с первоначальными данными. В 2011 г. отмечалось некоторое увеличение суммы ионов как в горизонте 0–20 см, так и в горизонте 20–40 см по сравнению с результатами анализов, выполненных в 2008 г.

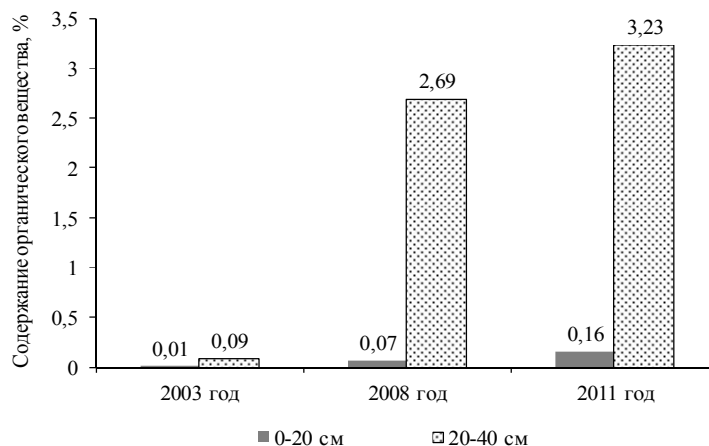


Рисунок 3 – Содержание органического вещества в субстрате золоотвала

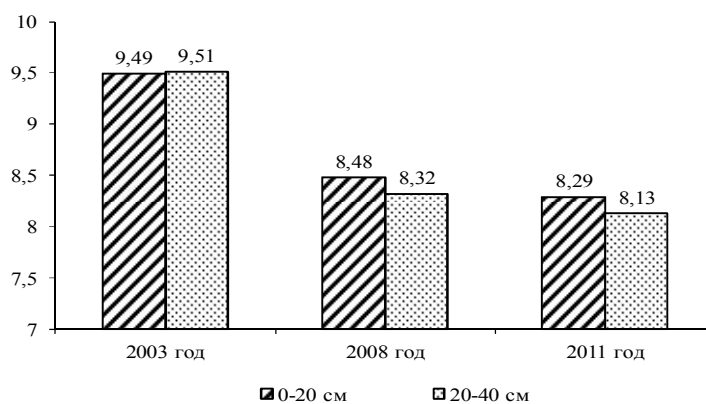


Рисунок 4 – Результаты определения pH в образцах рекультивационного слоя

Таблица 2 – Результаты анализа солевого состава водной вытяжки образцов рекультивационного слоя

Горизонт, см	Cl ⁻ , г/мг-экв.	SO ₄ ²⁻ , г/мг-экв.	HCO ₃ ⁻ , г/мг-экв.	Ca ²⁺ , г/мг-экв.	Mg ²⁺ , г/мг-экв.	Na ⁺ , г/мг-экв.	K ⁺ , г/мг-экв.	Сумма ионов, г	Сухой остаток, г
2003 г.									
0–20	0,001	0,034	0,039	0,009	0,010	0,001	0,007	0,101	0,096
	0,03	0,72	0,64	0,48	0,85	0,045	0,089		
20–40	0,001	0,026	0,042	0,006	0,011	0,001	0,0008	0,087	0,100
	0,03	0,55	0,70	0,29	0,95	0,028	0,021		
2008 г.									
0–20	0,002	0,004	0,036	0,010	0,002	0,001	0,001	0,056	0,071
	0,05	0,08	0,60	0,50	0,20	0,02	0,01		
20–40	0,002	0,036	0,036	0,016	0,006	0,002	0,001	0,099	0,113
	0,05	0,77	0,60	0,80	0,50	0,10	0,02		
2011 г.									
0–20	0,004	0,003	0,033	0,013	0,003	0,001	0,002	0,059	0,078
	0,06	0,006	0,56	0,52	0,25	0,021	0,031		
20–40	0,003	0,038	0,034	0,019	0,009	0,003	0,0012	0,102	0,121
	0,059	0,89	0,53	0,86	0,41	0,12	0,024		

Результаты анализа обменных оснований (таблица 3) показали, что в 2011 г. содержание поглощенного натрия в слое 0–20 см увеличилось по сравнению с результатами 2003 и 2008 гг., в слое 20–40 см он отсутствует. Также установлено увеличение содержания кальция и магния в горизонтах 0–20 и 20–40 см рекультивационного слоя, что объясняется тем, что основная масса корневой системы растений травосмеси расположена в золошлаковом субстрате.

Таблица 3 – Результаты анализа обменных оснований

В мг-экв./100 г субстрата

Горизонт, см	Год								
	2003			2008			2011		
	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg
0–20	0,32	3,90	1,32	0,36	4,04	1,56	0,38	4,19	1,61
20–40	-	5,02	2,46	-	5,48	2,92	-	5,53	3,08

Результаты анализов для определения содержания тяжелых металлов в образцах рекультивационного слоя второй секции золоотвала приведены на рисунках 5 и 6.

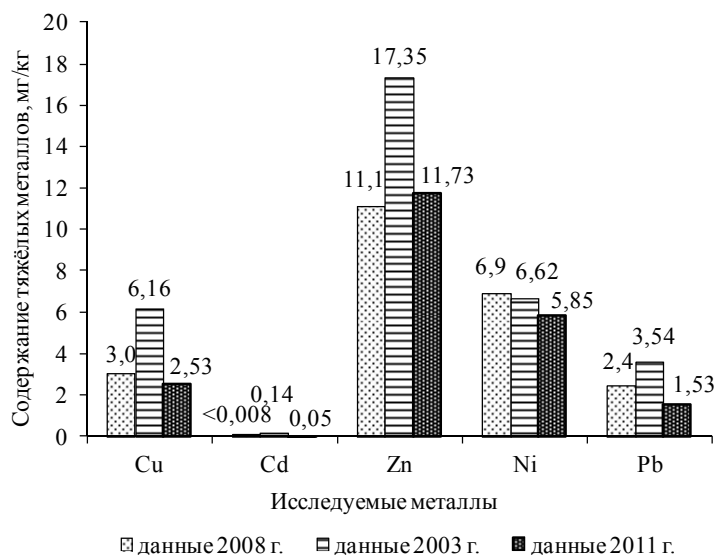


Рисунок 5 – Содержание тяжелых металлов в горизонте 0–20 см рекультивационного слоя золоотвала

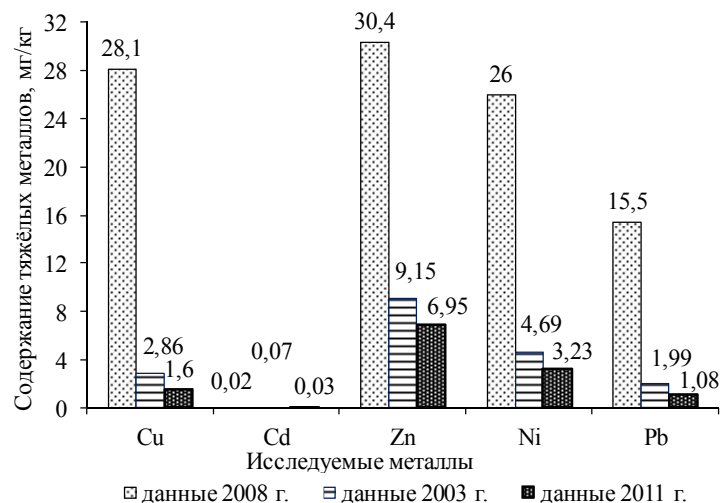


Рисунок 6 – Содержание тяжелых металлов в горизонте 20–40 см рекультивационного слоя золоотвала

Анализ результатов 2008 г. позволил утверждать, что в горизонте 0–20 см произошло существенное снижение содержания меди, кадмия, цинка и свинца по сравнению с данными 2003 г. Так, содержание Cu снизилось на 3,16 мг/кг, Cd – на 0,132 мг/кг, Zn – на 6,25 мг/кг, Pb – на 1,14 мг/кг. Вместе с тем установлено увеличение содержания никеля в горизонте 0–20 см рекультивационного слоя на 0,28 мг/кг. Несколько иная ситуация наблюдалась в слое 20–40 см. Здесь установлено резкое увеличение содержания практически всех тяжелых металлов: Cu – в 9,8 раза, Zn – в 3,3 раза, Ni – в 5,5 раза, Pb – в 7,8 раза – по сравнению с данными 2003 г. Это объясняется тем, что корневые системы растений травосмеси достигли золошлакового субстрата.

Анализ данных 2011 г. позволил установить, что в горизонте 0–20 см рекультивационного слоя наблюдалось снижение содержания тяжелых металлов. Так, содержание Cu и Ni снизилось в 1,2 раза, Pb – в 1,6 раза. Такая ситуация объясняется положительным влиянием фитомелиорации.

Аналогичная ситуация наблюдалась и с содержанием тяжелых металлов в горизонте 20–40 см рекультивационного слоя. Здесь также установлено существенное снижение содержания этих элементов по сравнению с данными анализов 2008 г. Так, содержание Cu уменьшилось в 17,6 раза, Zn – в 4,4 раза, Ni – в 8,0 раза, Pb – в 14,4 раза.

Таким образом, фитомелиорация оказала существенное влияние на состояние рекультивационного слоя золоотвала. После проведения фитомелиорации на рассматриваемой территории установлена тенденция к увеличению содержания органического вещества в рекультивационном слое. Результаты выполненного мониторинга позволяют сделать заключение о протекающих положительных процессах, способствующих накоплению органического вещества в рекультивационном слое золоотвала в виде биомассы и корневой системы растений травосмеси, что достигнуто с помощью культур-фитомелиорантов. Выявлено снижение значений pH в горизонтах 0–20 и 20–40 см рекультивационного слоя, что произошло в результате внесения комплексных минеральных удобрений. Доказано уменьшение содержания тяжелых металлов в рекультивационном слое, что также является положительным фактором, достигнутым в результате выполненной на золоотвале фитомелиорации.

Список использованных источников

1 Чибрик, Т. С. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях (биологическая рекультивация) / Т. С. Чибрик, Ю. А. Елькин. – Свердловск: УрГУ, 1991. – 220 с.

2 Гурина, И. В. Результаты агротехнического обследования второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС / И. В. Гурина, А. И. Щиренко // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 25–26 сентября 2008 г. – Новочеркасск: Лик, 2008. – Вып. 6. – С. 256–258.

3 Гурина, И. В. Биологическая рекультивация золоотвала Новочеркасской ГРЭС: моногр. / И. В. Гурина. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. – 240 с.

4 Гурина, И. В. Консервация второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС залужением многолетней травосмесью / И. В. Гурина // Современные проблемы оптимизации зональных и нарушенных земель: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию Воронежской школы рекультиваторщиков, Воронеж, 21–24 октября 2009 г. – Воронеж, 2009. – С. 256–260.

5 Иванова, Н. А. Мониторинг биологической рекультивации второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС / Н. А. Иванова, И. В. Гурина, А. И. Щиренко // Эффективность мелиораций на юге России: материалы науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 23–24 сентября 2009 г. – Новочеркасск: Лик, 2009. – Вып. 7. – С. 174–176.

6 Гурина, И. В. Влияние фитомелиорации на агрохимические свойства рекультивационного слоя второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС / И. В. Гурина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 6(21). – С. 241–243.

7 Гурина, И. В. Результаты мониторинга биологической рекультивации второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС / И. В. Гурина // Экология: проблемы и перспективы социально-экологической реабилитации территорий и устойчивого развития: труды Третьей Всерос. науч.-практ. конф. – Вологда: ВоГТУ, 2010. – С. 43–45.

8 Гурина, И. В. Система показателей мониторинга рекультивированных золоотвалов (на примере Новочеркасской ГРЭС) / И. В. Гурина, Н. А. Иванова, П. А. Михеев // Научная мысль Кавказа. – 2012. – № 3. – С. 50–56.

УДК 631:674

М. А. Ляшков, С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОЧВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены типы почвообразования, которые обусловлены общим географическим положением Ростовской области и природными условиями. Представлена система типов и подтипов почв Ростовской области. Предложена вспомогательная блок-схема обоснования применимости циклического орошения. Классификационная система способствует углубленному пониманию природы почв Ростовской области и лучшему их использованию в сельскохозяйственном производстве.

Ключевые слова: подтип почв, почва, почвообразование, система почв, тип почв.

Почва представляет собой поверхностную рыхлую часть земной коры, более или менее окрашенную в верхней своей половине в темный цвет перегноем и образованную совокупным воздействием на горную породу растительности, животных, микроорганизмов и климатических факторов. В настоящее время на почвообразование влияет человек, который в своей производственной деятельности оказывает техногенное воздействие на почву. Отдельно выделяют окультуренные почвы, которые созданы руками человека и резко отличаются от природных почв. Поэтому почву следует рассматривать и как производительную силу природы, и как орудие сельскохозяйственного производства [1].

Почвообразующие факторы изменяются в зависимости от положения почвы в пространстве, а именно от рельефа, который перераспределяет приток солнечной энергии, количество влаги и растительность. Поэтому необходимо учитывать особенности рельефа как фактор, существенно изменяющий почвенные процессы и распределение почв.

В земледелии необходимо учитывать следующие процессы в почве: периодическое изменение влажности, температуры; передвижение почвенных растворов; содержание нитратов, фосфатов и других питательных веществ. Процесс почвообразования выражается как во внешнем преобразовании материнской породы, так и в глубоком внутреннем изменении ее состава и свойств [2].

Внешне преобразование выражается в потемнении верхней части коры, выветривании горных пород или наносов (например, лессовидных суглинков), в ее структуризации, образовании тех или иных структурных комочков, разрыхлении массы, в общем подразделении толщи наноса на горизонты с различной окраской и с другими признаками, которые обуславливают тот или иной характер строения или профиля почвы.

Также процесс почвообразования может выражаться в глубоком внутреннем изменении состава и свойств почвы.

В пределах Ростовской области встречаются следующие типы почвообразования: каштановый, черноземный, луговой, болотный (плавневый), солончако-солонцовый, аллювиальный. Эти типы обусловлены общим географическим положением области, и особенно характеристикой главных природных условий – факторов-почвообразователей [3].

Внутри каждого типа почвообразования можно также выделить отдельные ступени их формирования. Например, в пределах каштанового типа можно различать три последовательных ступени: светло-каштановые, каштановые, темно-каштановые почвы. Эти ступени иногда называют подтипами. В пределах черноземного типа также можно выделить ступени: южный, обыкновенный, тучный, выщелоченный чернозем.

Система почв определенной территории должна представлять систематическую их группировку для данной области на фоне классификации почв всего мира. Система должна отвечать следующим требованиям [4]:

- соответствовать принципам и основным методическим установкам, которые предъявляет современная теоретическая мысль к почвенным классификациям в мировом масштабе;

- быть генетической;

- отражать все разнообразие местных почв, вплоть до почвенных «эндемиков», т. е. почв, встречающихся только на данной территории;

- охватывать весь материал по исследованию почв данной территории на данный момент, а также намечать пути дальнейшего их изучения;

- обеспечивать в своем построении место тем новым разностям почв, которые могут быть установлены при дальнейшем, более подробном изучении территории;

- отвечать на местные производственные запросы, удовлетворять требованиям сельского хозяйства при осуществлении задач поднятия урожайности и окультивирования почв путем механизации, химизации, мелиорации и др.

С этой точки зрения система должна быть несложной и удобной для пользования при практическом ее применении.

Задачи системы почв [5]:

- система должна отразить все разнообразие почв с точки зрения их непрерывного развития и изменения во времени и пространстве; вместе с тем она должна выявить генетическую связь различных почв, являющихся разнообразными стадиями почвообразовательного процесса;

- система должна иметь в качестве руководящей идеи развитие и изменение плодородия как наиболее существенный признак, обуславливающий превращение почв в средства производства и предмет труда.

В основу классификации почв Ростовской области положен принцип систематизации, основывающийся на типе почвообразования. Таксономическими единицами данной системы будут являться тип, подтип, группы, разности и варианты.

В основу деления положен тип почвы, который соответствует типу почвообразования: каштановый, черноземный и т. д. Типы делятся на подтипы. Последние представляют собой ступени развития того или иного типа почв с нарастанием или убыванием характерных показателей.

Группы выделены по механическому составу почв верхних горизонтов. Разности почв выделяют по мощности гумусовых горизонтов, химическому составу (различают в зависимости от карбонатности, солонцеватости и солончаковатости), материнским породам.

Классификационная система базируется на фундаментальном исследовании и позволяет охватить все разнообразие почв Ростовской области [3].

На основании этого выделена следующая система типов и подтипов почв [3]:

- каштановые: примитивные каштановые песчаные почвы; каштановые песчаных массивов; светло-каштановые; каштановые почвы (пониженные водоразделы и склоны), каштановые почвы, карбонатные; каштановые, частично смытые (денудированные)

на долинных склонах; темно-каштановые (повышенные водоразделы и приводораздельные участки); темно-каштановые, переводные к черноземам (высокие водоразделы);

- черноземы: серия А: тучные черноземы; средние черноземы (обыкновенные); южные, переходные к приазовским; южные черноземы песчаных массивов; южные черноземы в районах лессовых пород; южные черноземы на коренных породах; южные черноземы (солонцеватые) в районах красно-бурых структурных глин; южные черноземы переходные к каштановым; серия Б: черноземы приазовские и западно-кавказские; приазовские, переходные к южным; карбонатные на склонах к Манычу; подтипы: северо-приазовские (на приазовской наклонной равнине); приазовские, переходные к каштановым; типичные предкавказские; серия В – долинные черноземы (террасовые); серия Г: черноземовидные почвы западин и балок; черноземовидные почвы террас;

- луговые и болотные: черноземовидные луговые почвы (2-я надпойменная терраса); дерновые луговые почвы (песчаные массивы и повышенные пойменные террасы); болотно-луговые, займищно-луговые (средняя ступень 1-й заливной террасы); плавнево-болотные (займищно-луговые) (нижняя ступень заливной террасы);

- солончаковые: солончаки каштановой зоны; солончаки черноземной зоны; солончаки луговые (займищные); солончако-солонцы луговые;

- солонцовые: солонцы каштановой зоны; солонцы черноземные; солонцы луговые; солоды: солоды черноземные; солоды луговые (по блюдцеобразным понижениям останцев 2-й террасы);

- аллювиальные: молодые аллювиальные почвы прирусловых гряд; аллювиальные почвы понижений; аллювиально-делювиальные почвы небольших долин, балок и оврагов;

- неразвитые и смытые: неразвитые почвы (перевеянные); неразвитые почвы узких водоразделов в крутых склонах; смытые почвы (денудированные крутых склонов с более или менее смытых гор).

В силу особенностей и спецификации естественного почвообразовательного процесса, который предопределил появление черноземных почв Ростовской области, наиболее высокие урожаи без существенных затрат на этих почвах можно получить при выращивании сена многолетних трав и злаковых культур. Предложена вспомогательная блок-схема обоснования применимости циклического орошения для территории Ростовской области (рисунок 1) [6].

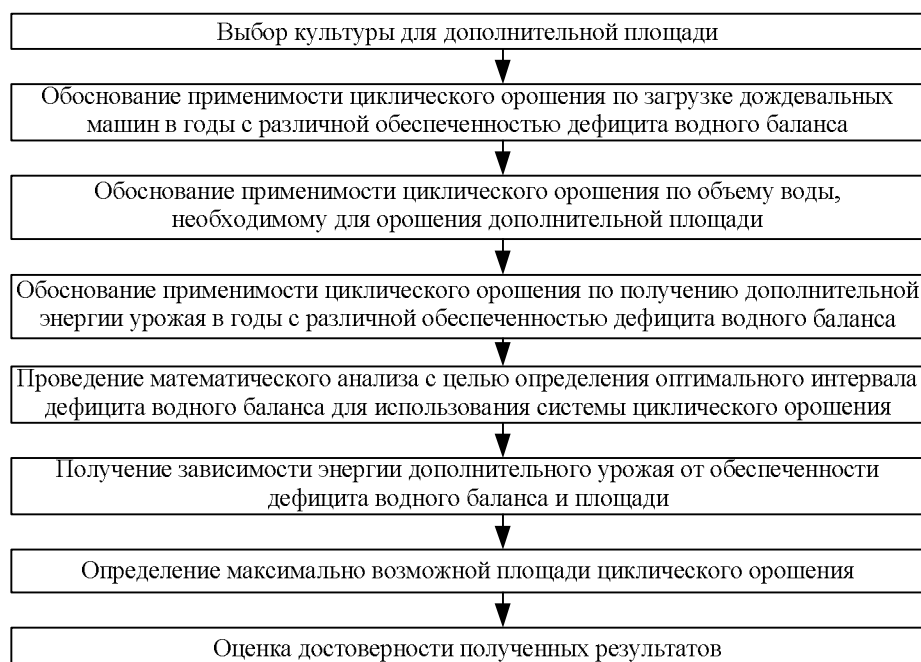


Рисунок 1 – Блок-схема обоснования применимости циклического орошения для условий Ростовской области

Проанализированная классификационная система способствует углубленному пониманию природы почв Ростовской области и лучшему дальнейшему их использованию в сельскохозяйственном производстве. В основу систематизации почв положены типы почвообразования, которые находятся под значительным влиянием климата и рельефообразующих факторов.

Черноземы из всех типов орошаемых почв оказываются наиболее подверженными негативным изменениям. При сельскохозяйственном использовании деградация отмечается в большей степени в том случае, если сначала почва была окультурена, внутренние связи в ней и связи с другими компонентами экосистемы были нарушены, а затем поддержка плодородия на новом уровне за счет внесения вещества и энергии прекратилась. Поэтому рекомендуется использовать циклическое орошение.

Список использованных источников

- 1 Ковда, В. А. Основы учения о почвах / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – 446 с.
- 2 Ковриго, В. П. Почвоведение с основами геологии / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
- 3 Почвы Ростовской области и их агрономическая характеристика. Кн. 1 / отв. Ред. Б. Б. Гринштейн. – Ростов н/Д.: Ростовское областное книгоиздательство, 1940. – 93 с.
- 4 Безуглова, О. С. Почвы Ростовской области: учеб. для вузов / О. С. Безуглова, М. М. Хырхырова. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2008. – 352 с.
- 5 Безуглова, О. С. Классификация почв: учеб. для вузов / О. С. Безуглова. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2009. – 128 с.
- 6 Щедрин, В. Н. Теория и практика альтернативных видов орошения черноземов юга европейской части России: моногр. / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 435 с.

УДК 631.613.1:626.84:504:631.452

А. Х. Галимов

Дагестанский НИИ сельского хозяйства имени Ф. Г. Кисриева, Махачкала,
Российская Федерация

ПРИРОДООХРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ГОРНЫХ ЗЕМЕЛЬ РАЗЛИЧНОЙ КРУТИЗНЫ НА БАЗЕ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ И МЕТОДОВ УСКОРЕННОГО ПОВЫШЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

В статье описываются разработки новейших систем орошения горных \square елективных земель различной крутизны, экологизации сельскохозяйственного производства с целью получения конкурентоспособной продукции и создания комфортной среды обитания. Оригинальность предлагаемых Дагестанским НИИ сельского хозяйства им. Ф. Г. Кисриева разработок по решению проблем сельскохозяйственного производства в горных условиях заключается в том, что большие площади осваиваемой территории разделяются на вполне самостоятельные по всем технологическим цепочкам модельные универсальные хозяйства, которые по желанию сельскохозяйственных товаропроизводителей добровольно в любое время могут объединиться в кооперативы, ассоциации, товарищества и другие объединения (холдинги), а также выйти из них, нисколько не затрудняя работу всей системы.

Ключевые слова: природоохранные технологии, горные склоновые земли, системы орошения, агроландшафты, садоводство, сельхозкультуры, плодородие почв, способы, устройства, террасирование склонов.

Горные экосистемы влияют на жизнь почти половины населения планеты. Согласно оценкам ООН, горные экологические системы занимают приблизительно 20 % всей суши и обеспечивают ресурсами около 10 % населения земли.

Горы занимают большие территории, непригодные для использования человеком. К таким территориям относятся экстремальные высоты, скалистые поверхности, вечные снега и ледники, крутые склоны, каменистые русла многочисленных рек и речушек, «владения» селевых потоков и др.

Из 87 субъектов Российской Федерации 40 имеют в своих пределах горные районы, в целом они занимают 32,2 % всей территории. В абсолютном большинстве этих районов имеются признаки различной степени деградации окружающей среды и ресурсов, бедности населения, во многих существуют конфликтные ситуации и напряженности: социальные, этнические, экологические.

Республика Дагестан относится к типичным горным районам России с преобладанием оголенных склонов различной крутизны и экспозиции. Горы и предгорья занимают 60 % территории и около 40 % сельхозгодий. Земледелие и животноводство в горах ведутся примитивными способами, урожайность сельхозкультур и продуктивность животных низкие. Выращенная изнурительным трудом на мелкоконтурных участках земли сельскохозяйственная продукция не обеспечивает минимальные потребности людей.

Традиционные методы землепользования в нынешних условиях не могут больше использоваться, поскольку они постепенно утрачиваются. Вот так, например, описывают современную ситуацию на горных территориях Кыргызстана (94 % общей площади страны занимают горы, в которых проживает почти половина всего населения страны: 36 % – на высоте от 1000 до 2000 м и 5 % – на высоте свыше 2000 м) ученые Международного университета (Высшей школы экологии и биотехнологии) [1]: «Местное население гор до сих пор не имело достаточного времени, чтобы приспособиться к новым условиям, и это ведет к использованию неэффективных методов землепользования. Это в свою очередь инициирует порочный круг, ведущий к истощению природных ресурсов и влечет за собой потребность пополнять семейные доходы из других источников. Развитие горнодобывающей промышленности и туризма, также зачастую оказывает негативное воздействие на природную среду. Небольшие местные предприятия пытаются конкурировать с предприятиями, расположенными в долининной местности, и почти всегда безуспешно. Это ведет к сезонной работе в долине и в итоге, к миграции людей из горных районов. Поскольку уезжают, в основном, молодые, образованные и более энергичные люди, а остаются, в основном, люди старших возрастов, неспособные для творческой активности и приспособиться к новым реалиям».

Эти проблемы в полной мере присущи сегодня и Республике Дагестан. Однако следует отметить, что 75 % пашни в республике размещено в острозасушливых зонах, 16 % – в условиях не обеспеченной осадками богары и лишь 9 % – в условиях, сравнительно благоприятных по естественному увлажнению. Основными отрицательными природными факторами, затрудняющими производительное использование почвенных ресурсов, являются засоленность почв, сильная расчлененность рельефа местности. Из обследованных к настоящему времени 2489,4 тыс. га земель только 14,6 % не засолены, засолены в слабой степени 34,6 %, в средней – 13,9 %, в сильной и очень сильной степени – 36,9 %. Традиционные методы мелиорации засоленных почв, как известно, связаны со значительными капитальными затратами и большим расходом пресной воды на промывку и поддержание промывного режима орошения. Расход воды при этом колеблется от 10–20 до 50 тыс. м³/га [2].

Многие районы Дагестана относятся к зоне рискованного земледелия, а в некоторых без орошения урожаи вообще невозможны. Надвигающемуся глобальному

потеплению, росту повторяемости засух и их длительности можно противопоставить только одно – орошение [3].

По своим природно-климатическим условиям (обилию тепла и света, способным обеспечить жизненную потребность ценнейших форм южных растений) горный Дагестан является одним из перспективных районов нашей страны для широкого развития садоводства, виноградарства, местами – субтропических культур, а также овощеводства, бахчеводства, для создания устойчивой кормовой базы животноводческих отраслей [4].

О целесообразности расширения площадей под садами в горных и предгорных районах свидетельствуют многие примеры. Так, общеизвестно, что в условиях горной зоны республики себестоимость плодовой продукции ниже, чем в равнинной. Кроме того, плоды из горных мест отличаются хорошими вкусовыми качествами, высокой лежкостью, транспортабельностью и т. д. Сумма годовых атмосферных осадков в Дагестане не обеспечивает потребность плодовых деревьев в воде, поэтому промышленное садоводство здесь немыслимо без искусственного орошения [5].

До сих пор общепризнанным способом хозяйственного использования горных склоновых земель считается их террасирование в его разнообразии. Основными недостатками террасирования являются высокая энерго-, ресурсозатратность, трудоемкость, дороговизна и сложность строительно-монтажных работ при сельскохозяйственном освоении земель, разрушение горных ландшафтов и т. д.

При этом не ликвидируются процессы эрозии почвы на откосах, полностью уничтожается верхний плодородный слой почвы, обнажаются материнские породы и др. Технологии орошения до сих пор несовершенны, допускают водную и ирригационную эрозию почвы. Повышенные расходы поливной воды для нужд орошения и нерегулируемые сбросы объясняются использованием непроизводительного ручного труда.

Ученые ФГБНУ «Дагестанский НИИСХ им. Ф. Г. Кисриева» выполняют научно-исследовательские работы по созданию новых технологий орошения горных склоновых земель различной крутизны и методов ускоренного повышения плодородия почвы, основанных на увеличении эколого-экономической эффективности производства. К настоящему времени создан значительный научный задел разработок для включения в инновационные проекты развития горных территорий. Приводим некоторые показатели предлагаемых новых систем орошения [6, 7]:

- исключается террасирование склонов, сохраняется естественная дернина склоновых земель;
- коэффициент земельного использования (КЗИ) орошаемых земель увеличивается с 0,3 до 0,9 за счет освоения всей площади под командованием магистрального канала или водовода, включая склоны крутизной до 45°;
- обеспечиваются оптимальные поливные режимы;
- исключаются значительные работы по обработке почвы;
- не допускаются водная и ирригационная эрозия почвы, непроизводительные потери оросительной воды;
- поливной воды тратится в 2–3 раза меньше по сравнению с существующими сегодня методами полива;
- рост производительности труда при поливе садов вырастет не менее чем в 10 раз за счет прогрессивных изменений характера и условий труда;
- предлагаются способы посадки многолетних насаждений, обеспечивающие задержку атмосферных осадков в местах их выпадения (исключающие поверхностный сток) и способствующие ускоренному повышению плодородия почвы;
- развитие плодородия в горах в широких масштабах позволит не только ликвидировать безработицу, но и создать промышленные сады и перерабатывающую промышленность;

- стоимость закладки садов, включая строительство систем орошения, при использовании результатов наших разработок будет в 1,5–2,0 раза ниже, чем стоимость строительства террасных систем.

В отличие от систем капельного орошения, считающихся в настоящее время передовыми, предлагаемые системы не требуют очистки оросительной воды от иловых, наносных частиц, соответственно, не требуется строительство и монтаж дорогостоящего оборудования (фильтров, насосных станций и пр.).

Кроме этого, воды горных источников зачастую мутные, с наносными фракциями 15–30 г/дм³, причем они принимают активное участие в почвообразовательных процессах и являются удобрительными факторами.

Предлагаемые разработки обеспечивают бережное отношение к земельным ресурсам и хрупким природным экосистемам горных аридных зон.

Возделывание пропашных сельскохозяйственных культур – это очень трудоемкое, энергозатратное, сложное занятие, требующее от работников серьезных навыков. В современных условиях особое значение приобретают вопросы разработки эффективных технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом особенностей рельефа, характера увлажнения почв, содержания в них питательных веществ, биологических особенностей возделываемых культур, фитосанитарного состояния полей, влияния предшественников. В горных условиях, характеризующихся дефицитом обрабатываемой пашни и преобладанием ручного труда при проведении почти всех агротехнических операций, эти вопросы особенно актуальны.

Учеными ФГБНУ «Дагестанский НИИСХ им. Ф. Г. Кисриева» разработан новый способ возделывания сельскохозяйственных культур, унифицированный для различных культур, почв, климатических зон и рельефа. Данный способ прошел производственные испытания.

Новая технология возделывания сельскохозяйственных культур (а. с. № 2138941RU) позволяет даже на небольших площадях (крестьянских, личных подсобных, садоводческих хозяйств) соблюдать севооборот (плодосмен). Для этого нужно вести журнал учета гряд, планировать размещение на них сельскохозяйственных культур по годам с учетом их чередования.

В связи с тем, что новый способ унифицирован для возделывания различных сельскохозяйственных культур, климатических зон, условий рельефа и почв, ставились следующие задачи: ускоренно повышать почвенное плодородие и влагоемкость, эффективно вести борьбу с сорняками, экономить поливную воду, сокращать расход минеральных удобрений, обеспечивать получение стабильно высоких урожаев возделываемых культур.

Подготовка поля включает расположение будущих узких гряд по горизонталям местности с незначительным уклоном во избежание застоев воды при поливе, разметку на участке узких гряд шириной 45 см с возможностью образования борозд шириной 30–35 см и проходов (промежутков между грядами) шириной 70–105 см.

По оси будущих узких гряд доступными способами и с помощью доступных инструментов образуют валок из остатков растений, других органических материалов, органических удобрений, сюда же вносят часть минеральных удобрений (например, суперфосфат). Следует учесть, что гряды и проходы никогда не меняют местами, перекапываются только гряды.

Перекопку гряд вместе с органическими материалами лучше произвести осенью (под зябь) на глубину 25–30 см, но можно и в любое время в период вегетации по мере уборки урожая и освобождения гряд для посадки последующей культуры. При этом органику, расположенную в валке, равномерно заделывают в почву на всю глубину пахоты с таким расчетом, чтобы она не вышла на поверхность почвы при последующем устройстве борозды на глубину до 15 см. Борозду формируют в день посева или высадки

рассады, производимым по обеим сторонам борозды с междурядьем 30–35 см, одинаковым для большинства сельскохозяйственных культур, желательна в шахматном порядке. Извлекаемую при устройстве борозды почву равномерно располагают по обеим ее бровкам, затем по мере необходимости и прорастания семян сорняков ее используют для окучивания высаженных растений. При этом сорняки на бровке уничтожаются механически, а в рядах и борозде – путем засыпки их почвой. Внесение в ряды растений подкормок из органических и минеральных удобрений возможно одновременно с окучиванием.

В результате применения указанного способа возделывания сельскохозяйственных культур в течение многих лет в зоне г. Махачкалы получена следующая урожайность, т/га: картофеля раннего – 49,0; моркови – 72,0; огурцов – 138,0; капусты белокачанной – 73,3; капусты цветной – 13,0; чеснока озимого – 28,8; бобов сои – 2,4; зерна кукурузы (початков молочно-восковой спелости) – 11,0; плюс стеблей – 66,0.

Наукой установлено, что для оптимального роста и развития культурных растений требуется определенная плотность сложения (объемная масса) почвы. Для большинства сельскохозяйственных культур она находится в пределах от 1,10 до 1,30 т/м³. Для характеристики плотности почвы при освоении нового способа возделывания сельскохозяйственных культур нами отбирались образцы почвы в грядах и проходах на 5-й день после полива в июле (таблица 1).

Таблица 1 – Плотность сложения почвы в грядах и проходах

В т/м³

Культура	Слой почвы, см			
	Гряды		Проходы	
	0–10	10–20	0–10	10–20
Картофель ранний	1,23	1,21	1,40	1,37
Томаты	1,27	1,24	1,32	1,36
Соя	1,15	1,25	1,40	1,39
Перец сладкий	1,25	1,26	1,31	1,44
Баклажаны	1,23	1,21	1,37	1,50
Капуста	1,21	1,20	1,37	1,42
Морковь	1,27	1,26	1,40	1,50
Свекла столовая	1,24	1,25	1,39	1,40
Чеснок	1,21	1,23	1,37	1,37
В среднем	1,22	1,22	1,37	1,40
В среднем пахотный слой	1,22		1,38	

Приведенные данные свидетельствуют о заметном улучшении физических свойств почвы в узких грядах в сравнении с проходами по всем культурам.

Известна роль дождевых червей в процессах улучшения почвы. До освоения нового способа возделывания сельскохозяйственных культур количество червей на 1 м² пахотного слоя колебалось в пределах 5–15 особей. Результаты подсчета количества особей дождевых червей в грядах на террасах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты подсчета количества особей дождевых червей на 1 м² гряды через три года освоения

Терраса	Количество особей, шт.	Количество почвы, пропускаемое через пищеварительный канал червя за сутки, г	За активный период, кг
1	2	3	4
1	157	78,5	18,8
2	205	102,5	24,6
3	110	55	13,2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
4	170	85	20,4
5	90	45	10,8
6	130	65	15,6
7	150	75	18,0
8	120	60	14,4
В среднем	142	70,7	17,0

Установлено, что за сутки червь пропускает через пищеварительный канал количество земли, равное весу своего тела. Если принять средний вес червя равным 0,5 г, то на экспериментальном участке за сутки черви пропускают в среднем около 71 г почвы (земли)/м² пахотного слоя, или 0,7 т/га. Активная деятельность червей в нашей зоне продолжается 240 дней в году, значит, масса почвы, прошедшей через их пищеварительный канал, равна 17,0 кг/м², или 170 т/га. Доказано, что в копролитах червей естественных популяций содержание гумуса составляет 11–15 %. Такое обогащение почвы гумусным материалом невозможно обеспечить с помощью других агроулучшающих приемов.

Использование разработанной нами технологии возделывания различных пропашных сельскохозяйственных культур позволяет сокращать затраты поливной воды в 2 раза за счет устройства одной поливной борозды на два ряда растений; экономить минеральные удобрения за счет их внесения только в корнеобитаемую зону; уменьшать затраты на обработку почвы почти в 2,5 раза за счет пахоты только площади узкой гряды, освобождения от сорняков в течение 2–3 лет.

Заключение. Оригинальность и новизна предлагаемых разработок по решению проблем сельскохозяйственного производства в горных условиях заключаются в том, что большие площади осваиваемой территории разделяются на вполне самостоятельные по всем технологическим цепочкам модельные универсальные хозяйства, которые по желанию сельскохозяйственных товаропроизводителей добровольно в любое время могут объединиться в кооперативы, ассоциации, товарищества и другие объединения (холдинги), а также выйти из них, нисколько не затрудняя работу всей системы.

Список использованных источников

- 1 Куликов, М. С. Проблемы управления экологической ситуацией на горных территориях: реферат / М. С. Куликов, Т. Б. Черноок, М. М. Прасалова. – Бишкек, 2005.
- 2 Состояние почвенного покрова Дагестана, пути восстановления его плодородия и рационального использования / А. М. Аджиев, Э. М.-Р. Мирзоев, М. А. Баламирзоев [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 7–8.
- 3 Курбанов, С. А. Современное состояние и основные направления развития мелиорации в Республике Дагестан / С. А. Курбанов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 7–9.
- 4 Кисриев, Ф. Г. Опыт почвозащитного садолесоразведения в горах Дагестана / Ф. Г. Кисриев. – Махачкала: Дагест. кн. изд-во, 1957.
- 5 Освоение горных склонов под сады в Дагестане: метод. реком. – Махачкала: Дагкнигоиздат, 1976. – 22 с.
- 6 Пат. 2041617 Российская Федерация, МПК (6) А 01 G 25/02. Система орошения / Галимов А. Х., Абдулгалимов М. М.; заявитель и патентообладатель Научно-производственное объединение «Дагестан». – № 5067603/15; заявл. 21.02.92; опубл. 20.08.95 – 6 с.
- 7 Пат. 2337528 Российская Федерация, МПК(7) А 01 G 25/06. Система внутрипочвенного очагового орошения / Галимов А. Х.; заявитель и патентообладатель Дагест. науч.-исслед. ин-т сельского хозяйства. – № 2007105287/12; заявл. 12.02.07; опубл. 10.11.08.

УДК 633.2

С. Ю. Турко

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград,
Российская Федерация**ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ УГОДИЙ
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВИДОВ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ**

Целью исследований являлось изучение биоэкологии и урожайности многолетних трав ставропольской селекции, которые прошли первичную интродукцию в поликомпонентных посевах, являются устойчивыми к новым экологическим условиям. Предложены технологии выращивания перспективных видов кормовых растений. Результатом исследований явилось проведение отбора и испытания кормовых растений и способов их культивирования на песках сухой степи и полупустыни. Получены новые данные о биологичности и урожайности кормовых видов с учетом почвенно-климатической неоднородности территории.

Ключевые слова: кормовые травы, поликомпонентные посева, деградация пастбищ, фитомелиорация, продуктивность, рост и развитие, аридные территории.

Актуальность восстановления и повышения природно-ресурсного потенциала малопродуктивных земель возрастает ежегодно, т. к. увеличивается антропогенная нагрузка на пастбища, деградирует растительный покров, нарушается сезонность использования. Бессистемное использование пастбищ с ранней весны до поздней осени приводит за короткое время к изреживанию растительности, выпадению из травостоя хорошо поедаемых трав, к деградации угодий с падением валовой и годичной продуктивности [1–3].

Для эффективного и рационального использования деградированных пастбищ необходимо шире применять фитомелиорацию территорий, при которой предусматривается создание посевов высокопродуктивных кормовых трав, в том числе и селекционно улучшенных [3, 4].

Материалы и методы. Объектами исследований являлись наиболее продуктивные фитомелиоранты – многолетние травы ставропольской селекции, испытываемые в мелкоделяночных опытах лизиметрического комплекса ВНИАЛМИ (2-летние поликомпонентные посева на черноземовидном, светло-каштановом песчаном субстрате). Состав поликомпонентных смесей был следующим: 1) житняк + пырей удлиненный; 2) житняк + пырей солончаковый; 3) житняк + кострец безостый сорта Вегур; 4) житняк + кострец безостый сорта Ставропольский-35; 5) житняк + пырей (смесь). Закладка опытов и наблюдения за развитием и продуктивностью проводились согласно общепринятым методикам [5].

Результаты и обсуждение. Наблюдениями за биометрическими показателями 2-летних посевов смесей установлено, что их вегетация началась во второй декаде апреля. На черноземовидных почвах на второй год развития смеси из житняка и костреца безостого (сортов Вегур и Ставропольский-35) к середине сентября достигли 170 см. Смесь из житняка и пырея несколько отставала в росте (150 см). На светло-каштановой почве лучшим развитием характеризуются смеси из житняка и пырея удлиненного и солончакового, растения в которых достигли высоты 120 см (таблица 1).

Интенсивный рост и развитие обеспечили хорошее колошение. Колошение у костреца сортов Вегур, Ставропольский-35 и житняка гребенчатого началось 8–10 мая, цветение началось у костреца 14–15 мая, у житняка – на 1–2 дня позже. Завершилось цветение к концу первой декады июня. Из пыреев первым колоситься начал пырей удлиненный (с 19 мая), солончаковый начал колоситься с 24 мая. Цветение началось

у всех со второй декады июня, а завершилось у пырея удлинённого в третьей декаде июня, у солончакового – в начале июля.

Таблица 1 – Особенности роста многолетних кормовых травосмесей 2-летнего возраста, 2014 г.

В см

Травосмесь	Высота			
	15 мая	15 июля	15 августа	15 сентября
Черноземовидные супесчаные почвы				
Житняк + пырей удлинённый	29 (40)	70 (77)	98 (110)	107 (151)
Житняк + пырей солончаковый	30 (39)	67 (75)	106 (120)	123 (149)
Житняк + кострец безостый сорта Вегур	29 (39)	68 (77)	108 (124)	127 (171)
Житняк + кострец безостый сорта Ставропольский-35	30 (35)	75 (88)	117 (132)	127 (154)
Житняк + пырей	32 (39)	71 (79)	109 (120)	124 (150)
Светло-каштановые супесчаные почвы				
Житняк + пырей удлинённый	17 (24)	35 (47)	59 (74)	82 (115)
Житняк + пырей солончаковый	19 (27)	35 (50)	59 (80)	84 (125)
Житняк + кострец безостый сорта Вегур	19 (23)	29 (40)	60 (75)	72 (90)
Житняк + кострец безостый сорта Ставропольский-35	19 (24)	34 (40)	62 (76)	71 (92)
Житняк + пырей	19 (24)	33 (45)	61 (76)	80 (105)

Оценивая сохранность посевов, можно отметить, что в ранневесенний период, когда в черноземовидной почве сохраняется больше влаги, а площади питания достаточно, травосмеси гуще, однако затем изреживание становится приблизительно одинаковым, т. к. вступает в силу конкуренция растений.

Анализ распределения фитомассы 2-летних посевов по ярусам показывает, что приземный тип заполнения аэрозопа выявлен в травосмесях у двух видов пыреев и житняка гребенчатого. У костреца сортов Вегур и Ставропольский-35 в смеси с житняком установлено равномерное заполнение аэрозопа. У житняка гребенчатого 66 % фитомассы приходится на ярус 0–30 см и приземный слой аэрозопа заполнен плотно. Тем не менее за счет крупных особей заполнение аэрозопа происходит более равномерно [5, 6].

Выявлено, что во всех вариантах посевов травосмесей и на всех субстратах масса (листья + стебли) увеличивается пропорционально категории крупности куста, соответственно повышается и масса колоса. Однако в процентном соотношении доля семян уменьшается от мелкого куста к крупному (рисунки 1, 2).

Анализируя данные, можно отметить, что в целом исследуемые растения хорошо адаптировались к аридным условиям данного региона. В течение вегетации они имели нормальный рост и развитие. Выявлена последовательность прохождения фаз вегетации: житняк → кострецы → пыреи, что важно учитывать при формировании зеленого конвейера.

Учет фитопродуктивности показал, что самую высокую урожайность на черноземовидных почвах имела смесь житняк + пырей удлинённый (57,8 ц/га), а самую низкую – смесь житняк + кострец сорта Ставропольский-35 (42,4 ц/га). На светло-каштановых почвах наиболее урожайной оказалась смесь житняк + пырей (13,9 ц/га), наименее урожайной – смесь житняк + кострец сорта Ставропольский-35 (4,0 ц/га). В процентном соотношении во всех вариантах посевов травосмесей и на всех субстратах преобладает житняк (таблица 2).

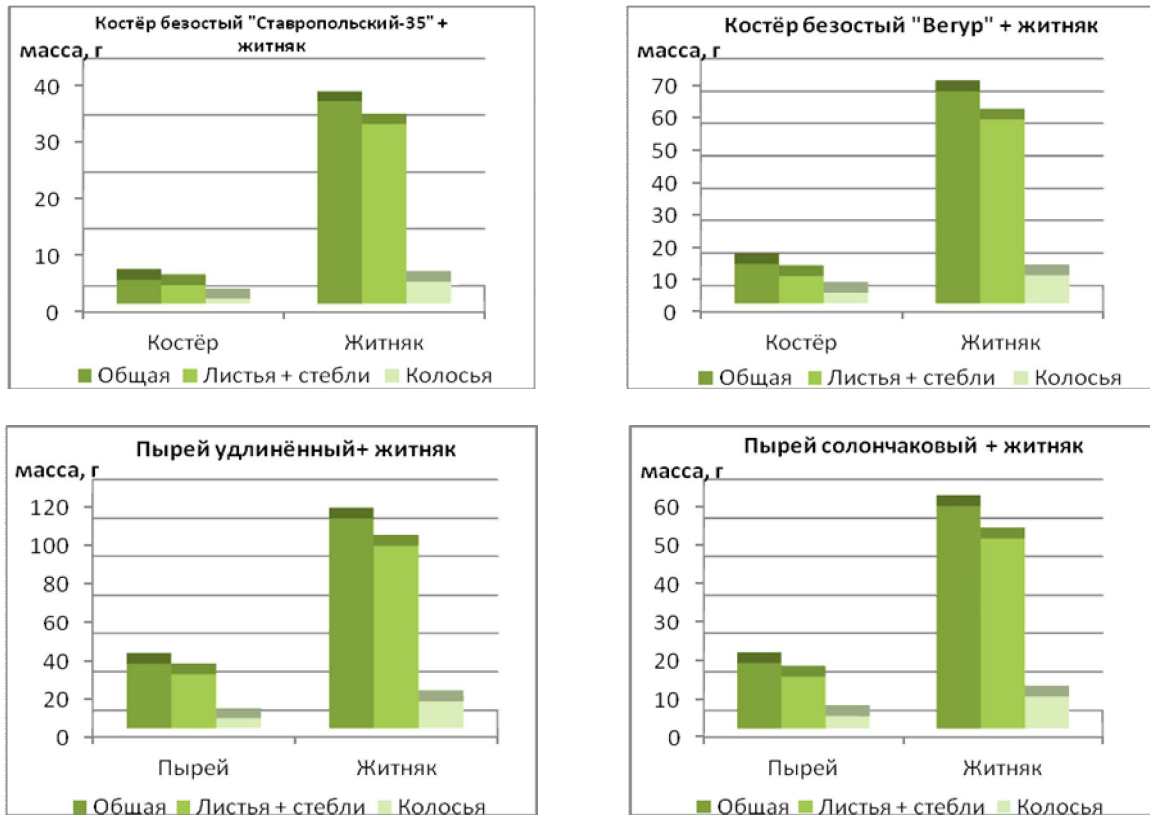


Рисунок 1 – Структурные особенности формирования фитомассы 2-летних посевов трав на светло-каштановых почвах

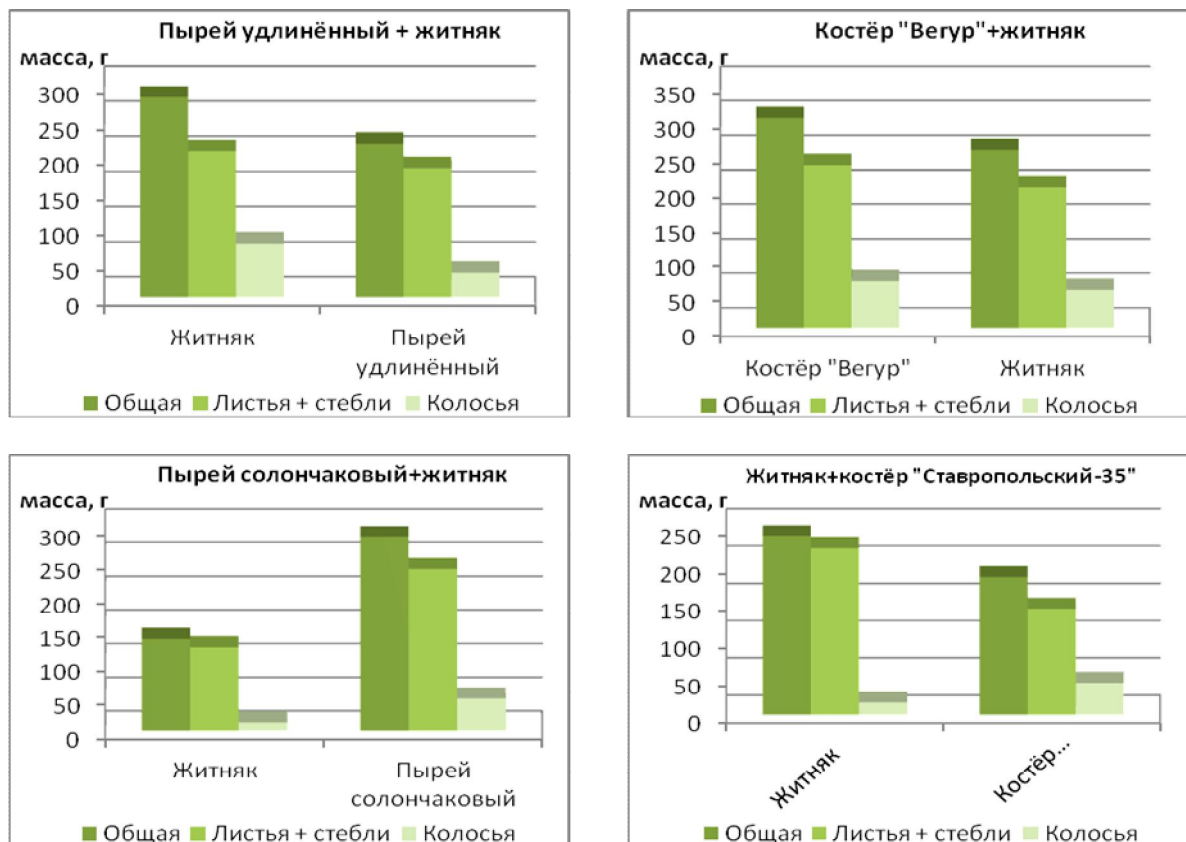


Рисунок 2 – Структурные особенности формирования фитомассы 2-летних посевов трав на черноземовидных почвах

Таблица 2 – Урожайность и семенная продуктивность 2-летних посевов травосмесей, ВНИАЛМИ, 2014 г.

Вид*	Фитомасса		Семена		Соотношение вида, %
	г/м ²	ц/га	г/м ²	ц/га	
Светло-каштановые супесчаные почвы					
Житняк + пырей удлинённый	119,9	11,9	16,7	1,8	100
житняк	91,5	9,2	12,2	1,2	82
пырей удлинённый	28,4	2,8	4,5	0,5	18
Житняк + пырей солончаковый	62,8	6,3	10,1	1,0	100
житняк	48,4	4,8	7,2	0,7	84
пырей солончаковый	14,4	1,4	2,9	0,3	16
Житняк + кострец Вегур	78,3	7,8	12,6	1,3	100
житняк	65,9	6,6	8,9	0,9	85
кострец Вегур	12,4	1,2	3,7	0,4	15
Житняк + кострец Ставропольский-35	40,9	4,0	4,9	0,5	100
житняк	35,7	3,6	4,0	0,4	90
кострец Ставропольский-35	4,4	0,4	0,9	0,1	10
Житняк + пырей	139,3	13,9	20,6	2,1	100
житняк	97,7	9,8	15,2	1,5	75
пырей	41,6	4,2	5,4	0,5	25
Черноземовидные супесчаные почвы					
Житняк + пырей удлинённый	578,3	57,8	110,6	11,1	100
житняк	360,3	36,0	76,3	7,6	67
пырей удлинённый	218,0	21,8	34,3	3,4	33
Житняк + пырей солончаковый	440,3	44,0	59,2	5,9	100
житняк	135,5	13,6	12,1	1,2	56
пырей солончаковый	286,8	28,7	47,1	4,7	44
Житняк + кострец Вегур	561,6	56,2	122,3	12,2	100
житняк	257,9	25,8	54,8	5,5	47
кострец Вегур	303,7	30,4	67,5	6,8	53
Житняк + кострец Ставропольский-35	423,6	42,4	58,6	5,9	100
житняк	238,9	23,9	16,1	1,6	67
кострец Ставропольский-35	184,6	18,5	42,6	4,3	33
Житняк + пырей	499,9	49,9	90,3	9,0	100
житняк	405,7	40,6	79,0	7,9	75
пырей	94,2	9,4	11,3	1,1	25

* Способ посева широкорядный (через 45 см).

Выводы. Следует отметить, что фитомасса посевов житняка в 2–5 раз, пыреев – в 2 раза, кострцов безостых – в 1,5 раза превосходит фитомассу естественного травостоя (контроль). Поэтому такие виды трав могут быть использованы для улучшения деградированных угодий. Применение этих селекционно улучшенных трав, которые к концу июня достигают пастбищной спелости и по высоте превосходят естественные травостои в 2–4 раза, для фитомелиорации естественных фитоценозов деградированных пастбищ, на которых преобладает приземистый тип заполнения аэроtopов, позволит их уплотнить и значительно повысить продуктивность.

Изучение биоэкологических особенностей видов и популяций, в том числе селекционно улучшенных многолетних трав, позволяет выделить не только высокопродуктивные и устойчивые виды, но и использовать особенности распределения их фитомассы в аэротопе для конструирования высокопродуктивных агроценозов.

Полученные материалы могут быть использованы в современных технологиях восстановления и улучшения деградированных пастбищ аридной зоны.

Список использованных источников

1 Вдовенко, А. В. Фитомелиоративное состояние кормовых угодий в Астраханской области / А. В. Вдовенко, С. Ю. Турко, М. В. Власенко / Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – Волгоград: ВГСХА, 2013. – № 3(31). – С. 53–56.

2 Воронина, В. П. Оценка кормовых ресурсов аридных лесопастбищ Северо-Западного Прикаспия / В. П. Воронина, В. С. Баянов // Научная жизнь. – Москва – Саратов, 2012. – № 1. – С. 53–56.

3 Рекомендации по формированию лесопастбищ в аридной зоне / В. И. Петров, К. Н. Кулик, А. Г. Терюков, А. С. Манаенков [и др.]. – Волгоград, 2000. – 42 с.

4 Турко, С. Ю. Восстановление деградированных пастбищ на легких почвах с использованием высокопродуктивных фитомелиорантов / С. Ю. Турко, А. К. Кулик, М. В. Власенко // Вестник РАСХН. – М., 2014. – № 5. – С. 58–61.

5 Петров, В. И. Фитоструктура аэротопа пастбищных экосистем Северо-Западного Прикаспия / В. И. Петров, В. П. Воронина // Доклады РАСХН. – 2007. – № 1. – С. 22–25.

6 Petrov, V. I. Degradation of the vegetation cover of pastures in the northwestern Caspian Sea region / V. I. Petrov, V. P. Voronina // Russian Agricultural Sciences. – 2008, august. – Vol. 34, issue 4. – P. 237–240.

УДК 626.810

Э. И. Чембарисов, Т. Ю. Лесник, А. Б. Насрулин

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

Т. Э. Чембарисов

Национальный Университет Узбекистана имени М. Улугбека, Ташкент, Республика Узбекистан

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ОРОСИТЕЛЬНЫХ ВОД СРЕДНЕЙ АЗИИ НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Результаты анализа многолетней динамики количества солей, поступающих вместе с оросительной водой на поливные земли, и состава этих солей показывают, что на орошаемые поля ежегодно поступает 55,0–60,0 млн т различных солей естественного происхождения, при этом 40,0–46,0 млн т солей выносятся из зоны формирования речного стока (горной области), а 17,0–19,0 млн т – из почв и пород нижних частей речных бассейнов в результате повторного использования некоторого объема речного стока для поливов. Ввиду такого значительного объема поступления солей доля площади в различной степени засоленных почв увеличилась до 60–90 % от общей орошаемой площади в некоторых ирригационных районах (Сурхан-Шерабадском, Тахияташском, Кзыл-Ординском), что значительно ухудшило их мелиоративное состояние.

Ключевые слова: минерализация, химический состав, солевой сток оросительных вод, крупные реки Средней Азии, засоление земель.

Из-за разнообразия рельефа Узбекистана, в особенности физико-географических условий, на его территории распространены почвы разного типа. В пустынях, на адырах, в горах и высокогорных местах процессы почвообразования в этом регионе протекали различно. В зависимости от процесса образования и уровня плодородия почвы Средней Азии делятся на четыре преобладающих типа: пустынные, сероземы, горнолестепные, высокогорные. Имеются также орошаемые (культурные) сероземы.

Изучение качества оросительных (речных) вод Средней Азии, используемых

для орошения различных типов почв, имеет большое практическое значение с точки зрения возможного изменения состояния этих почв: их засоления, натриевого и магниевого осолонцевания, появления и развития солончаков, очагов содопроявления и т. д.

Рассматриваемая проблема является весьма обширной и требует изучения в различных аспектах. Одним из аспектов является изучение многолетней динамики минерализации и химического состава речных вод региона [1–4].

Динамика гидрохимических характеристик одной из крупных трансграничных рек – Амударьи – приведена в таблице 1. Видно, что у створа Саманбай средняя минерализация воды увеличилась с 0,51 (период 1931–1940 гг.) до 1,23 г/л (период 2001–2011 гг.), а химический состав воды изменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного – натриево-кальциевого (ГХС – НК) на сульфатно-хлоридный – магниево-кальциево-натриевый (СХ – МКН).

Динамика этих характеристик в другой крупной трансграничной реке – Сырдарье – приведена в таблице 2. Видно, что у створа в г. Бекабад (к. Кызылкишлак) средняя минерализация воды увеличилась с 0,42 (в период 1925–1950 гг.) до 1,27 г/л (2001–2011 гг.), а химический состав воды изменился с сульфатно-гидрокарбонатного – магниево-кальциевого (СГ – МК) на сульфатный – магниево-натриево-кальциевый (С – МНК).

Другим аспектом явилось изучение солевого стока оросительных вод. О динамике солевого стока рек Средней Азии (значительная часть которого в настоящее время поступает на орошаемые земли) судили по начальным гидрологическим створам, расположенным выше орошаемых массивов. Величина солевого стока определялась общепринятым способом (как результат умножения водного стока на среднегодовую величину минерализации).

Для приближенных расчетов за среднегодовую величину минерализации можно принять ее среднеарифметическую величину по имеющимся данным химических анализов. Однако данные получаются более объективными, если в расчетах используются среднегодовые величины минерализации, «взвешенные» по стоку.

Было выявлено, что для расчетных задач можно обойтись «взвешиванием» данных о минерализации за два периода: половодья (с точки зрения ирригаторов – вегетационного периода) и межени (невегетационного периода).

Иногда специалисты-гидрологи предлагают определять среднегодовую величину минерализации с учетом данных о расходах и минерализации воды за каждый месяц. При этом приходится проводить большой объем работ, т. к. предварительно необходимо построить графики связи между расходами воды и ее минерализацией. Раньше, когда изменения минерализации по годам не наблюдалось, было достаточно построить один общий график (для всего года) или же три графика с учетом фазово-однородных периодов гидрологического режима рек: подъема половодья, спада половодья, межени. В настоящее время подобные графики нужно строить отдельно для различных периодов.

Вернемся к вопросу об изменении солевого стока в реках Средней Азии. Согласно проведенным расчетам, количество солей, поступающих на орошаемые поля бассейна Амударьи, равно 27,21 млн т, а бассейна Сырдарьи – 19,22 млн т. Конечно же, этот фактор влияет на степень засоления орошаемых почв в существующих ирригационных районах.

Изменение состава солей в реках. Соли, находящиеся в водах и почвах оазисов, имеют большое значение для развития сельскохозяйственных растений. Некоторые соли оказывают даже положительное влияние на их жизнедеятельность. Так, например, большая часть кальциевых солей, пропитывая оболочки клеток или откладываясь между клетками, придает тканям и органам растений прочность. Кроме того, соли кальция участвуют в нейтрализации органических кислот, которые, накапливаясь в клетках до значительных концентраций, вредно действуют на них. Магний, входящий в состав природных солей, участвует в построении зеленого красящего вещества клеток – хлорофилла. Он также участвует в синтезе новых органических веществ.

Таблица 1 – Гидрохимическая характеристика речных вод бассейна р. Амударьи по периодам

Минерализация в г/л

Река	Створ	Минерализация воды и химический состав по преобладающим ионам и стадиям засоления													
		1931–1940 гг.		1951–1960 гг.		1961–1970 гг.		1971–1980 гг.		1981–1991 гг.		1991–2000 гг.		2001–2011 гг.	
Вахш	Туткаул	0,41	ХГС – НК	0,42	ХГС – НК	0,43	ХГС – НК	0,44	ХГС – НК	0,45	ХГС – НК	0,46	ХНС – НК	0,46	ХНС – НК
Пяндж	Шидз	-	-	-	-	0,19	СГ – МК	0,20	СГ – МК	0,22	СГ – МК	0,23	СГ – МК	0,23	СГ – МК
Сурхандарья	Шурчи (Жданова)	0,30	СГ – МК	0,32	СГ – МК	0,35	СГ – МК	0,38	СГ – МК	0,42	СГ – МК	0,43	СГ – МК	0,43	СГ – МК
Сурхандарья	Мангузар	0,57	ГС – НК	0,60	ГС – НК	0,88	ГС – НК	1,08	ГС – НК	1,23	ГС – НК	1,20	ГС – НК	1,20	ГС – НК
Амударья	Керки	0,05	СХГ – НК	0,51	СХГ – НК	0,57	ГХС – НМК	0,59	ГХС – НМК	0,66	ГХС – МКН	0,67	ГХС – НМК	0,67	ГХС – НМК
Амударья	Саманбай	0,51	ГХС – НК	0,52	ГХС – НК	0,64	ГХС – МКН	0,75	СХ – МКН	1,22	СХ – МКН	1,23	СХ – МКН	1,23	СХ – МКН
Амударья	Темирбай	0,51	ГХС – НК	0,53	ГХС – НК	0,65	ГХС – КН	0,77	СХ – КГ	1,64	СХ – МКН	1,65	СХ – МКН	1,65	СХ – МКН
Кашкарья	Каратикон	0,38	СГ – К	0,49	СГ – НК	1,01	ГС – НМК	1,82	ХС – КМН	2,60	ХС – МН	2,50	ХС – МН	2,50	ХС – МН
Зеравшан	Навои	-	-	0,55	СГ – МК	0,73	ГС – КМ	0,88	ГС – КМ	1,25	С – МКН	1,27	С – МКН	1,28	С – МКН

Примечание – 1) Сведения за 1941–1950 гг. ввиду малочисленности не обобщены; 2) Х – хлоридный, *chloride* (СГ); С – сульфатный, *sulfate* (SO_4^{2-}); Г – гидрокарбонатный, *hydro-carbonate* (HCO_3^-); Н – натриевый, *sodium* (Na); К – кальциевый, *calcium* (Ca); М – магниевый, *magnesium* (Mg^{2+}).

Таблица 2 – Гидрохимическая характеристика вод бассейна р. Сырдарьи в пределах Узбекистана по периодам

Минерализация в г/л

Река	Створ	Минерализация воды и химический состав по преобладающим ионам и стадиям засоления													
		1925–1950 гг.		1951–1960 гг.		1961–1970 гг.		1971–1980 гг.		1981–1990 гг.		1991–2000 гг.		2001–2011 гг.	
Нарын	Учкурган	0,28	СГ – МК	0,29	СГ – МК	0,29	СГ – МК	0,30	СГ – МК	0,30	СГ – МК	0,34	СГ – МК	0,42	СГ – МК
Карадарья	Кампыррават	0,30	СГ – МК	0,31	СГ – МК	0,32	СГ – МК	0,35	СГ – МК	0,40	СГ – МК	0,45	СГ – МК	0,50	СГ – МК
Карадарья	Учтпе	0,48	СГ – МК	0,49	СГ – МК	0,50	СГ – МК	0,52	ГС – МК	0,53	ГС – МК	0,60	ГС – МК	0,64	ГС – МК
Чирчик	Ходжикент	0,17	Г – НК	0,18	Г – НК	0,18	Г – НК	0,19	Г – НК	0,20	Г – НК	0,21	Г – НК	0,23	Г – НК
	Чиназ	0,34	СГ – МК	0,40	СГ – МК	0,44	ГС – НМК	0,65	ГС – НМК	0,72	ГС – НМК	0,71	ГС – НМК	0,72	ГС – НМК
Ахангаран	Турк (устье р. Ирташ)	0,12	СГ – МК	0,12	СГ – МК	0,13	СГ – МК	0,13	СГ – НК	0,14	СГ – НК	0,16	СГ – НК	0,20	СГ – НК
Ахангаран	Солдатское	0,32	СГ – МК	0,33	СГ – МК	0,44	СГ – МК	0,68	ГС – МНК	0,70	ГС – МНК	0,75	ГС – МНК	0,88	ГС – МНК
Сырдарья	г. Наманган (к. Каль)	0,40	СГ – МК	0,45	ГС – НМК	0,62	ГС – НМК	0,64	С – МНК	0,65	С – МНК	0,68	С – МНК	0,70	С – МНК
Сырдарья	г. Бекабад (к. Кызылкишлак)	0,42	СГ – МК	0,59	ГС – НМК	1,03	С – НМК	1,20	С – МНК	1,22	С – МНК	1,24	С – МНК	1,27	С – МНК
Примечание – Х – хлоридный (СГ); С – сульфатный (SO_4^{2-}); Г – гидрокарбонатный (HCO_3^-); Н – натриевый (Na^+); К – кальциевый (Ca^{2+}); М – магниевый (Mg^{2+}).															

Однако большинство природных солей оказывают вредное (токсичное) действие на рост растений. Практикой выявлено, что именно хлориды натрия, магния и кальция, сульфаты натрия и магния, карбонат и бикарбонат натрия (углекислая и двууглекислая сода) являются токсичными солями, т. е. их присутствие в водах и почвах угнетающе действует на развитие сельскохозяйственных культур или даже приводит к их гибели.

При сравнении солей по степени токсичности В. А. Ковда (1946 г.) предлагает следующую оценку: если условно считать, что токсичность соды (Na_2CO_3) равна 10 баллам, то токсичность хлорида натрия (NaCl) равна 7 баллам, сульфата натрия (Na_2SO_4) и магния (MgSO_4) равна 5–3 баллам, а сульфата кальция (CaSO_4) и углекислого кальция (CaCO_3) – примерно 1 баллу [5].

Рассмотрим теперь, какие соли присутствуют в настоящее время в речных водах Средней Азии, и дадим оценку их токсичности.

Бассейн Амударьи. Содержание токсичных солей в воде Амударьи повышено уже в верховье реки (у створа Термез): здесь углекислый кальций не преобладает над другими солями. Даже в половодье в последние годы в воде преобладают сульфат натрия и хлорид натрия. В межень содержание последней соли увеличивается до 4,12 мг-экв.

К нижнему течению реки в воде сохраняются те же соли, только иногда в ней образуется и хлорид магния. В связи с ростом минерализации содержание всех солей в воде увеличивается, особенно это относится к хлориду натрия, токсичность которого, по оценке мелиораторов, как уже отмечалось, равна 7 баллам.

К створу Саманбай содержание токсичных солей в речной воде вновь несколько увеличивается. Преобладающее место занимает хлорид натрия (в межень до 15,63 мг-экв.). Повышено также содержание сульфата магния (до 8,22 мг-экв.). Содержание нетоксичных солей в сумме достигает всего 8,00 мг-экв. В нижнем течении р. Амударьи в последние годы значительно увеличилась минерализация речной воды. Так, у Саманбая она в отдельные месяцы сейчас повышается до 2,17 г/л.

Является хорошей по качеству вода в верхнем течении р. Сурхандарьи (до створа Жданова), особенно во время половодья, когда в ней преобладает двууглекислый кальций. В межень содержание токсичных солей несколько увеличивается, но качество воды в целом не меняется.

В низовье реки у створа Мангузар содержание токсичных солей (особенно в межень) значительно увеличивается. Преобладающее место занимает сульфат магния (до 5,35 мг-экв.), повышено также содержание хлорида и сульфата натрия (соответственно 2,79 и 2,67 мг-экв.).

В р. Шерабад минерализация речной воды повышена за счет естественных условий. Во время половодья и в межень среди солей преобладает хлорид натрия (4,65 и 16,90 мг-экв.). Суммарное содержание токсичных солей также превышает содержание нетоксичных солей. Несмотря на это, как уже отмечалось, воды этой реки издавна используются для орошения. Естественно, что повышенное содержание в воде токсичных солей и ее высокая минерализация (до 2,6 г/л) сказываются как на изменении химизма орошаемых почв, так и на урожайности сельскохозяйственных культур.

Вода р. Зеравшан исключительно благоприятна для орошения. У створа Дупули в течение года в составе воды преобладает двууглекислый кальций (1,27–2,34 мг-экв.). Содержание токсичных солей незначительно.

Значительно изменяется состав воды ниже Самаркандского оазиса у створа Навои. Среди солей во время половодья начинает преобладать сульфат магния (до 4,45 мг-экв.), а в межень – сульфат натрия (до 7,79 мг-экв.). Таким образом, в Бухарский оазис поступает речная вода с повышенным содержанием токсичных солей. Очень хорошая по качеству вода и в верховье р. Кашкадарьи у створа Варганзи. Круглый год в воде преобладает нетоксичная соль – двууглекислый кальций.

Очень сильно меняется состав речной воды по течению у створа Каратикон,

особенно в межень, когда река начинает интенсивно дренировать грунтовые воды. В этот период минерализация воды иногда доходит до 4,13 г/л, а преобладающие места в содержании солей занимают сульфат магния и хлорид натрия (соответственно 25,61 и 23,24 мг-экв.).

Бассейн Сырдарьи. В воде р. Нарын в половодье преобладает углекислый кальций, из токсичных солей присутствуют сульфат магния и хлориды натрия и магния. В межень содержание токсичных солей увеличивается, причем кроме сульфата магния в воде появляется и сульфат натрия.

В воде р. Карадарья и в половодье, и в межень содержатся одни и те же соли, только в зимние месяцы повышено содержание сульфата натрия.

Состав солей не меняется внутри года и в самой Сырдарье после слияния Нарына и Карадарьи, только в межень содержание каждой соли значительно выше.

Не меняется состав солей в Сырдарье и при выходе ее из Ферганской долины, только их содержание по сравнению с верхним течением еще больше возрастает. Преобладающее место среди солей занимают сульфаты магния и кальция.

Очень хорошая по качеству вода р. Ахангаран: среди солей здесь преобладает углекислый кальций, который не токсичен. Содержание токсичных солей не очень велико (0,04–0,34 мг-экв.).

В устье реки содержание солей значительно меняется: в воде начинает преобладать сульфат магния и появляется в значительном количестве хлористый натрий.

Похожая картина наблюдается и в р. Чирчик. Если в верховье реки вода является вполне пригодной для орошения, а содержание токсичных солей колеблется от 0,08 до 0,39 мг-экв., то к устью реки содержание этих солей значительно увеличивается, особенно в межень. Так, например, содержание сульфата магния доходит до 3,85 мг-экв., сульфата натрия – до 2,21 мг-экв. и хлорида натрия – до 1,35 мг-экв.

Таким образом, из приведенных данных видно, что минерализация и химический состав речных вод Средней Азии различны. В принципе, для каждого речного бассейна присущ свой состав речной воды с определенным содержанием токсичных и нетоксичных солей и их соотношением.

Поэтому при орошении целинных земель в бассейнах одних рек за счет стока других водотоков необходимо учитывать химический состав оросительных вод и их ожидаемые реакции с солями, находящимися в почвах. Одни и те же почвы (с их уже сложившейся геохимией и содержанием солей в поглощающем комплексе) можно оросить как хорошей по качеству водой, так и весьма неудовлетворительной, токсичной. Поэтому почвоведом необходимо выбирать наиболее благоприятные в геохимическом отношении варианты орошения новоосваиваемых земель.

Выводы

В речных водах Средней Азии постоянно содержатся различные химические элементы (соли естественного происхождения, тяжелые металлы, остатки ядохимикатов и удобрений и т. д.), которые при орошении вызывают разнообразные изменения в физико-химических свойствах орошаемых почв.

Одну из опасностей для орошаемой зоны Средней Азии представляет процесс засоления поливных земель. По проведенным расчетам, на орошаемые поля сейчас ежегодно поступает 55,0–60,0 млн т различных солей естественного происхождения, при этом 40,0–46,0 млн т солей выносятся из зоны формирования речного стока (горной области), а 17,0–19,0 млн т – из почв и пород нижних частей речных бассейнов в результате повторного использования некоторого объема речного стока для поливов.

Ввиду такого значительного поступления солей доля площади в различной степени засоленных почв увеличилась до 60–90 % от общей орошаемой площади в некоторых ирригационных районах (Сурхан-Шерабадском, Тахиаташском, Кзыл-Ординском), что значительно ухудшило их мелиоративное состояние.

Анализ состояния некоторых элементов водно-солевого баланса орошаемых массивов показал, что наиболее тяжелое мелиоративное состояние орошаемых земель наблюдается сейчас в нижних частях бассейнов Амударьи и Сырдарьи, которые после прекращения поступления речного стока в Аральское море являются зоной аккумуляции солевого и твердого стоков этих рек.

В водах всех рек в составе солей преобладают следующие: двууглекислый кальций, сульфаты кальция, магния, натрия и хлорид натрия, иногда в воде обнаруживается присутствие двууглекислого магния и хлорида магния. Первые две соли являются нетоксичными, а остальные токсичны. Токсичность речных вод увеличивается при смене фаз гидрологического режима рек с половодья на межень, а также по длине рек. В связи с повышением минерализации речных вод и ухудшением их состава на средних и особенно нижних участках рек ирригационное качество воды стало удовлетворительным.

Список использованных источников

- 1 Чембарисов, Э. И. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере Аральского моря) / Э. И. Чембарисов. – Ташкент: Фан, 1988. – 104 с.
- 2 Чембарисов, Э. И. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии / Э. И. Чембарисов, Б. А. Бахритдинов. – Ташкент: Укитувчи, 1989. – 232 с.
- 3 Чембарисов, Э. И. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан / Э. И. Чембарисов, Р. Т. Хожамуратова. – Нукус: Билим, 2008. – 56 с.
- 4 Якубов, М. А. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение / М. А. Якубов, Х. Э. Якубов, Ш. Х. Якубов. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2011. – 188 с.
- 5 Ковда, В. А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. 2 / В. А. Ковда. – М. – Л.: Издательство АН СССР, 1947. – 375 с.

УДК 633.8:574.21

М. В. Власенко, А. К. Кулик

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград, Российская Федерация

ЭКОЛОГО-БОТАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФЛОРЫ АРЧЕДИНО-ДОНСКОГО ПЕСЧАНОГО МАССИВА НА ОСНОВНЫХ ТИПАХ МЕСТООБИТАНИЯ¹

Целью исследований явилась эколого-ботаническая оценка природно-ресурсного потенциала Придонских песчаных массивов для разработки модели рационального лесоаграрного природопользования. Описано современное строение поверхности Арчедино-Донского массива. Собранные в результате рекогносцировочных исследований данные позволили распределить растительность массива в зависимости от типа местообитаний: Т1 – целинные безлесные площади; Т2 – участки природных травостоев под защитой лесных насаждений; Т3 – целинные участки с естественной древесно-кустарниковой растительностью. Выявлены доминанты лекарственной флоры Арчедино-Донского песчаного массива, указана принадлежность видов к определенным экологическим типам по трофности (требовательности видов растений к богатству почв минеральным питанием) и влажности почв.

Ключевые слова: растительный покров, местообитание, ландшафтно-экологические условия, фитоиндикация, трофность.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда и правительства Волгоградской области в рамках проекта научных исследований № 14-16-34-012.

Для моделирования рационального природопользования, которое отражало бы различные аспекты состояния и динамики биоразнообразия, требуется создание базы данных, содержащей обширную стандартизованную информацию о растительных таксонах, их состоянии и распространении популяций и экосистем различного уровня ресурсного потенциала видов.

Материал и методы. Объектами исследований являлись растительные сообщества Придонских песчаных массивов и их видовой состав. Проводилось описание почвы, рельефа и растительного покрова Арчедино-Донского песчаного массива. Выявлялись видовой принадлежность растительности, количество доминантных видов, типы местообитаний и экологические группы лекарственных растений. Геоботаническое обследование и оценка растительного биоразнообразия проводились согласно общепринятым методикам [1–4].

Результаты и обсуждение. На Придонских песчаных массивах выявлено более 160 древесно-кустарниковых и травянистых видов [5, 6]. Основными породами являются березы (*Betula pubescens*, *Betula pendula*), ольха (*Alnus glutinosa*), дуб (*Quercus pedunculata*), осина (*Populus tremula*), ивы (*Salix carpea*, *Salix fragilis*, *Salix repens*, *Salix rasmarinifolia*). В культуру введена сосна (*Pinus sylvestris*). Большое количество лесных участков обусловлено близостью грунтовых вод, которые обеспечивают дополнительное к осадкам водопотребление. Этим же объясняется колковое размещение лесных участков.

Все лесные массивы выполняют важную природоохранную роль, являясь резервациями животного и растительного мира в степной зоне. Важна их роль в социальной части. Колки посещают грибники, сборщики лекарственных трав, отдыхающие. Наиболее производительными участками являются низины с близкими грунтовыми водами и луговыми и лугово-болотными почвами. Древостои, имеющие такое местоположение, дают в год 3–4 т/га опада. Здесь же произрастают осоковые и тростниковые травостои.

В относительно сухих местах с уровнем грунтовых вод 3–6 м и более встречается можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*). Обычно его локальные участки площадью от нескольких квадратных метров до 2–3 га и более покрывают занятую территорию сплошным ковром. Вид не выносит копытной нагрузки, в местах выпаса животных изреживается и выпадает.

Типичными травянистыми представителями массива открытых сыпучих и слабозаросших песков являются овес щетинистый, или песчаный (*Avena strigosa* Schreb.), и песчаная полынь (*Artemisia arenaria*). По мере зарастания песков появляются тонконог сизый (*Koeleria glauca* (Sprengel) DC.), чабрец душистый (*Thymus serpyllum* L.), полынь полевая (*Artemisia campestris*), ковыль перистый (*Stipa pennata* L. s. Str.), прутняк (*Kochia laniflora* (S. G. Gmelin) Borb.), житняк (*Agropyrum cristatum*), рабитник (*Cytisus ruthenicus*). На заболоченных понижениях в песках попадают реликтовые растения ледникового периода: плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*), торфяной мох, или сфагнум (*Sphagnum* L.), кукушкин лен (*Polytrichum commune*).

Придонские песчаные массивы флористически богаты лекарственными растениями, обладающими большим количеством биологически активных веществ. Здесь встречаются душица (*Origanum vulgare* L.), зверобой (*Hypericum perforatum* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), кровохлебка (*Sanguisorba officinalis* L.), валериана (*Valeriana officinalis* L.), цикорий (*Cichorium intybus* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), чистотел (*Chelidonium majus* L.), девясил (*Inula helenium* L.), пустырник (*Leonurus cardiaca*), солодка (*Glycyrrhiza glabra* L.), крапива (*Urtica dioica* L.), одуванчик (*Taraxacum officinale* Wigg), ландыш (*Convallaria majalis* L.), горец птичий (*Polygonum bistorta* L.), купена лекарственная (*Polygonatum officinale* All.). Хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) встречается на закисленных почвах (может использоваться как индикатор кислотности почвы).

На песках, где грунтовые воды залегают на глубине 2–5 м, самыми распространенными из лекарственных растений являются цмин песчаный (*Helichrysum arenarium L.*), чабрец (*Thymus serpyllum L.*), лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta L.*) и тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*).

Цмин песчаный (*Helichrysum arenarium L.*) и чабрец (*Thymus serpyllum L.*) распространены на всей аренной территории: бугристых песках, пологоувалистых и равнинных площадях.

В межбугровых понижениях в березово-осиновых колках в качестве лекарственного сырья можно собирать березовые почки, кору осины. На гумусированном слое понижений растут тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*), полынь горькая и обыкновенная (*Artemisia absinthium L. Medik.* и *Artemisia vulgaris L.*), мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis L.*), ясменник душистый (*Asperula odorata L.*), цетрария исландская (исландский мох) (*Cetraria islandica L.*). Доминирует среди лекарственных растений тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*).

Растительность выступает в роли каркаса наземных экосистем и выполняет средообразующую функцию, обладая рядом преимуществ, которые позволяют использовать ее в качестве индикатора определенных условий среды, включая оценку последствий антропогенного воздействия. Фитоиндикация как метод экологических исследований требует хорошего знания флоры рассматриваемой территории и тщательного изучения растительных сообществ, очень тонко приспособленных к местным условиям. При использовании растительных сообществ в качестве индикаторов условий местобитания и состояния окружающей среды необходимо рассматривать наиболее существенные свойства фитоценозов. Они раскрываются через описание видового состава сообществ и выявление его структуры на пробных площадях.

На примере Арчедино-Донского песчаного массива, который занимает левый берег Дона между устьями Медведицы и Иловли (рисунок 1), можно проследить изменения условий среды. Здесь выявлено около 40 видов лекарственных растений с разным количественным запасом, среди которых встречаются очень редкие и ценные в фитотерапевтическом отношении виды.



**Рисунок 1 – Космоснимок Арчедино-Донских песков
(<http://bestmaps.ru/google-maps>)**

Сложенная водно-ледниковыми песками бугристая равнина массива понижается с северо-востока на юго-запад. В центральной части близко к поверхности подходят

известняки карбона. На севере развиты темно-каштановые почвы с пятнами солонцов. Разнотравно-типчаково-ковыльные степи сохранились только на крутых склонах. На песках растут песколюбы: овсяница, полынь песчаная, чабрец, молочай и др. По долинам рек встречаются леса из ивы, тополей, ольхи, по балкам – буйрачные дубравы. Между песчаными буграми нередко береза, осина, а по заболоченным понижениям в песках попадаются реликтовые растения ледникового периода: плаун, торфяной мох, кукушкин лен. Сыпучие пески закреплены сосной.

В современном строении поверхности Арчедино-Донского массива, наблюдаемом на всех Придонских песках, выделены приаренные и аренные площади. Приаренная пойменная территория имеет равнинный либо пологоувалистый характер местности с присутствием западин, ложбин, высохших заросших и действующих стариц, кое-где – мелких озер, болотцев. Аренные территории представлены бугристыми песками, пологоувалистыми и равнинными площадями. Бугристо-холмистый рельеф состоит из резко выраженных холмов, в меньшем количестве – пологих холмов, которые отделяются друг от друга глубокими котловинами выдувания, ложбинами. С поднятием над уровнем рек бугристо-холмистый рельеф сглаживается и его характер становится волнисто-холмистый, переходя в ровную суглинистую степь.

Видовой состав лекарственной флоры меняется в зависимости от ландшафтно-экологических условий. Эта пестрота условий создает значительное количество экологических ниш, где находят благоприятные для себя условия различные группы растений, разнообразные флороценоэлементы.

На изучаемой территории выделяется 3 основных типа местообитания лекарственных растений: 1 – целинные безлесные площади (4924 га); 2 – участок природных травостоев под защитой лесных насаждений (488 га); 3 – целинные участки с естественной древесно-кустарниковой растительностью (392 га) [7].

В таблице 1 отражен основной видовой состав лекарственных растений, формирующий сообщества Арчедино-Донских песков. В нем указана принадлежность видов к определенным экологическим типам по трофности (требовательности видов растений к богатству почв минеральным питанием) и влажности почв, а также указан тип местообитания.

Таблица 1 – Доминантная фармфлора Арчедино-Донского массива

Растительность	Отношение к влаге и трофности*	Тип местообитания
1	2	3
Боярышник колючий <i>Crataegus oxycantha</i> L.	Мезофит, мезотроф	3
Будра плющевидная <i>Glechoma hederaceae</i> L.	Мезофит, мегатроф	3
Валериана лекарственная <i>Valeriana officinalis</i> L.	Мезофит, мезотроф	3
Девясил высокий <i>Jnula helenium</i> L.	Мезофит, эвтроф	3
Донник лекарственный <i>Melilotus officinalis</i> L.	Ксеромезофит, мезоэвтроф	1
Дурман обыкновенный <i>Datura stramonium</i> L.	Мезофит, мезотроф	1
Душица обыкновенная <i>Origanum vulgare</i> L.	Мезофит, мезотроф	3
Ежевика сизая <i>Rubus Caesius</i> L.	Мезофит, мезотроф	3
Зверобой продырявленный <i>Hypericum officinalis</i> L.	Мезофит, мезотроф	3
Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i> L.	Мезофит, мезотроф	3
Ива белая <i>Salix alba</i> L.	Мезофит, гигрофит, мезоэвтроф	3
Клевер луговой <i>Trifolium pratense</i> L.	Мезофит, мегатроф	3

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Коровяк скипетровидный <i>Verbascum thapsiforme</i> L.	Ксеромезофит, мезоэвтроф	1
Крапива двудомная <i>Urtica dioica</i> L.	Мезофит, мегатроф	3
Кровохлебка лекарственная <i>Sanguisorba officinalis</i> L.	Мезофит, гигрофит, мезотроф	3
Купена лекарственная <i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	Мезофит, мегатроф	3
Ландыш майский <i>Convallaria majalis</i> L.	Мезофит, мезотроф	3
Лапчатка <i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	Мезофит, мезоолиготроф	3
Лопух большой <i>Arctium lappa</i> L.	Мезофит, мезотроф	1
Ольха серая <i>Alnus incana</i> (L.) Moench	Мезофит, мезомегатроф	3
Пастушья сумка <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Мезофит, мезотроф	1
Пижма обыкновенная <i>Tanacetum vulgare</i> L.	Ксеромезофит, мезотроф	1
Подорожник большой <i>Plantago major</i> L.	Мезофит, мезотроф	1
Полынь обыкновенная <i>Artemisia vulgans</i> L.	Ксеромезофит, мезотроф	1
Полынь горькая <i>Artemisia absinthium</i> L.	Ксеромезофит, эвтроф	1
Пустырник сердечный <i>Leonurus Cardiaca</i> L. S.J.	Мезофит, эвтроф	1
Пырей ползучий <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski <i>Agropyron repens</i> (L.) P.B	Мезофит, мезомегатроф	1
Ромашка аптечная <i>Matricaria recutita</i> L.	Мезофит, мегамезотроф	1
Солодка голая <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Мезофит, мезоэвтроф	1
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L.	Ксерофит, олиготроф	2
Тополь черный <i>Populus nigra</i> L.	Мезофит, гигрофит, эвтроф	3
Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i> L.	Мезофит, мезотроф	1
Хвощ полевой <i>Equisetum arvense</i> L.	Мезофит, мезотроф	3
Цмин песчаный <i>Helichrysum arenarium</i> D.C.	Ксерофит, олиготроф	1
Чабрец <i>Thymus serpyllum</i> L.	Ксерофит, мезоэвтроф	1
Шиповник майский <i>Rosa majalis</i> Herrm.	Мезофит, мезотроф	3
Якорцы стелющиеся <i>Tribulus teraestris</i> L.	Ксерофит, мезотроф	1
* Мегатрофы произрастают на самых богатых почвах; мезотрофы – растения остаточного обеспеченных минеральным питанием почв; эвтрофы растут только на богатых питательными веществами почвах; олиготрофы – растения бедных по минеральному питанию почв; ксерофиты – растения сухих местообитаний; мезофиты – растения обеспеченного увлажнения; гигрофиты – обильного увлажнения, проточного или застойного.		

Доминирующее положение занимают семейства *Asteraceae* и *Rosaceae*, количество видов которых составляет соответственно 19 и 16 % от общего числа семейств. На втором месте по числу видов – семейство *Lamiaceae* (10 %). Остальные семейства представлены единично. На всех участках наблюдается превалирование однодольных растений над двудольными по количеству видов и числу особей. Вся масса видов двудольных растений распределена по целинным безлесным участкам и целинным участкам с естественной древесно-кустарниковой растительностью равномерно и превалирует над однодольными. Основная масса видов двудольных растений встречается в местообитаниях третьего типа. В течение вегетационного сезона происходит смена доминантов, что связано с фенологическими особенностями растений.

Экологический анализ видового состава растений (таблица 2) позволил выявить растения-индикаторы, указывающие на особенности природной среды и протекающих в ней процессов.

Таблица 2 – Экологические группы флоры Арчедино-Донского массива

Экологическая группа	Количество видов всего	Распределение видов по типам местообитания			% от общего числа видов по типам местообитания		
		1	2	3	1	2	3
По отношению к увлажнению							
Ксерофиты	3	2	1	-	5,3	2,6	-
Мезофиты	27	9	-	18	23,7	-	47,4
Мезофиты-гигрофиты	3	-	-	3	-	-	7,8
Ксеромезофиты	5	5	-	-	13,2	-	-
Всего	38	16	1	21	42,2	2,6	55,2
По отношению к почвенному плодородию							
Мегатрофы	4	-	-	4	-	-	10,5
Мезотрофы	19	8	-	11	21,1	-	29,0
Мегаэтрофы	1	1	-	-	2,6	-	-
Мезомегатрофы	2	1	-	1	2,6	-	2,6
Эвтрофы	4	2	-	2	5,3	-	5,3
Мезоэвтрофы	5	4	-	1	10,5	-	2,6
Олиготрофы	2	1	1	-	2,6	2,6	-
Мезоолиготрофы	1	-	-	1	-	-	2,6
Всего	38	17	1	20	44,8	2,6	52,6

По отношению к влажности почвы первый тип местообитания лекарственных растений характеризовался преобладанием мезофитных видов. В меньшем количестве представлены ксеромезофиты и ксерофиты.

В местообитаниях третьего типа доминируют мезофиты, в малом количестве здесь представлена группа мезофитов-гигрофитов. Ксерофиты и ксеромезофиты отсутствуют, что указывает на умеренное увлажнение почвы первого и третьего типов местообитания. Природные травостой под защитой лесных насаждений характеризуют ксерофиты – растения сухих местообитаний.

По отношению к трофности почвы первый и третий типы местообитания характеризовались преобладающими мезотрофными видами. Менее многочисленными оказались эвтрофы и группы мезоэвтрофов, мезомегатрофов. Незначительна доля мегатрофов в третьем типе местообитания, а в первом и втором они отсутствуют. Олиготрофы встречались единично. Таким образом, установлено, что по отношению к трофности почвы наиболее плодородным для лекарственной флоры оказался третий тип местообитания – целинные участки с естественной древесно-кустарниковой растительностью. Доказательством этому служат мегатрофные виды, которые предпочитают наиболее плодородные почвы. Здесь можно получать максимальное количество лекарственного сырья (4,90–7,16 т/га), во втором типе местообитания – 0,39–0,78 т/га, а в первом – 0,32–0,59 т/га.

Выводы. На Придонских песчаных массивах отмечается большая мозаичность растительного покрова. Местами территория массива – это поросшая травами и кустарником степь и бугры, местами встречаются песчаные барханы с очень скудной растительностью. В результате экологического анализа Арчедино-Донского песчаного массива установлено, что основная доля всех представленных в нем лекарственных видов экологически пластичны, могут существовать в различных местообитаниях, но в основном приурочены к целинным безлесным площадям и целинным участкам с естественной

древесно-кустарниковой растительностью. Доминирующее положение занимают семейства *Asteraceae* и *Rosaceae*. На всех участках наблюдается превалирование однодольных растений над двудольными по количеству видов и числу особей.

Список использованных источников

- 1 Раменский, Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы / Л. Г. Раменский. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
- 2 Бейдеман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 156 с.
- 3 Браун, Д. Методы исследования и учета растительности / Д. Браун; под ред. Т. А. Работнова. – М.: Иностран. лит., 1957. – 316 с.
- 4 Соболев, С. С. К методике экспедиционных почвенных исследований песков степи и лесостепи Европейской части СССР / С.С. Соболев // Труды почвенного института им. Докучаева. – 1938. – Т. 17. – С. 169.
- 5 Определитель растений on-line. Открытый атлас сосудистых растений России и сопредельных стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://plantarium.ru>, 2015.
- 6 Пат. 2015620034 Российская Федерация. Каталог основного видового состава растений песчаных массивов р. Дон и его притоков. – Программы для ЭВМ, базы данных и топологии интегральных микросхем (реестр баз данных) / Кулик А. К., Манаенков А. С., Власенко М. В.; заявитель и патентообладатель Всерос. науч.-исслед. агролекомелиоративный ин-т. – № 2014621513/69; заявл. 13.11.14; опубл. 12.01.15.
- 7 Власенко, М. В. Лекарственные растения в природном комплексе: моногр. / М. В. Власенко, О. М. Баранова, Ю. М. Пучков. – Астрахань: Сорокин Р. В., 2011. – 292 с.

УДК 631.548

И. П. Кружилин, Н. В. Кузнецова, О. В. Козинская

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград,
Российская Федерация

СОЧЕТАНИЕ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ С АГРОМЕЛИОРАТИВНЫМИ ПРИЕМАМИ ОБЕСПЕЧИВАЕТ СОХРАНЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Рассмотрена совокупность приемов и мер, обеспечивающих предупреждение, значительное уменьшение или полную ликвидацию эрозионных процессов в почве, а также восстановление ее плодородия и, как следствие, повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Исследованиями установлено, что дождевальными машинами «Мини-Кубань-ФШ» и «Кубань-ЛШ» обеспечивают достаточно высокую равномерность распределения слоя дождя, оказывая одинаковое влияние на водно-физические свойства и структурность почвы в различных по длине фермы точках орошаемого поля. Водно-физические свойства почвы и качество полива могут быть улучшены с помощью ее предполивной подготовки, обеспечивающей увеличение впитывающей способности почвы и продолжительности бесстокового полива.

Ключевые слова: плодородие, дождевание, сток, ирригационная эрозия почвы, щелевание, рыхление.

Оросительная мелиорация в засушливых регионах признана одним из основных факторов повышения продуктивности и придания устойчивости развитию сельскохозяйственного производства. В то же время при несбалансированных антропогенных нагрузках на почву орошение может стать и причиной деградации ее. Поэтому одним из основных условий высокопродуктивного использования орошаемых земель является

адаптация орошения к особенностям природных условий и уровням интенсивности растениеводства при соблюдении требований экологических ограничений [1, 2].

Плодородие почвы характеризует ценность сельскохозяйственных угодий, является истощаемым и трудно возобновляемым природным ресурсом. Отсюда следует, что сохранение и улучшение плодородия почв при их сельскохозяйственном использовании относятся к числу приоритетных задач земледелия. Нормированное орошение дождеванием в долгосрочной перспективе должно быть направлено не только на улучшение водного режима почвы, но и на повышение содержания гумуса, предотвращение подъема уровня грунтовых вод и ирригационной эрозии, способствуя тем самым сохранению и улучшению почвенного плодородия [3–5]. Отличаясь высоким уровнем механизации процесса полива, подачей воды на поле с имитацией естественного дождя, этот способ орошения, наряду с напитыванием почвы влагой, увлажняет приземный слой воздуха и сами растения. Кроме того, дождевание предъявляет менее высокие по сравнению с поверхностным орошением требования к рельефу поливаемой площади, обеспечивает сравнительно высокую равномерность распределения дождя. Все это способствовало тому, что дождевание стало самым распространенным способом полива сельскохозяйственных культур в Волгоградской области [6, 7].

Полив дождеванием с интенсивностью дождя, не превышающей впитывающую способность почвы, приводит к тому, что частицы разрушающихся от удара капель комочков остаются на месте. В присутствии коагулянтов, солей кальция, железа, органического вещества во влажной почве вновь образуются структурные агрегаты [8]. Оценить степень негативного влияния дождевания на плодородие почвы, установить причины его появления и обосновать наиболее эффективные приемы сохранения и приумножения плодородия почвы было одной из основных задач наших исследований.

В качестве объекта исследований авторами были определены дождевальные машины (ДМ) фронтального передвижения с электроприводом «Мини-Кубань-ФШ» и «Кубань-ЛШ», смонтированные на полигоне малогабаритной поливной техники в ОПХ «Орошаемое» Всероссийского НИИ орошаемого земледелия (г. Волгоград). Оборудованы они дефлекторными насадками с питанием водой от гидрантов и подачей ее к ДМ с помощью гибких шлангов. ДМ предназначены для полива сельскохозяйственных культур на различных типах почв с допустимым уклоном до 0,02–0,08. Клиренс по нижнему поясу фермы ДМ «Мини-Кубань-ФШ» – 2,7 м, расход воды – 20 л/с, рабочее давление – 0,35 МПа, ширина захвата – 184 м, сезонная площадь полива – 24 га. Расход воды ДМ «Кубань-ЛШ» – 30 л/с, рабочее давление на гидранте – 0,28 МПа, ширина захвата – 304 м, сезонная площадь полива – 30 га.

Методика. Показатели техники полива и водно-физические свойства почвы, способствующие оптимизации водного режима, изучались в системе «климат – почва – растение – урожай» в соответствии с методикой испытания дождевальной техники РД 10.11.1-89. Основные показатели водно-физических свойств почвы и ее гранулометрический состав определяли совместно с лабораторией агропочвоведения ВНИИОЗ. Скорость и направление ветра, относительную влажность, температуру воздуха принимали по данным ГМС Волгоградской ГАУ и измеряли на опытном поле с помощью ручных анемометра, термометра и психрометра. Плотность почвы устанавливали по методике Н. А. Качинского, твердой фазы – пикнометрическим методом, влажность – термостатно-весовым в слое 1,0 м, водопроницаемость – методом заливаемых площадок (методом рам).

Результаты и их обсуждение. Равномерность распределения поливной воды по ширине захвата ДМ фронтального действия характеризовалась отклонением отдельных показателей слоя дождя, выпавшего за один проход машины, от среднего значения. При поливе ДМ «Кубань-ЛШ» поливными нормами от 230 до 450 м³/га вариabельность слоя дождя по среднеквадратическому отклонению составила 40–54 м³/га при коэффи-

циенте вариации 16,8–19,5 %. Равномерность полива ДМ «Мини-Кубань-ФШ» нормой 396–704 м³/га характеризуется среднеквадратическим отклонением от среднего слоя дождя ±69–98 м³/га и коэффициентом вариации 10,7–17,5 % (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели равномерности распределения слоя дождя машинами фронтального действия

Средний слой дождя, мм	Число дождемеров	Среднеквадратическое отклонение, ± мм	Коэффициент		
			вариации, %	точности опыта, %	асимметрии
ДМ «Кубань-ЛШ»					
23,0	465	4,0	16,8	1,2	–0,08
32,0	465	4,3	18,3	2,0	–0,27
45,0	465	5,4	19,5	2,1	0,90
ДМ «Мини-Кубань-ФШ»					
39,6	285	6,9	17,5	1,9	–0,97
52,5	285	7,3	13,9	1,5	0,05
70,4	285	9,8	10,7	1,2	–0,38

Слой осадков по длине фермы исследуемых ДМ в опыте изменялся в незначительных пределах, среднеквадратическое отклонение от нормы не превышало 8–10 %. Следовательно, влияние искусственного дождя на водно-физические свойства и структурность почвы было примерно одинаковым в различных по длине фермы точках орошаемого поля и характеризовалось изменением коэффициента структурности от 3,04 перед первым поливом до 2,15 после проведения пяти поливов нормой 500 м³/га. Снижение коэффициента структурности после проведения пяти поливов составило 29 % (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика структурности почвы в слое 0,0–0,3 м под влиянием полива кукурузы дождеванием

Номер полива	Наличие почвенных агрегатов (%) различных фракций, мм			Коэффициент структурности
	> 10	10–0,25	< 0,25	
До полива	16	76	9	3,04
После первого	19	74	8	2,81
Второго	18	73	10	2,60
Третьего	20	72	9	2,40
Четвертого	18	71	12	2,36
Пятого	20	69	12	2,15

За счет частичного разрушения агрономически ценных почвенных агрегатов плотность пахотного слоя от посева до уборки кукурузы после пятого полива возрастала с 1,10–1,28 до 1,26–1,35 т/м³ (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение плотности почвы под влиянием поливов

В т/м³

Номер полива	Слой почвы, м				
	0,00–0,05	0,05–0,10	0,10–0,20	0,20–0,30	0,00–0,30
До полива	1,12	1,10	1,20	1,28	1,20
После первого	1,16	1,20	1,22	1,26	1,22
Второго	1,18	1,23	1,17	1,24	1,23
Третьего	1,25	1,19	1,27	1,27	1,26
Четвертого	1,25	1,29	1,25	1,33	1,29
Пятого	1,26	1,30	1,33	1,35	1,30

В слое почвы 0,00–0,05 м до полива плотность почвы составила 1,12 т/м³, а в слое 0,20–0,30 м – 1,28 т/м³. После проведения пяти поливов плотность в этих слоях почвы увеличилась на 12,5 и 6,0 % соответственно. Следовательно, с увеличением глубины влияние полива на плотность почвы снижается.

Наблюдения, проведенные над образованием стока воды по вариантам опыта, показали, что величина его при постоянной интенсивности дождя определяется поливной нормой и впитывающей способностью почвы.

Определение жидкого и твердого стока при поливе ДМ «Мини-Кубань-ФШ» проводилось в посевах пропашной культуры кукурузы и многолетних трав сплошного посева. В процессе исследования установлено, что величина жидкого стока при поливе кукурузы за вегетационный период составила 636,3 м³/га, или 25,97 % оросительной нормы, а твердого – 10,21 т/га. При поливе многолетних трав эти показатели уменьшились соответственно до 512,0 м³/га, или до 17,7 %, и 7,83 т/га (таблица 4).

Таблица 4 – Формирование стока воды на светло-каштановых тяжелосуглинистых почвах при поливе ДМ «Мини-Кубань-ФШ»

Сельскохозяйственная культура	Номер полива	Поливная норма, м ³ /га	Жидкий сток		Твердый сток, т/га
			м ³ /га	%	
Кукуруза на силос	1	200	-	-	-
	2	450	108,9	24,2	2,72
	3	450	120,2	26,7	2,20
	4	450	130,5	29,0	1,89
	5	450	135,4	30,1	1,76
	6	450	141,3	31,4	1,64
Итого		2450	636,3	26,0	10,21
Многолетние травы 2-го года	1	200	-	-	-
	2	450	66,6	14,8	2,35
	3	450	71,5	15,9	1,84
	4	450	79,2	17,6	1,09
	5	450	89,1	19,8	0,96
	6	450	97,2	21,6	0,85
	7	450	108,4	24,1	0,74
Итого		2900	512,0	17,7	7,83

В посевах многолетних трав при проведении первого полива ДМ «Кубань-ЛШ» перераспределения воды и образования стока не наблюдалось.

При последующих поливах из-за уменьшения впитывающей способности почвы отмечено увеличение стока поливной воды с 8 до 26 % (таблица 5).

Таблица 5 – Образование стока воды при поливе многолетних трав ДМ «Кубань-ЛШ» разными поливными нормами

Показатель	Номер полива				
	1	2	3	4	5
Поливная норма, м ³ /га	200	290	400	500	500
Сток: м ³ /га	0	23	68	105	130
%	0	8	17	21	26

Применение дополнительных приемов улучшения впитывания воды почвой и предотвращение при этом нерегулируемого перераспределения воды на поле способствуют увеличению коэффициента использования оросительной воды на 17–28 %. Увеличение глубины обработки почвы до 0,40–0,45 м и разрушение плужной подошвы при этом повышают качество полива и снижают неравномерность урожая по орошаемой площади. В зависимости от возделываемых сельскохозяйственных культур досточковая

поливная норма на участке щелевания достигла 450–500 м³/га. Предполивное рыхление междурядий способствовало увеличению нормы полива до образования стока на 10 % при первом и 45 % при четвертом поливе.

Сравнительной оценкой эффективности агрономелиоративных приемов обработки почвы установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур сплошного сева увеличивается на 8–10 %, пропашных – на 12–16 %.

Выводы. ДМ «Мини-Кубань-ФШ» и «Кубань-ЛШ» обеспечивают достаточно высокую равномерность распределения слоя дождя ($\sigma < \pm 10 \% h_{cp}$), вследствие чего влияние дождевания на водно-физические свойства и структурность почвы было примерно одинаковым на всей площади поливаемой части орошаемого поля. В результате дождевания происходят уплотнение верхнего слоя почвы, снижение скорости впитывания воды от полива к поливу, а значит, и уменьшение качества полива из-за образования луж и стока воды с увлажняемой площади и как следствие этого – утрата плодородия почвы.

Водно-физические свойства почвы и качество полива могут быть улучшены ее предполивной подготовкой: проведением щелевания, культивации междурядий и других приемов, способствующих увеличению впитывающей способности почвы и продолжительности бесстокового полива.

Экономический расчет показал, что возделывание кукурузы и люцерны при разных агрономелиоративных приемах экономически эффективно. При получении урожайности зеленой массы соответственно на уровне 30,0 и 53,0 т/га рентабельность производства продукции при оптимизации регулируемых факторов составила 37,6–71,4 % (для люцерны) и 56,8–103,0 % (для кукурузы). Следовательно, планирование мероприятий по мелиорации следует осуществлять на основе комплексного подхода, который даст наибольший экономический и экологический эффект.

Список использованных источников

1 Кружилин, И. П. Научное обеспечение реализации программы развития мелиорации земель / И. П. Кружилин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 2. – С. 10–13.

2 Щедрин, В. Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на юге России [Электронный ресурс] / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 3. – С. 1–14. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=273&id=274>.

3 Мерзликина, Ю. А. Совершенствование агроприемов возделывания зерносмеси в условиях лесостепи Алтая / Ю. А. Мерзликина, Д. М. Панков, В. М. Важов // Естественные и технические науки. – 2010. – № 3. – С. 133–136.

4 Кружилин, И. П. Экологические ограничения при выращивании кукурузы на орошаемых землях Нижнего Поволжья / И. П. Кружилин, Н. В. Кузнецова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – № 2(6). – С. 131–135.

5 Кружилин, И. П. Повышение качества полива малогабаритными дождевальными машинами фронтального действия / И. П. Кружилин, О. В. Козинская // Вестник РАСХН. – 2010. – № 6. – С. 33–35.

6 Кузнецова, Н. В. Экологическое обоснование распределения облака дождя при поливе ДКШ-64 / Н. В. Кузнецова, Л. Н. Маковкина, Н. Е. Степанова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 4. – С. 30–35.

7 Влияние входного напора в дождевальный аппарат «Роса-1» на качество использования водных ресурсов при поливе ДКШ-64 «Волжанка» / Н. В. Кузнецова,

Л. Н. Маковкина, Н. Е. Степанова, В. Ю. Кузнецова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 17. – С. 179–183.

8 Кружилин, И. П. Комплексная мелиорация почв солонцовых комплексов в Нижнем Поволжье / И. П. Кружилин, Л. А. Казакова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 1. – С. 38–40.

УДК 551.571

А. К. Кулик, М. В. Власенко

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград, Российская Федерация

ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕЛЬСКОГО И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПЕСЧАНЫЕ ЗЕМЛИ ВЕРХНЕГО ДОНА¹

Целью исследований явились количественная оценка поступления воды в р. Дон и его притоки со стороны песчаных массивов, выявление оптимальных форм хозяйственного использования песков, способствующих водопитанию рек, а также определение дебитов родников, изучение водобалансовых характеристик на различных типах песчаных почв, установление состояния и особенностей роста лесных культур. Результат исследований – получение интегральной оценки стока с песков и разработка концептуальной модели лесоаграрного освоения территорий. Проработан ряд задач по сбору информации о песчаных территориях, делению песков на различные типы, получению водорегимных и водобалансовых характеристик арен по отдельным типам, в том числе по видам угодий. Проводилось также изучение грунтовых вод, и определена их роль в водопитании биогеоценозов.

Ключевые слова: эколого-гидрологическая оценка, песчаный массив, типы песков, пресные грунтовые воды, сток, водный баланс.

Степная зона Российской Федерации обеспечивается пресной водой в основном из Дона и Волги. Однако идущие с севера водные потоки в значительной степени загрязнены сточными промышленными и бытовыми водами, что увеличивает их засоление. Опреснение этих вод является важной проблемой. Поэтому вопросы формирования и динамики пресных природных вод занимают одно из первоочередных мест среди задач, связанных с исследованием и практическим использованием естественных водных ресурсов.

Материалы и методы. Методика работ предусматривает отбор оценочных критериев гидрологического режима песчаных массивов, определение доли участия каждого типа песчаных земель в этом процессе, получение синхронных показателей потребления воды лесными насаждениями и сельскохозяйственными угодьями. Для этого применялись общепринятые почвенно-гидрологические и агролесомелиоративные методики [1–6].

Объектом исследования послужили территории песчаных массивов в левобережной части р. Дон и его притоков р. Воронеж и Битюг на территории Воронежской области, а также Кумылженские пески Волгоградской области.

Результаты и обсуждение. Мониторинг лесорастительных и почвенно-гидрологических условий песчаных массивов верхнего Дона в пределах Воронежской области (общей площадью 183 тыс. га) выявил четыре доминирующих ландшафтных типа, по которым осуществлены водобалансовые расчеты:

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда и правительства Волгоградской области в рамках проекта научных исследований № 14-16-34-012.

- полого-холмистые пески с черноземовидными почвами. Эти земли занимают в основном третью высокую террасу. Пески третьей террасы надуты со стороны Дона и плащом покрывают коренные суглинистые отложения;

- полого-бугристые пески с дерново-степными почвами различной мощности. Это вторая и первая террасы;

- бугристые пески с примитивными песчаными почвами. Они возникли вследствие вторичного разбивания песчаных степей и могут встречаться на всех террасах степного Дона;

- древние водотоки и близководные понижения. Почвы луговые, торфяные. Малопродуктивные почвы встречаются только среди крупнобугристых песков. Грунтовые воды залегают в пределах полутора метров.

Водно-физические константы выделенных типов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Гидрологические константы и плотность сложения основных песчаных почв

Почва	НВ, %	МГ, %	ВЗ, %	Плотность сложения почвы, т/м ³	Запас доступной влаги при НВ в метровом слое, мм	Дефицит насыщения иссушенных летом горизонтов, мм
Черноземовидная	15	0	3	1,4	168	168
Дерново-степная	6	0,7	1,2	1,5	72	43
Примитивная	4,5	0,35	0,6	1,5	58	23
Почва древних водотоков	7	2	3	1,3	52	26

Примечание – НВ – наименьшая влагоемкость; МГ – максимальная гигроскопичность; ВЗ – влажность завядания.

Из таблицы 1 видно, что наибольшей водоудерживающей способностью обладают черноземовидные почвы. Они же иссушаются на максимальную глубину, вследствие чего требуют больших запасов воды для увлажнения в холодный период года. Однако эти же почвы обеспечивают наиболее высокие урожаи трав, зерновых культур. На них могут формироваться высокопроизводительные насаждения различного назначения.

Полого-волнистые пески с черноземовидными глубокогумусированными почвами многофазны (слоистые песчано-глинистые). В основном эти земли занимают третью террасу. Верхний гумусовый слой обычно подстилается супесчаным или суглинистым горизонтом, сильно уплотняющимся при высыхании. Глубже этого горизонта залегают рыхлый светло-желтый или белый песок. Мощность гумусового слоя составляет 1 м и больше, содержание гумуса – 1,0–1,5 %, иногда больше. Наименьшая влагоемкость в гумусовом слое составляет 15 %. Супесчаные равнины характеризуются наилучшими лесорастительными условиями: даже в самых засушливых условиях степной зоны соновые насаждения в таких местах успешно развиваются независимо от глубины залегания грунтовых вод. Общая площадь описываемых почв – 32 тыс. га. Наиболее богатые травостой (25–35 ц/га) с участием житняка, пырея ползучего, полыней, прутняка, астрагала формируются на черноземовидных почвах. Эти же почвы (с содержанием гумуса 1,0–1,5 %) используются местным населением для выращивания свеклы, репе – бахчевых и зерновых. Когда эти почвы залегают в комплексе с более бедными почвами, они используются для облесения.

Полого-волнистые пески с дерново-степными почвами различной мощности доминируют на второй террасе. Площадь – 104 тыс. га. Рельеф полого-холмистый, грядовой, почвы более легкие, чем предыдущие, без уплотненного горизонта. Мощность гумусового слоя уменьшается до 30–40 см, иногда достигает 70 см. Количество гумуса не превышает 0,8 %, а НВ – 6 %. Песчаные волнистые равнины представлены двумя

видами почв: связнопесчаными (имеющими красно-бурый подпахотный горизонт, уплотняющийся при высыхании, что приближает эти почвы к супесчаным) и рыхлопесчаными (менее мощными, более светлоокрашенными и рыхлыми). В растительном покрове преобладают типчак, тонконог изящный, лапчатка, вейник, полынь горькая, ра-kitник. Урожайности трав – 10–12 ц/га. В сельском хозяйстве используются только самые богатые разности для выращивания однолетних трав, озимой ржи, а в основном такие земли осваиваются под пастбища и леса.

Примитивные почвы наиболее молодые (100–150 лет и менее). Мощность гумусового горизонта – 10–20 см, количество гумуса – не более 0,3–0,5 %. Растительность разреженная. В ней преобладают песчаный овес, песчаная полынь, вейник наземный. Урожайность трав в пределах 5–8 ц/га. Бугристые пески с примитивными песчаными почвами возникли в результате разрушения песчаных земель первой или второй группы и встречаются повсеместно. Площадь – 17 тыс. га.

В большинстве случаев на рассматриваемой территории пески заросшие, их лесорастительные условия довольно пестрые в зависимости от комплексности почвенного покрова, глубины залегания грунтовых вод, степени их разрушения, погребения наносным песком и других факторов [7, 8].

Древние водотоки и близководные понижения. Почвы луговые, торфяные. Грунтовые воды залегают в пределах 1,5–2,0 м. Наиболее богатые травостоем (30 ц/га) с участием житняка, пырея ползучего, полыней, прутняка, астрагала. Данные почвы формировались на черноземовидных луговых гидроморфных почвах (содержание гумуса – 1,5 %). Площадь – 30 тыс. га. Описываемая территория богата лесной растительностью естественного и искусственного происхождения. Основными породами являются береза, ольха, дуб, осина, различные виды тополей и ив. В культуру введена со-сна обыкновенная.

По западной границе песков Верхнего Мамона максимальной производительности достигают ольшаники, где идет разгрузка грунтовых вод в пойму. Ольха достигает высоты 32 м, а запас древесины приближается к 500 м³/га.

На участках с застойными грунтовыми водами рост ольхи ухудшается, высота снижается до 12–15 м, а запас древесины – до 100–150 м³/га. Березняки растут в виде колков по понижениям. В большинстве своем они порослевого происхождения, низкорослые и кривоствольные. Осина и ива участвуют как примесь к березнякам. На глинистых участках встречается дуб черешчатый. Обычно это редкостойные насаждения с приземистыми стволами высотой 8–12 м. Большое количество лесных участков обусловлено близостью грунтовых вод, которые обеспечивают дополнительное водопотребление. Этим же объясняется колковое размещение лесных участков.

Естественная лесная растительность в пределах рассматриваемого региона приурочена к местам возможного дополнительного водопитания за счет грунтовых вод, поверхностного стока или участкам вдоль русел рек.

В лучших условиях на многофазных почвах древостой сосны имеет запас древесины более 350 м³/га. Все лесные массивы выполняют важную природоохранную роль, являясь резервациями животного и растительного мира в степной зоне. Важна их роль и в социальной части. Колки посещают грибники, сборщики лекарственных трав и просто отдыхающие. Наиболее производительными участками являются низины с близкими грунтовыми водами и луговыми, лугово-болотными почвами. Древостои, произрастающие в этих местоположениях, дают в год 3–4 т/га листового опада и 1–2 т/га мелких веток. Здесь же произрастают осоковые и тростниковые травостои. Суммарный прирост фитомассы на гигротопах – 8 т/га, ежегодный прирост надземной биомассы сосняков – 6 т/га.

Водный режим песчаных массивов верхнего Дона формируется в зависимости от влагоемкости почвогрунтов, плотности растительного покрова и глубины залегания грунтовых вод [9, 10]. Увлажнение песчаных почвогрунтов начинается в сентябре-

октябре, и к началу зимы примитивные и дерново-степные почвы бывают промочены на всю глубину летнего иссушения. На это уходит 30–60 мм осадков. Дальнейшее увлажнение при теплой погоде может вызвать сквозное промачивание. При морозах осадки накапливаются на поверхности в виде снега, а в почвогрунтах продолжается гравитационный сток в объеме 3–5 мм в месяц. Весной снеговая вода промачивает всю зону аэрации независимо от ее мощности, и часть воды поступает в грунтовые воды. Летом происходит иссушение и транспирация. На черноземовидных влагоемких почвах осенью промачивается 40–60 см, далее остается сухой слой, иногда до 2–3 м. Весной промачивание продолжается, однако ежегодно влаги для промачивания всего сухого слоя не хватает. Формируется периодически промывной тип водного режима. Почвы древних водотоков промачиваются ежегодно из-за близости грунтовых вод. Дефицит влаги при летнем иссушении составляет 20–30 мм, и первые осенние дожди промачивают почвогрунт до грунтовых вод. Особенностью этих песчаных земель является сильно развитая растительность, в том числе и лесная, которая активно использует грунтовые воды в пределах 50–70 мм за вегетацию, а иногда и больше.

Вследствие лесных пожаров 2010–2014 гг. в Воронежской области песчаные земли лишились древесной растительности на площади 15 тыс. га. Лесокультурное освоение гарей носит шаблонный характер. Технология повсеместно сводится к нарезке осенью борозд плугом ПКЛ-70 через 3,0–3,5 м и ручной (под меч Колесова) или машинной (СЛН-1) посадке 2-летних сеянцев сосны и лиственных пород (березы, робинии). Уход, как правило, летний. Культивация борозд КЛБ-1,7 в год посадки. Иногда применяют осеннюю посадку однолетних сеянцев сосны с закрытой корневой системой. Прослеживается тенденция к необоснованному снижению первоначальной густоты культур до 2,2 тыс./га. На участках гарей повсеместно наблюдается подъем уровня грунтовых вод. В ближайшие годы следует ожидать увеличения дебита родникового и внутрпочвенного стока с арен, однако оно не будет длительным.

Аналізу подверглись следующие основные элементы водного баланса: осадки, физическое испарение, транспирация, инфильтрация и гравитационный сток. Все элементы определялись расчетным путем на основе водного баланса зоны аэрации. Расчеты проведены для холодного (ноябрь – март) и теплого (апрель – октябрь) периодов для зональных групп песков и в разрезе почвенных разностей (таблица 2).

Таблица 2 – Водный баланс песков Воронежской области

В мм

Почва	Сумма осадков	Транспирация	Испарение	Изменение запасов влаги в почве	Сток в грунтовые воды всего
Холодный период					
Черноземовидная	235	нет	35	+168	32
Дерново-степная	235	нет	35	+43	157
Примитивная	235	нет	35	+23	177
Почва древних водотоков	235	нет	35	+26	174
Теплый период					
Черноземовидная	285	313	128	–168	12
Дерново-степная	285	154	128	–43	46
Примитивная	285	100	128	–23	80
Почва древних водотоков	285	357	128	–26	–174

Установлено, что формирование водного баланса в песках верхнего Дона происходит следующим образом. В холодный период выпадает 235 мм осадков. Из них на испарение идет 35 мм (15 %), часть влаги используется для увлажнения почвогрунта до полевой влагоемкости (НВ), излишки весной стекают в грунтовые воды.

Минимальный сток (32 мм) характерен для черноземовидных почв, а максимальный (177 мм) – для примитивных. В летний период сток в 2–3 раза меньше. На участках древних водотоков вся накапливаемая вода используется для транспирации. Участки с этими почвами не являются влагонакопителями. Выявлена особенность: максимальные транспирационные расходы фиксируются на черноземовидных почвах и почвах древних водотоков (333 и 357 мм), где пополнение грунтовых вод минимальное или отсутствует. По береговой линии и родникам сток не прекращается весь год, подземный сток непосредственно с песчаных территорий верхнего Дона составляет около 302 млн м³ пресной воды, плотный остаток солей которой не превышает 0,2 г/дм³.

Исследованиями выявлено, что песчаные земли являются мощным источником опреснения речных вод. Сбрасываемая вода пресная и ультрапресная, отличается превосходными питьевыми качествами, в чем состоит огромное природоохранное значение песчаных массивов.

Повсеместно минерализация находится в пределах до 0,2 г/дм³. Анализ проб воды показал, что ее минерализация в районе мостового перехода через р. Битюг близ хутора Боброва составляет 0,58 г/дм³, а в 40 км вверх по течению в Хреновском – 0,73 г/дм³. Вдоль песчаного массива минерализация в реке снижается до 0,15 г/дм³ (таблица 3).

Таблица 3 – Солесодержание в образцах воды, г. Воронеж, сентябрь 2014 г.

Местоположение, глубина	Плотный осадок		Электрометрия, г/дм ³	Степень минерализации	рН
	г/дм ³	%			
Скважина, Левобережное, 12 м	0,084	0,84	0,08	Слабокислая, слабо-минерализованная	6,0
Колодец, Левобережное, 7 м	0,164	1,64	0,2	Слабокислая, слабо-минерализованная	6,0
Колодец, Хреновское, 4 м	0,064	0,64	0,09	Слабокислая, слабо-минерализованная	6,0
Битюг, Бобров	0,584	5,84	0,6	Слабокислая, слабо-минерализованная	6,0
Родник, Хреновское	0,128	1,28	0,055	Нейтральная, слабо-минерализованная	7,0
Битюг, Хреновское	0,728	7,28	0,72	Нейтральная, слабо-минерализованная	7,0
Родник, В. Мамон, ольха	0,248	2,48	0,193	Нейтральная, слабо-минерализованная	7,0

Объемы сброса зависят от объема фитомассы. В целях сохранения объемов водного питания рек со стороны арен необходимо оптимизировать соотношение между лесными и сельскохозяйственными угодьями и увеличить пастбищное использование песков как фактор, лимитирующий объем фитомассы. Исследования пастбищных экосистем выявили необходимость в проведении комплекса мелиоративных мероприятий, которые должны базироваться на лесоразведении и пастбищном использовании.

Для песчаных массивов разработан комплексный метод их освоения. Сущность его заключается в выборе угодий, наиболее приемлемых для того или иного типа песчаных территорий. В степной зоне наиболее употребительны следующие угодья: пастбища, полевые угодья (кормовые и бахчевые севообороты), лесные угодья, сады и виноградники. На песчаных землях второго и третьего типа песков преобладают пастбищные угодья. Если несколько лет тому назад наблюдалось разбивание пастбищ, то в настоящее время (в связи с уменьшением скота) травостой на пастбищах уплотняется, улучшается видовой состав. Трансформация пастбищ в этом направлении в следующие 5–8 лет будет продолжаться. Проведение каких-либо серьезных мероприятий

на пастбищах (например, травосеяния) не предвидится из-за отсутствия средств и необходимости.

Полевые угодья, размещаемые на черноземовидных почвах, имеют в своем составе 6–8-польные севообороты. Четыре поля отводятся под многолетние травы, одно – под бахчевые, и два или три поля занимают озимая рожь и однолетние травы. Эта структура полевых угодий используется редко. Чаще пашут для посева озимой ржи, суданки и бахчевых. В перспективе полевые угодья с кормовыми почвозащитными севооборотами в системе лесных полос должны занять на Дону 150 тыс. га. К сожалению, эта перспектива не близка.

Выводы. Уменьшение плотности растительности на песках способствует увеличению промачивания песков и большему питанию грунтовых и речных вод. Уплотнение растительности, в т. ч. появление лесной растительности, наоборот, способствует большему иссушению почвогрунтов и уменьшению питания грунтовых вод.

Лес на песках выполняет в первую очередь защитные функции, дает древесину. Но в связи с тем, что лесные формации расходуют влагу, и особенно грунтовую воду, больше, чем травы, увеличение лесистости способствует уменьшению стока. В сложившейся ситуации необходим оптимум. В первую очередь можно рекомендовать для лесонасаждений почвы древних водотоков и площади, прилегающие к ним, с уровнем грунтовых вод 1,5–2,0 м. Это даст 8–10 % облесенности. Облесение требуется и на дерново-степных почвах (также на территориях с неглубоким залеганием грунтовых вод), но общий процент лесистости для Придонских песков не должен превышать 15–20 %.

Сады и виноградники на песках при близких грунтовых водах были распространены довольно широко. Но в последние годы эта отрасль разрушается, и в обозримой перспективе промышленное садоводство и виноградарство развиваться вряд ли будут. Возможно, только в фермерских хозяйствах для личных нужд будут выращивать эти культуры.

Список использованных источников

- 1 Алпатьев, А. М. Влагообороты в природе и их преобразования / А. М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 234 с.
- 2 Барабанов, А. Т. Агролесомелиорация в почвозащитном земледелии / А. Т. Барабанов. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1993. – 156 с.
- 3 Брылев, В. А. Родники и реки Волгоградской области / В. А. Брылев, Н. А. Самусь, Е. Н. Славгородская. – Волгоград: Альянс, 2006. – 360 с.
- 4 Воронков, Н. А. Роль лесов в охране вод / Н. А. Воронков. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 186 с.
- 5 Высоцкий, Г. Н. Избранные труды / Г. Н. Высоцкий. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 435 с.
- 6 Кулик, Н. Ф. Водный режим песков аридной зоны / Н. Ф. Кулик. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 277 с.
- 7 Пат. 2015620034 Российская Федерация. Каталог основного видового состава растений песчаных массивов р. Дон и его притоков. – Программы для ЭВМ, базы данных и топологии интегральных микросхем (реестр баз данных) / Кулик А. К., Манаенков А. С., Власенко М. В.; заявитель и патентообладатель Всерос. науч.-исслед. агролесомелиоративный ин-т. – № 2014621513/69; заявл. 13.11.14; опубл. 12.01.15.
- 8 Власенко, М. В. Лекарственные растения в природном комплексе: моногр. / М. В. Власенко, О. М. Баранова, Ю. М. Пучков. – Астрахань: Сорокин Р. В., 2011. – 292 с.
- 9 Кулик, А. К. Опреснение и водность р. Кумылга под влиянием песков / А. К. Кулик, М. В. Власенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 56. – Ч. 2. – С. 14–19.
- 10 Кулик, А. К. Влияние песчаных массивов на опреснение и повышение водности рек Донского бассейна / А. К. Кулик // Вестник РАСХН. – 2014. – № 2. – С. 39–42.

УДК 626.82

Э. И. Чембарисов, Т. Ю. Лесник, А. Б. Насрулин

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

А. Эргашев

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ И ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Приведены основные сведения о почвах Кашкадарьинской области Республики Узбекистан. Основными типами почв являются светлые, типичные и темные сероземы (содержание гумуса – 1,5–2,5 %), горно-лесные коричневые и коричнево-бурые почвы (содержание гумуса – 5–6 и 10–12 % соответственно), горно-луговые, торфяно-луговые и луговые почвы, окультуренные оазисные почвы. Отмечено благополучное мелиоративное состояние орошаемых земель по УГВ: земли с УГВ до 2 м составляют 2,4 % (12,1 тыс. га). Площадь засоленных земель и солончаков равна 62,6 тыс. га, или 12,2 % от общей площади орошаемых земель, такие земли в основном расположены в Гузарском (6,5 тыс. га) и Камашинском (5,4 тыс. га) районах. Около 24 % орошаемой площади, или 120,9 тыс. га, имеют минерализацию грунтовых вод 1–3 г/л, 280,8 тыс. га – более 3 г/л. По химическому составу воды в основном принадлежат к сульфатно-натриевому типу. Объем дренажно-сбросных вод составляет 1,6–2,0 км³, или 35 % от объема подачи воды.

Ключевые слова: серозем, горно-лесная коричневая почва, коричнево-бурая почва, луговая почва, мелиоративное состояние, коллекторно-дренажные воды, орошаемые земли.

Кашкадарьинская область охватывает значительную часть бассейна Кашкадарьи. Химический состав воды в реках бассейна Кашкадарьи формируется на западных оконечностях Зарафшанского и Гиссарского хребтов. При выходе из гор в долину река Кашкадарья принимает слева притоки, большинство из которых по водоносности превышает Кашкадарью.

Первый ее приток – маловодная речка Джиньдарья. Ниже по течению, также слева, впадает самая водоносная река бассейна – Аксу, а еще ниже – Танхаз. Вторая по водоносности река – Яккабаг – до Кашкадарьи не доходит, при выходе из гор она разделяется на два почти равноценных рукава: Карабаг и Кызылсу. Последняя впадает в р. Танхаз, и уже по ее руслу воды реки Яккабаг доходят до Кашкадарьи. Последним левым притоком Кашкадарьи, доносящим до нее воду, является река Гузардарья, образующаяся слиянием рек Каттауру и Кичикуру. Нижнее течение Гузардарьи носит название Карасу.

В Каршинской степи больше развиты светлые сероземы. На западе встречаются также серо-бурые, песчаные, солончаковые и луговые почвы. Большая часть пустыни Сундукли занята песками. В древних руслах Кашкадарьи распространены луговые и солончаковые почвы.

Светлые сероземы развиты в окрестностях равнинной части области в сравнительно возвышенных местах. На адырах и предгорных покатых равнинах встречаются типичные и темные сероземы (на высоте до 1200 м). Количество гумуса в их составе достигает 1,5–2,5 %.

В горах на высоте 1200–2500 м распространены горно-лесные коричневые и коричнево-бурые почвы. Коричневые почвы больше распространены в местах со сравнительно сухим климатом. Под деревьями, в частности под кленом, алычой, боярышником, встречаются горно-лесные коричневые почвы, содержащие 5–6 % гумуса.

Под арчовниками и в ореховых рощах образовались коричнево-бурые лесные почвы, в их составе количество гумуса достигает 10–12 %, потому что листья ореха и арчи после опадения способствуют накоплению в почве большого количества органических веществ.

В горах на высоте более 2500 м, где часто меняется климат, лето прохладное, зима холодная, влажность высокая, деревья редуют, растут высокие травы. Поэтому на этой высоте распространены бурые горно-луговые, торфяно-луговые и луговые почвы.

В местах, где развито орошаемое земледелие, образовались окультуренные оазисные почвы. На орошаемых сероземах возникли культурные сероземы, в поймах рек – культурные луговые почвы. В процессе хозяйственной деятельности в почву вносились удобрения, проводились различные агротехнические мероприятия, в результате чего образовался культурный слой почв. Там, где не соблюдались агротехнические нормы и правила, появились солончаки. Кроме того, в результате избыточного (с целью получения высоких урожаев хлопка) применения минеральных удобрений и дефолиантов (ядовитых химических веществ, употребляемых для опадения листьев) появилась химическая эрозия.

Кашкадарьинская область разделена на две зоны по природно-хозяйственным условиям и времени освоения земель. Верхняя зона включает в основном староорошаемые земли Гузарского, Камашинского, Китабского, Чиракчинского, Шахриябского и Яккабагского районов. Нижняя зона включает земли нового освоения на территории Каршинского, Касанского, Касбийского, Мубаракского, Нишанского и Миришкорского районов.

Из общей площади орошаемых земель (порядка 495,0 тыс. га) в верхней зоне расположены 190,0 тыс. га, на территории районов нижней зоны – 305,0 тыс. га. Водные ресурсы, которыми располагает область, представляют собой сумму лимитов водоподдачи из Амударьи и Зеравшана, объем стока р. Кашкадарьи и коллекторно-дренажных вод, пригодных к использованию [1–3].

Объем поверхностных вод по области составляет 6,7 км³, в том числе собственные ресурсы речного стока – 1,3 км³, или 19 % от общего количества [4, 5].

Наиболее крупными магистральными каналами являются Каршинский магистральный канал (КМК), его ветка Миришкор, канал Эскиангар, воды из Чимкурганского и Пачкамарского водохранилищ. Общая протяженность межхозяйственной оросительной сети составляет 1650 км, внутрихозяйственной – 20,1 тыс. км.

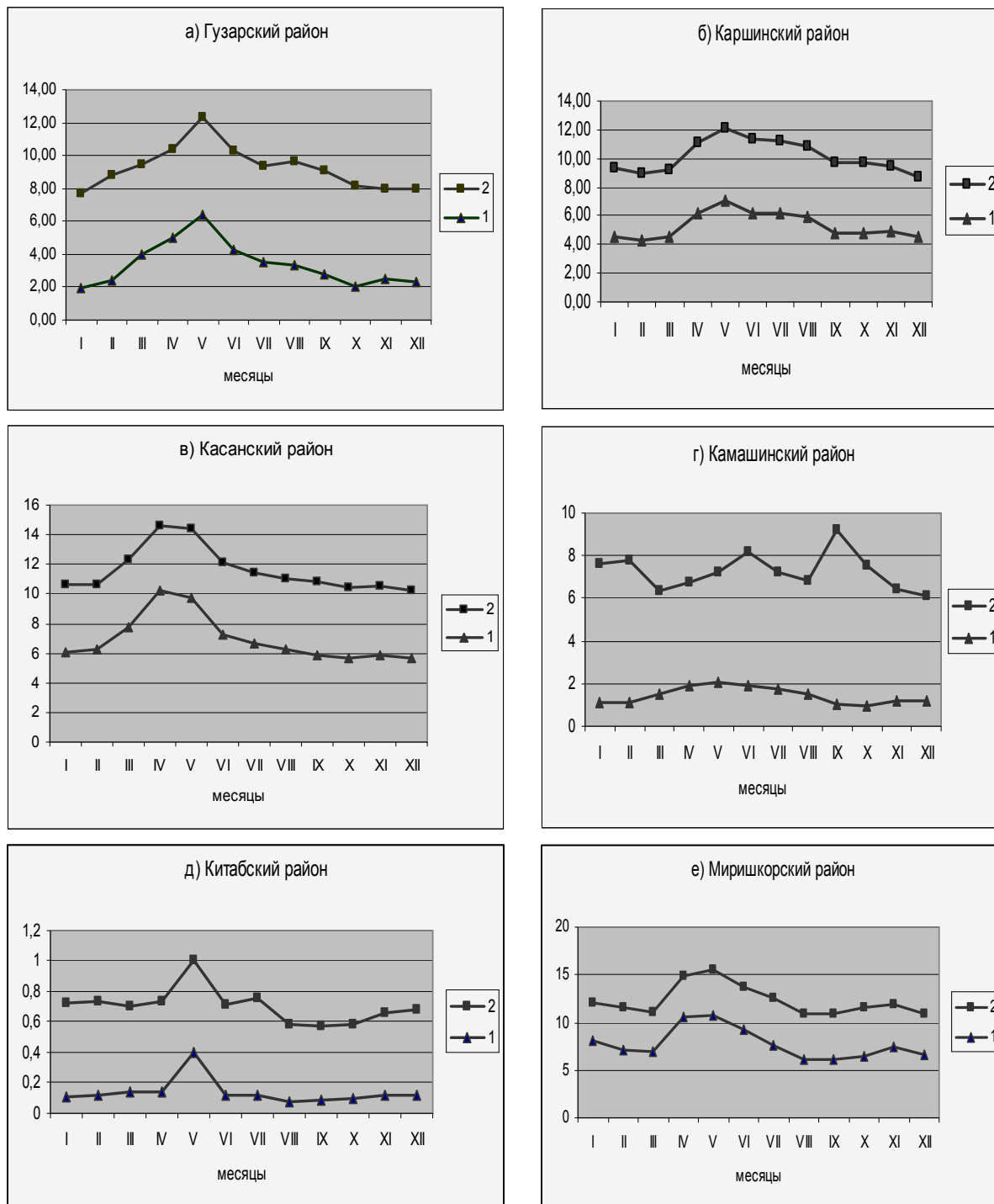
Мелиоративное состояние земель по такому показателю, как уровень грунтовых вод (УГВ), в целом по области благополучное. Площадь земель с УГВ до 2 м составляет 12,1 тыс. га, или 2,4 % от общей орошаемой площади в настоящее время.

Площадь засоленных земель и солончаков составляет 62,6 тыс. га, или 12,2 % от общей площади орошаемых земель. В нижней зоне имеется 48 тыс. га таких земель, в основном в Касанском, Мубарекском и Нишанском районах. В верхней зоне засоленные земли занимают 13,9 тыс. га, или 7 %. Основные площади этих земель расположены в Гузарском (6,5 тыс. га) и Камашинском (5,4 тыс. га) районах.

Минерализация грунтовых вод по области нестабильна. Порядка 24 % орошаемой площади, или 120,9 тыс. га, имеют минерализацию грунтовых вод 1–3 г/л, 280,8 тыс. га – более 3 г/л. Максимум (12 г/л) минерализация достигает в районах нижней зоны. По химическому составу воды в основном принадлежат к сульфатно-натриевому типу. Объем дренажно-сбросных вод равен 1,6–2,0 км³, что составляет 35 % от подачи воды на границе районов. В среднем за последние 15 лет годовой сток находится на уровне 1,7 км³, в многоводные годы он достигает 2 км³.

В верхней зоне величина дренажно-сбросного стока колеблется в пределах 220–300 млн м³, что составляет 20 % от водоподдачи. Основная часть возвратного стока формируется на территории новой зоны орошения, где процент возврата от водоподдачи увеличивается до 45 %, а объем стока составляет 1400–1800 млн м³.

Расчеты показали, что в Гузарском районе среднемноголетняя величина расхода дренажно-сбросных вод равна $3,37 \text{ м}^3/\text{с}$, а среднемноголетняя величина минерализации составляет $5,9 \text{ г/л}$; в Каршинском районе – соответственно $5,32 \text{ м}^3/\text{с}$ и $4,84 \text{ г/л}$; в Касанском районе – $6,94 \text{ м}^3/\text{с}$ и $4,6 \text{ г/л}$; в Камашинском районе – $1,43 \text{ м}^3/\text{с}$ и $5,84 \text{ г/л}$; в Китабском районе – $0,14 \text{ м}^3/\text{с}$ и $0,57 \text{ г/л}$; в Миришкорском районе – $7,74 \text{ м}^3/\text{с}$ и $4,55 \text{ г/л}$; в Мубаракском районе – $7,43 \text{ м}^3/\text{с}$ и $4,69 \text{ г/л}$; в Нишанском районе – $7,77 \text{ м}^3/\text{с}$ и $5,22 \text{ г/л}$; в Касбийском районе – $7,35 \text{ м}^3/\text{с}$ и $3,86 \text{ г/л}$; в Чиракчинском районе – $1,67 \text{ м}^3/\text{с}$ и $1,75 \text{ г/л}$; в Шахриябском районе – $0,12 \text{ м}^3/\text{с}$ и $0,60 \text{ г/л}$; в Якабагском районе – $1,64 \text{ м}^3/\text{с}$ и $2,95 \text{ г/л}$ (рисунок 1).



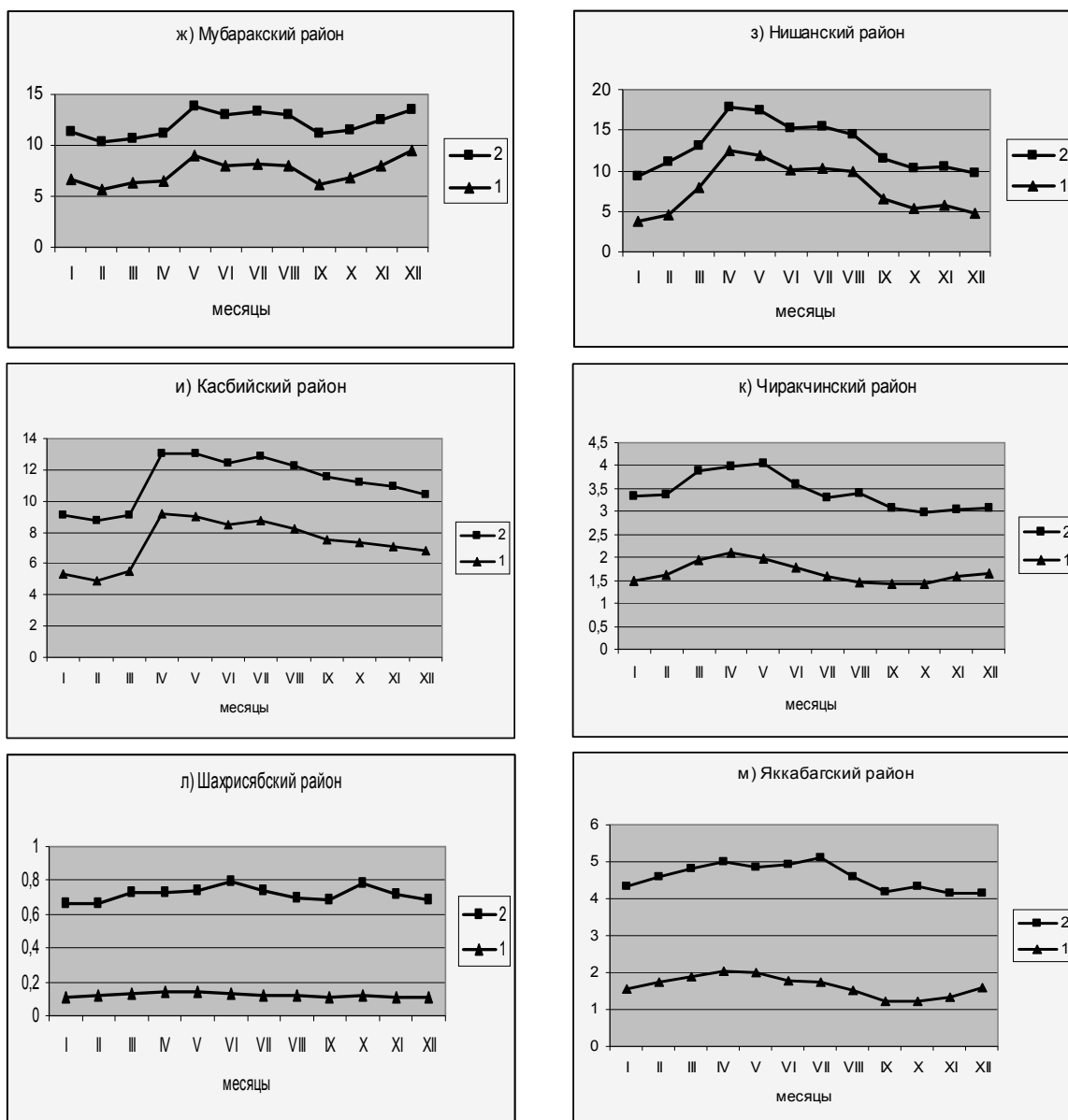


Рисунок 1 – Среднемноголетнее (за 2009–2013 гг.) внутригодовое распределение расходов (1) и минерализации (2) дренажно-сбросных вод в административных районах Кашкадарьинской области

Основная доля стока (57–59 %) наблюдается в вегетационный период. Максимальные объемы приходятся на апрель – май. В общем объеме стока коллекторов значительную долю, особенно в апреле – мае, составляют паводковые воды и поверхностные воды с орошаемых полей, что значительно увеличивает нагрузку на коллекторно-дренажно-сбросную сеть, ведет в свою очередь к снижению качества работы дренажных систем и является причиной ухудшения мелиоративного состояния земель.

Минерализация коллекторных вод за последние 10 лет в целом по области относительно стабильна и составляет 5,6–6,1 г/л, в том числе по верхней зоне – 4,3–6,0 г/л и по нижней зоне – до 5,8 г/л.

Межхозяйственная коллекторная сеть области представлена открытыми земляными каналами общей протяженностью 2468 км, из них 1400 км находится на территории новой зоны орошения.

Общая протяженность открытого горизонтального дренажа в настоящее время

составляет 4360 км, закрытый горизонтальный дренаж имеет место во всех административных районах области, 70 % его находится в новой зоне орошения. Вертикальный дренаж обслуживает площадь в 45 тыс. га (512 скважин).

Река Кашкадарья является главным трактом системы отвода коллекторных вод для верхней зоны, а также для Касанского и Мубарекского районов нижней зоны. В настоящее время река принимает до 300 млн м³, или 20–30 % от общего стока коллекторных вод области. Значительная часть этого стока поступает на территорию Бухарской области и заполняет комплекс водоприемников Деуханы, а в многоводные годы – понижение Ходичу. Другая часть коллекторного стока, поступающего по Кашкадарье, отводится к югу от реки коллекторами Сичанкуль и СВ-1 в Южный коллектор, являющийся основным трактом для отвода коллекторных вод с Каршинской степи.

Сичанкульский коллектор в настоящее время находится на стадии строительства для отвода коллекторных вод с Касанского и Мубарекского районов от русла Кашкадарьи путем создания единого тракта «Северный коллектор – Ачанкуль – Южный коллектор». Это мероприятие позволит снизить минерализацию воды в р. Кашкадарье, забираемой для орошения, а также будет способствовать опреснению водоемов Деухана.

Южный коллектор проходит по южной части орошаемой зоны Каршинской степи и после впадения в него коллектора Сичанкуль пересекает границу с Республикой Туркменистан. Его сток в объеме до 1800 млн м³ и с расходом 100 м³/с поступает в озеро Султандаг и через него в Амударью. Озеро Султандаг может использоваться в качестве регулятора для накопления стока и его сброски в реку в период паводков, когда минерализация воды в реке низкая.

По просьбе Республики Туркменистан о снижении сбросов в озеро Султандаг на Южном коллекторе были построены перегораживающее сооружение и специальный отводящий канал с пропускной способностью 100 м³/с, отводящий воду в Сичанкульское понижение, расположенное на территории Кашкадарьинской области.

В системе отвода коллекторно-дренажных вод Кашкадарьинской области имеется Атчинское понижение, являющееся сравнительно небольшим приемником вод. Имеющийся выпуск из Атчинского понижения в Южный коллектор в настоящее время перекрыт.

В дальнейшем авторами планируется провести исследования гидрологического и гидрохимического режимов отдельных магистральных коллекторов.

Список использованных источников

- 1 Горизонтальный дренаж орошаемых земель / В. А. Духовный, М. Б. Баклушин, Е. Д. Томин, Ф. В. Серебренников. – М.: Колос, 1979. – 250 с.
- 2 Чембарисов, Э. И. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере Аральского моря) / Э. И. Чембарисов. – Ташкент: Фан, 1988. – 104 с.
- 3 Чембарисов, Э. И. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии / Э. И. Чембарисов, Б. А. Бахритдинов. – Ташкент: Укитувчи, 1989. – 232 с.
- 4 Чембарисов, Э. И. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан / Э. И. Чембарисов, Р. Т. Хожамуратова. – Нукус: Билим, 2008. – 56 с.
- 5 Якубов, М. А. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение / М. А. Якубов, Х. Э. Якубов, Ш. Х. Якубов. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2011. – 188 с.

УДК 631.432

Л. В. ШуляковБелорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки,
Республика Беларусь**КОМПЛЕКСНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО И ПИТАТЕЛЬНОГО
РЕЖИМОВ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ**

Приведены требования растений картофеля к факторам внешней среды, современные подходы к управлению произрастанием этой культуры. Важным показателем состояния водного режима растений является интенсивность транспирации. Получены математические модели, позволяющие по текущим значениям интенсивности осадков, испарения, транспирации влаги, концентрации вносимого раствора при увлажнении и выпадении осадков оценить изменение содержания влаги и питательных веществ в почве за заданный период времени и использовать эту информацию для оперативного управления водно-питательным режимом почвы. Результаты анализа показывают, что регулирование водного режима почвы посредством орошения дождеванием обеспечит эффект только в том случае, если все операции интенсивной технологии возделывания картофеля от посева до хранения будут выполнены своевременно в оптимальные сроки в соответствии с агротехническими требованиями.

Ключевые слова: картофель, оперативное регулирование, водный режим, питательный режим, математические модели.

Комплексное научно обоснованное сочетание и использование таких факторов, как интенсивные технологии, высокопродуктивные севообороты, могут увеличить урожайность до потенциально возможных величин при удовлетворении требований окружающей среды. Анализ колебаний урожайности по годам показывает, что они связаны с дефицитом тепла, а в теплые засушливые годы – с дефицитом влаги. Следовательно, для получения высоких гарантированных урожаев при выращивании сельскохозяйственных культур регулирование водного и питательного режимов становится необходимым технологическим приемом, и особенно важно их оптимальное сочетание как факторов жизни растений [1].

Программированное возделывание посевов по интенсивным технологиям представляет собой сложную многоплановую задачу, поскольку оно предполагает учет многофакторной, непрерывно меняющейся ситуации сельскохозяйственного производства, включающей непредсказуемый характер погодных условий, сложные и во многом неопределенные реакции растений на воздействие комплекса факторов внешней среды, а также экономические аспекты производства. В качестве отличительных особенностей современного подхода к управлению произрастанием сельскохозяйственных культур можно отметить переход к количественной оценке влияния различных факторов на урожайность культур, комплексный учет агроэкологических и технологических условий производства, индивидуальный подход к каждому полю, оперативный контроль за ходом производства.

Растение картофеля в различные периоды жизни потребляет разное количество влаги. До появления всходов потребность растений во влаге сравнительно невелика, по мере роста и развития ботвы она возрастает, а наивысшая потребность отмечается в период бутонизации – массового цветения. Недостаток влаги в почве в этот период приводит к наиболее сильному снижению урожая клубней.

Уровень водообеспеченности растений оказывает влияние на их водный режим в зависимости от погодных условий. Чем выше температура и ниже влажность воздуха, тем труднее растению в условиях низкой влажности почвы поддерживать параметры водного режима листьев на необходимом уровне. В то же время совершенно очевидно,

что растения способны поддерживать свой нормальный водный режим в довольно широком диапазоне влажности почвы.

Важным показателем состояния водного режима растений является интенсивность транспирации. На этот процесс влияют как экзогенные (влажность почвы, температура и влажность воздуха, солнечная радиация, сила ветра и т. д.), так и эндогенные (физико-химическое состояние коллоидно-плазменной системы, физиолого-биохимические регуляторные механизмы) факторы. Значение транспирации очень велико.

С транспирационным током воды происходит передвижение питательных веществ из почвы через корни в надземные органы, регулируется температура растения. Основная часть транспирации осуществляется через устьичный аппарат, через него же в обратном направлении осуществляется диффузия углекислоты из воздуха к хлоропластам [2–4]. Совершенно определенно установлено, что интенсивность транспирации зависит от условий водообеспеченности.

Рассмотрим возможность оперативного регулирования водного и питательного режимов почвы с целью повышения эффективности работы мелиоративных систем. Для решения данной задачи наиболее обоснованным будет применение уравнений баланса, положенных в основу теории энерго- и массообмена, отражающих законы сохранения вещества и энергии в природе. Они позволяют описать на микроуровнях закономерности обмена влаги и питательных веществ в корнеобитаемой среде в зависимости от характеристик влагопроводности почвогрунта и интенсивности испарения.

Изменение влагозапасов в пределах рассматриваемого массива за расчетный период в объеме активной зоны аэрации почвогрунтовой толщи можно описать уравнением:

$$\Delta W = ((P+m)(1-\alpha) - E - E_T) \Delta \tau, \quad (1)$$

где ΔW – изменение запасов влаги за расчетный период времени:

$$\Delta W = W_K - W_H,$$

где W_K , W_H – запасы влаги на начало и конец периода;

$(P+m)$ – водоотдача за счет осадков и увлажнения;

α – коэффициент потерь (стоков и сбросов);

E – суммарное испарение (эвапотранспирация);

E_T – транспирация влаги корневой системой;

$\Delta \tau$ – расчетный период.

Аналогично описываем изменение запасов питательных веществ:

$$\Delta S = ((S_p + S_m)(1-\beta) - S_T) \cdot \Delta \tau, \quad (2)$$

где ΔS – изменение запасов питательных веществ за расчетный период:

$$\Delta S = S_K - S_H,$$

где S_K , S_H – запасы питательных веществ на начало и конец периода, находящихся в почвенном растворе и почвенно-поглодательном комплексе активной зоны аэрации;

$(S_p + S_m)$ – поступление питательных веществ за счет осадков и увлажнения;

β – коэффициент потерь питательных веществ;

S_T – количество питательных веществ, сорбируемых корневой системой растений.

В свою очередь $S_p = PC_p$; $S_m = mC_m$, где C_p , C_m – концентрации инфильтрационного потока осадков и вносимого в почву раствора.

Приведенные зависимости справедливы для верхнего слоя почвы зоны аэрации при условии глубокого залегания грунтовых вод, которые, таким образом, не участвуют в подпитывании и увлажнении корневой системы растений.

Приняв во внимание, что $W = v(\tau)V$, имеем:

$$W_H = v(\tau)V,$$

$$W_K = v(\tau + \Delta \tau)V,$$

где v – средняя объемная влажность, в долях объема;

V – объем активной зоны аэрации.

При $\Delta\tau \rightarrow 0$ в балансовом уравнении (1) получим обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$V \cdot \frac{dv}{d\tau} = (P+m)(1-\alpha) - E(1-\lambda)V - E_T \lambda V, \quad (3)$$

где λ – коэффициент, учитывающий распределение корней.

Решение уравнения (3) имеет вид:

$$v - v_0 = \int_0^{\tau} (((P(\tau) + m(\tau))(1-\alpha)/V - E(\tau)(1-\lambda) - E_T(\tau)\lambda) d\tau,$$

где v_0 – средняя влажность активной зоны аэрации на начальный момент времени.

В случае применения минеральных удобрений их среднее содержание в активной зоне аэрации определяется уравнением:

$$S = (vC + (vC - \alpha_1))V,$$

где C – концентрация почвенного раствора;

v – средняя объемная влажность;

α_1 – постоянная изотермы Генри.

При $\Delta\tau \rightarrow 0$ в балансовом уравнении (2) получим уравнение:

$$(1 + 1/\alpha_1) V d(vC) / d\tau = (P(\tau)C_p(\tau) + m(\tau)C_m(\tau))(1-\beta) - S_T(\tau)\lambda V. \quad (4)$$

Решение уравнения (4) имеет вид:

$$vC - v_0 C_0 = 1/(1 + 1/\alpha_1) \int_0^{\tau} (((P(\tau)C_p(\tau) + m(\tau)C_m(\tau))(1-\beta))/V - S_T(\tau)\lambda) d\tau,$$

где $v_0 C_0$ – начальное содержание удобрений в единице объема почвогрунта.

Практическое применение описанной методики оперативного регулирования водного и питательного режимов почвы приведено в работе Л. В. Шулякова [5]. Имея данные наблюдений по текущим значениям интенсивности осадков, испарения, транспирации влаги, концентрации вносимого раствора при увлажнении и выпадении осадков, по полученным математическим моделям можно оценить изменение содержания влаги и питательных веществ в почве за заданный период времени и использовать эту информацию для оперативного управления водно-питательным режимом почвы.

Фактором, ограничивающим время проведения регулирования водного и питательного режимов почвы, является различная реакция агрофитоценоза на это регулирование по фенофазам. В основном сельскохозяйственные культуры наиболее требовательны к оптимизации водного и питательного режимов в фазу образования и развития репродуктивных органов, которая обычно совпадает с напряженными метеорологическими условиями (жаркими и сухими периодами). В процессе органогенеза наблюдается определенная последовательность в прохождении этапов формирования каждого органа растения.

Появление новых органов, изменение внешних морфологических признаков, регистрируемое как фаза развития растений, совпадают с определенными этапами органогенеза и позволяют судить о том, в каком возрастном периоде и на какой стадии развития находится растение. Знание закономерностей развития растения как индивидуума позволяет установить время начала и завершения роста каждого органа. При одинаковой агротехнике и одинаковых агрометеорологических условиях различные сорта картофеля дают всходы в одно и то же время.

Критическая для развития ботвы и клубней картофеля температура – минус 7 °С. Необходимая сумма активных температур (выше 7 °С) за период от посадки до всходов

составляет 300–400 °С. При этом при обеспечении высокого уровня агротехники она равна 320 °С, а при среднем – 400 °С [6]. Прохождение фазы всходы – цветение в среднем обеспечивается суммой температур 650 °С. При этом на данный период не оказывает влияние уровень агротехники. В свою очередь фаза цветение – увядание ботвы соответствует сумме температур для ранних сортов 250 °С, а для среднеспелых – 300 °С.

Полагается, что оптимальным условиям жизнеобеспечения растений картофеля может быть поставлена в соответствие некоторая траектория накопления продуктивности, которая определяется биологическим временем, выраженным суммой эффективных температур. Это означает, что в оптимальных условиях суммарная накопленная продуктивность растений описывается как функция биологического времени и достигает к концу вегетационного периода уровня 100 % от потенциальной возможности сорта. Следовательно, для любого фиксированного приращения эффективных температур существует фиксированный прирост продуктивности, и конечная относительная продуктивность оптимальных условий выражается так:

$$\frac{Y_i}{Y_{\max}} = 9,6 \cdot 10^{-9} \sum T^{3,0219} \cdot e^{-2,47 \cdot 10^{-3}},$$

где Y_i – текущее значение продуктивности;

Y_{\max} – максимальное значение продуктивности;

$\sum T$ – сумма температур, накопившихся за период от начала вегетации до прекращения роста и созревания растения.

Биологический смысл этой модели соответствует ростовой функции, определяемой с позиции целого растения (например, накопление биомассы). В этой модели конечная продуктивность просто соответствует потенциальной продуктивности, величина которой зависит от таких факторов, как обеспеченность посевов ФАР, элементами питания и т. д. В области оптимального диапазона влагозапасов зависимость отклонения их текущих значений от оптимальных хорошо описывается квадратичной функцией:

$$Y = a_i (w_{opti} - w_i)^2 + b_i,$$

где a_i и b_i – коэффициенты, зависящие от культуры;

w_{i+1} , w_{opt} – текущее и оптимальное значения влагозапасов.

Таким образом, при отклонении влагозапасов поля от оптимальных w_{opti} потеря продуктивности на любом шаге может оцениваться по зависимости:

$$\Delta Y = a_i (w_{i+1} - w_{opt})^2.$$

Тогда, исходя из теории оптимального управления формированием продуктивности растений на орошаемых полях, можно рассматривать оптимизацию последовательного процесса с заданным числом шагов и квадратичной функцией потерь на каждом шаге. При суточном шаге управления общее число шагов до конца вегетации культуры находится из уравнения:

$$n_i = (\sum T_k - \sum T_i) / \Delta T,$$

где n_i – число шагов, оставшееся до конца вегетации;

$\sum T_k - \sum T_i$ – конечная и фактически накопленная эффективная сумма температур к i -му шагу;

ΔT – температурный коэффициент, отражающий среднесуточный прирост эффективной температуры.

Общий технологический процесс производства сельскохозяйственной продукции требует всестороннего анализа и оценки эффективности принятой стратегии управления факторами жизнеобеспечения растений. Результаты этого анализа показывают, что

регулирование водного режима почвы как лимитирующего фактора произрастания растений посредством орошения дождеванием потребуются только в том случае, если все без исключения операции интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур от посева до хранения будут выполнены своевременно в оптимальные сроки в соответствии с агротехническими требованиями.

Список использованных источников

- 1 Комплексное регулирование условий жизни растений на торфяных почвах / Г. И. Афанасик, Н. С. Шабан, В. Н. Пятницкий [и др.]. – Минск: Урожай, 1988. – 136 с.
- 2 Лайск, А. Х. Кинетика фотосинтеза и фотодыхания С3-растений / А. Х. Лайск. – М.: Наука, 1977. – 196 с.
- 3 Рубин, Б. А. Курс физиологии растений / Б. А. Рубин. – М.: Высшая школа, 1976. – 576 с.
- 4 Якушина, Н. И. Физиология растений / Н. И. Якушина. – М.: Просвещение, 1980. – 303 с.
- 5 Шуляков, Л. В. Оперативное регулирование водного и питательного режимов почвы / Л. В. Шуляков // Модернизация мелиоративных систем и пути повышения эффективности использования осушенных земель: материалы конф. – Минск, 1998. – С. 193–197.
- 6 Полевой, А. Н. Агрометеорологические условия и продуктивность картофеля в Нечерноземье / А. Н. Полевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 120 с.

УДК 631.471:633.2.038

М. В. Власенко, С. Ю. Турко

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград, Российская Федерация

МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭДАФИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ИСКУССТВЕННЫХ КОРМОВЫХ ЦЕНОЗАХ

Целью исследований явилась разработка научно-практических методов восстановления и продления продуктивного долголетия аридных пастбищ в условиях сухой степи и полупустыни на основе создания методики моделирования экспериментальных объектов, отражающих влияние эдафического фактора на продуктивность и качество кормовых фитоценозов. Проработан ряд задач по сбору информации о перспективных кормовых травосмесях и их агротехнике с учетом норм высева. Для установления закономерности сукцессий растительного покрова и влияния эдафического фактора на биоценотические процессы, продуктивность и качество искусственных кормовых ценозов предложен алгоритм анализа биометрических характеристик ценозов и качественных почвенных характеристик на экспериментальных объектах.

Ключевые слова: методика, пастбищная модель, эдафический фактор, фитоценоз, биометрические показатели, урожайность.

Разнообразные пастбищные ассоциации из-за условий обитания, в том числе и почвенных, и в связи с избирательностью по отношению к ним растений предпочитают определенные ландшафтно-географические зоны. В разных зонах создаются неодинаковые эдафические условия, зависящие от рельефа, уровня грунтовых вод и других факторов, что в итоге отражается на типе доминантной и субдоминантной растительности. Поэтому типы почв являются мощным фактором распределения растений.

Изучение эдафических факторов (реакции, солевого режима почвы, водного, воздушного и теплового режимов, плотности и мощности почвы, ее гранулометрического

состава) и определение их роли в формировании пастбищных фитоценозов являются актуальной темой, так как от них во многом зависит характер развития и распределения растений. Степень и характер влияния каждого из этих факторов различны, большинство очень динамичны. Поэтому важно учитывать их режим и изменение в течение одного или нескольких жизненных циклов растений.

Материалы и методы. Методика работ предусматривает разработку метода восстановления и продления продуктивного долголетия аридных пастбищ на основе создания моделей пастбищ разных сезонов использования, отражающих влияние эдафического фактора на продуктивность и качество кормовых фитоценозов. Для этого применялись общепринятые почвенные и фитомелиоративные методики [1–3].

Объекты исследований – выявленные для аридных пастбищных угодий наиболее продуктивные фитомелиоранты: многолетние травы Ставропольской селекции, а также перспективные кормовые виды семейств бобовые, маревые и астровые [4].

Результаты и обсуждение. Для прогнозирования наиболее продуктивных кормовых сообществ в разные пастбищные сезоны и создания фоновой картины аридных пастбищных экосистем, во многом зависящей от почвенного плодородия, необходимо создать методическую основу моделирования на полупустынных и пустынно-степных почвенных субстратах моделей весенне-летнего, летнего и летне-осеннего пастбищ.

Полупустынные и пустынно-степные области считаются ареалом распространения светло-каштановых почв. Эти почвы слабощелочные в верхних горизонтах, щелочные – в нижних. В их профиле выделяются горизонты: гумусовый (до 18 см); переходный (10–20 см); карбонатный (45–85 см); материнский. В верхних слоях содержится до 2,5 % гумуса.

В степной зоне формируются также черноземовидные почвы (обыкновенные, типичные, выщелоченные, оподзоленные и южные), которые могут иметь неодинаковый уровень засоленности (обычные, солонцеватые, карбонатные и др.). В их профиле выделяются горизонты: гумусово-аккумулятивный; гумусовый переходный; гумусовый затечный; карбонатный иллювиальный; материнский почвообразующий. Содержание гумусовых компонентов в профиле до 9 %, толщина гумусового слоя – 40–120 см.

Еще один тип почв – песчаные почвы. Они менее плодородны, состоят из песка, у них мало илистых частиц и пыли. Они хорошо пропускают воду, вымывая в нижние слои питательные вещества; легко поддаются обработке; быстро прогреваются и быстро охлаждаются, создавая резкие температурные колебания; у них хороший воздушный режим, но они бедны органическими веществами; имеют хорошую водопроницаемость, но слабую влагоемкость.

При создании культурных аридных пастбищ большое значение имеет подбор нужной травосмеси. Оптимально высевать две-три травосмеси с разными темпами отрастания. Включение в смеси трав с близкими темпами развития позволяет проводить выпас по мере достижения каждой из них пастбищной спелости. На пастбище целесообразно иметь злаково-бобовый травостой, так как бобовые травы повышают его поедаемость. Травосмеси для пастбищ могут состоять из злаково-бобовой смеси растений среднего долголетия, небольшого процента малолетников и корневищных злаков. В травосмеси для долголетних пастбищ кроме малолетников и трав среднего долголетия включают низовые злаки и бобовые, исходя из сезонной динамики их кормовой ценности (таблица 1) [5].

Для закладки моделей долголетних аридных пастбищ разных сезонов использования путем посева поликомпонентных смесей кормовых трав рекомендуются следующие виды: травы ставропольской селекции (пырей удлиненный, пырей солончаковый, кострец безостый Вегур, житняк гребенчатый, костер безостый Ставропольский-35), испытанные с помощью лизиметрического комплекса ВНИАЛМИ, кохия простертая, полынь белая, черная и песчаная, люцерна желтая, степная и серповидная и др. [6].

Таблица 1 – Сезонная динамика кормовой ценности растений аридных пастбищ

Вид	Средняя обменная энергия, МДж/кг	Энергия 1 кг сухой поедаемой массы, МДж/кг			
		весна	лето	осень	зима
<i>Однолетние злаки</i>	7,7	10,5	9,2	7,1	4,2
<i>Многолетние злаки:</i> пырей солончаковый, житняк гребневидный, кострец безостый, овсяница бороздчатая (типчак), мятлик луковичный, волоснец сибирский	10,0	11,4	9,8	10,7	8,2
<i>Полыни:</i> полынь черная, полынь белая, кохия простертая	7,6	10,2	8,7	5,4	5,9
<i>Разнотравье:</i> эспарцет песчаный, бородавник обыкновенный, бурачок пустынный, горец птичий	8,2	10,5	7,3	7,2	7,9
<i>Бобовые:</i> люцерна желтая, люцерна степная, люцерна серповидная	8,6	10,6	8,9	7,0	7,9

Подготовку почвы необходимо проводить по типу зяблевой вспашки на глубину 25–27 см с предпосевной культивацией и прикатыванием. Посев ранней весной. Глубина заделки семян – 0,5–2,0 см. Способ посева сплошной. Норма высева для трав ставропольской селекции – из расчета 10 кг/га, для кохии простертой – 8 кг/га, полыни белой – 8 кг/га, полыни черной – 6 кг/га, полыни песчаной – 6 кг/га, люцерны – 8–12 кг/га. Соотношение видов – 1 : 1 : 1 (рисунок 1).

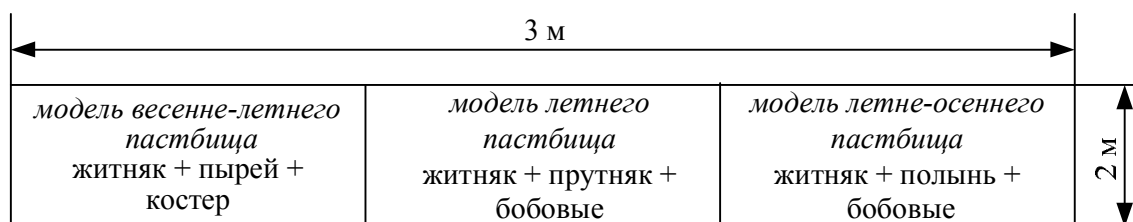


Рисунок 1 – Размещение травосмесей на опытных участках

Повторность опыта 3-кратная. Посевы необходимо проводить на различных почвенных субстратах, в течение вегетации изучать рост и состояние растений, определять продолжительность вегетационного периода, время цветения, плодоношения, урожайность.

Фенологические наблюдения проводятся систематически, визуально. Фиксируются основные фазы развития растений: полные всходы, 3-й лист, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, молочная, молочно-восковая и полная спелость. За начало фазы принимается дата вступления в нее 10 % растений, за полную – 75 % растений [7].

Биометрические характеристики фитоценозов в пастбищных моделях разных сезонов заносятся в форму 1.

Форма 1. Биометрические характеристики пастбищных ценозов

Пастбище	Вид	Высота, см	Фитомасса		Генеративный показатель		
			г/м ²	1 растения, г	количество побегов, шт./м ²	длина колоса (плода), см	продуктивность, ц/га

Начиная с двухлетнего возраста в посевах необходимо проводить анализ ярусного распределения фитомассы (форма 2). Виды приводятся в соответствии с составом фитомассы.

Форма 2. Ярусное распределение фитомассы растений в зависимости от видового состава фитоценоза

Категория пастбища	Вид	Процент соотношения видов	Фитомасса по ярусам, г/растение					
			0–15	15–30	30–45	45–60	60–75	75–90

Урожайность фитоценоза определяется укосным методом. Отбор растительных образцов проводится в 3-кратной повторности с учетной площадки 1 м². Растительность срезают вплотную к почве. В сыром состоянии проводят разборку образца по видовой принадлежности. Образец высушивают до воздушно-сухого состояния, затем каждый вид разрезается на отрезки 15 см, начиная с прикорневой части, и взвешивается.

Распределение фитомассы пастбищ различных сезонов заносится в форму 3.

Форма 3. Распределение фитомассы в пастбищных моделях различного сезона использования

Категория пастбища	Высота среза образца, см	Воздушно-сухая масса, г/м ²		
		общая	поедаемая	непоедаемая ¹⁾

¹⁾ К непоедаемой биомассе относят одревесневшие веточки диаметром более 5 мм.

По результатам анализа строится график распределения биомассы по ярусам и определяется возможность целенаправленного уплотнения объема (рисунок 2).

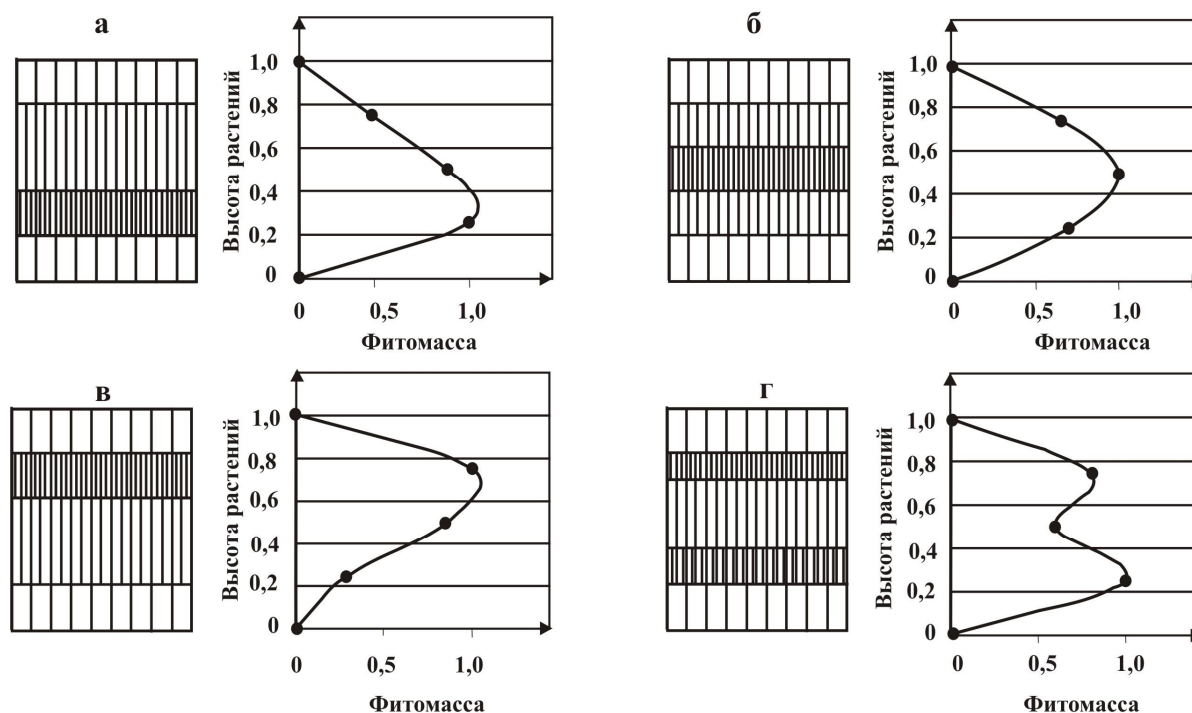


Рисунок 2 – Типы распределения фитомассы в аэротопе пастбищных фитоценозов: а – приземный; б – центральный; в – верховой; г – бициковый

Семенная продуктивность изучается со второго года создания пастбищных моделей разных сезонов использования, результаты заносятся в форму 4 и анализируются.

Форма 4. Качественные характеристики семян кормовых трав

Вид	Количество зерен в колосе, шт.	Масса семян	
		в колосе, г	с одного растения, г

Результаты обобщаются и заносятся в агротехпаспорт (форма 5).

Для сравнительного анализа особенностей и закономерностей сукцессий растительного покрова в пастбищных моделях разных сезонов использования необходимо

провести почвенные анализы [8, 9]. Анализ на влажность проводится по фазам развития пастбищной растительности на глубину до 2 м от поверхности почвы фракциями по 20 см (форма 6).

Форма 5. Агротехнический паспорт

Показатель	Пастбищная модель		
	весенне-летнее пастбище	летнее пастбище	летне-осеннее пастбище
<i>Тип почвы</i>			
Высота растений (по видам), см			
Продолжительность вегетации (по видам), дни			
Сухая надземная фитомасса (общая), г/куст г/м ²			
Урожай семян (по видам), г/куст г/м ²			
Масса 1000 семян, г (по видам)			
Содержание к. е. в 1 кг корма (по видам)			
Сырой протеин, % (по видам)			
Клетчатка, % (по видам)			

Форма 6. Влажность почвы в моделях пастбищных фитоценозов различного сезона использования

Горизонт, см	Процент влаги в почве		
	весенне-летнее пастбище	летнее пастбище	летне-осеннее пастбище
<i>Тип почвы</i>			
0			
0–20			
20–40			
...			
180–200			
Среднее			

Для выявления гранулометрического и химического состава почвенные образцы сдаются в лабораторию, данные заносятся в формы 7 и 8.

Форма 7. Водно-физические свойства почвы в моделях пастбищных фитоценозов различного сезона использования

Категория пастбища	Глубина, см	Плотность, т/м ³	Максимальная гигроскопичность	Влажность завядания растений	Наименьшая влагоемкость	Водопроницаемость, мм/ч, при 10 °С
<i>Тип почвы</i>						
	0					
	0–20					
	20–40					
	...					
	180–200					
	Среднее					

Форма 8. Минерализация почвенного раствора в моделях пастбищных фитоценозов различного сезона использования

Номер образца	Категория пастбища	Минерализация, г/л	pH раствора	Реакция среды
1	Весенне-летнего использования	Тип почвы		
		Тип почвы		
		Тип почвы		
2	Летнего использования	Тип почвы		
		Тип почвы		
		Тип почвы		
3	Летне-осеннего использования	Тип почвы		
		Тип почвы		
		Тип почвы		

Экспериментальные данные обрабатываются методами дисперсионного и корреляционного анализа [10]. Обосновываются выводы.

Выводы. Методическая основа исследования влияния эдафического фактора на биоценотические процессы, продуктивность и качество искусственных кормовых ценозов позволяет отследить зависимость продуктивности кормовой растительности от физико-химических свойств почв, выявить доминантные виды в определенный сезон использования пастбищ и спрогнозировать наиболее продуктивные кормовые сообщества для разных пастбищных сезонов в условиях сухой степи и полупустыни.

Список использованных источников

- 1 Методика опытов на сенокосах и пастбищах. Ч. 2. / В. И. Игловиков, Н. С. Коношников, В. П. Мельничук [и др.]. – М.: Группа ВИК, 1971. – 173 с.
- 2 Мухортов, В. И. Методика разработки проекта опытно-производственного полигона комплексных агробиомелиораций деградированных пастбищных угодий при адаптивно-ландшафтном обустройстве земель Прикаспия / В. И. Мухортов, В. А. Федорова, М. М. Шагаипов. – М.: Современные тетради, 2006. – 52 с.
- 3 Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / В. М. Володин, Р. Ф. Еремина, А. Е. Федорченко, А. А. Ермакова. – Курск, 1999. – 47 с.
- 4 Турко, С. Ю. Особенности роста и развития кормовых трав на легких почвах Волгоградской области / С. Ю. Турко, В. П. Воронина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2(34). – С. 79–83.
- 5 Власенко, М. В. Продуктивность и флористическое разнообразие пастбищ Сарпинской низменности под влиянием фитомелиорации: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Власенко Марина Владимировна. – Волгоград, 2014. – 22 с.
- 6 Турко, С. Ю. Восстановление деградированных пастбищ на легких почвах с использованием высокопродуктивных фитомелиорантов / С. Ю. Турко, А. К. Кулик, М. В. Власенко // Вестник РАСХН. – 2014. – № 5. – С. 58–61.
- 7 Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИК им. В. Р. Вильямса. – М., 1987. – 197 с.
- 8 Физико-химические характеристики почв Северо-Западного Прикаспия и пути сохранения и воспроизводства их плодородия в полупустынной зоне европейской части РФ / В. И. Мухортов, В. А. Федорова, Е. В. Сердюкова, М. В. Власенко // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2011. – № 2. – С. 32–39.
- 9 Воронина, В. П. Особенности продуктивности пастбищных угодий на зональных почвах Астраханской области / В. П. Воронина, М. В. Власенко // Известия Ниж-

неволожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 3. – С. 7–14.

10 Доспехов, В. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / В. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

УДК 634.631.62

В. Н. Сторчоус

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Академия биоресурсов и природопользования, Аграрный (Симферополь), Российская Федерация

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОЛИВА САДА В УСЛОВИЯХ КРЫМА

Целью научных исследований являлось изучение изменения свойств почвы при различных способах полива сада и пути их восстановления и улучшения. Исследования проводились на опытных участках с различными способами полива яблоневого сада (с. Желябовка Нижнегорского района) и в персиковом саду с закладкой системы капельного орошения при поддержании разных режимов влажности почвы (с. Пятихатка Красногвардейского района Республики Крым). Поливы осуществляли с различной минерализацией воды. Солевой режим почв и почвогрунтов изучался методом стационарных площадок путем отбора образцов с последующим их анализом по общепринятым методикам. При орошении минерализованной водой происходит процесс осолонцевания почв за счет высокой концентрации хлористого натрия в оросительной воде. Заметное повышение содержания обменного натрия происходило в слое 30–70 см на орошаемых землях с достижением слабой степени осолонцевания. Увеличение содержания этого же элемента, но в меньшей степени, наблюдалось на участке, где проводилось дождевание (4,1–5,4 %). Тем не менее оно не достигло нижнего предела слабой степени солонцеватости. Необходимо предусматривать мелиоративные мероприятия по восстановлению катионного равновесия и улучшению структуры почвогрунта. При орошении натриево-хлоридными водами наиболее эффективно внесение фосфогипса в почву нормой, эквивалентной содержанию натрия в поливной воде. Орошение разными способами полива требует регулярного контроля качества поливной воды и происходящих в почве процессов для предотвращения ухудшения ее свойств и потери плодородия.

Ключевые слова: изменение свойств почвы, способы полива, минерализация воды, засоление, процесс осолонцевания и ощелачивания почвы.

Одним из основных элементов интенсификации плодоводства в Крыму является орошение. В условиях дефицита водных и энергетических ресурсов, ухудшения экологической обстановки требуется применение современных, ресурсосберегающих, экологически безопасных способов полива [1].

Научно-исследовательские работы, а также практика показывают, что на некоторых мелиоративных системах происходит развитие процессов, ухудшающих физические свойства почвы: потеря комковато-зернистой структуры, развитие слитизации, уплотнение, снижение влагонакопительной способности и аэрации [2, 3]. При орошении часто происходят осолонцевание и ощелачивание почв, вымывание подвижных органических кислот и минеральных коллоидов в нижележащие горизонты, снижение в некоторых случаях содержания гумуса в почвах, накопление в пределах корнеобитаемого слоя токсичных солей, выщелачивание карбонатов. Изменения, происходящие в почвах, зависят как от их исходного состояния, интенсивности подачи воды, так и от состава и минерализации оросительных вод. В литературе встречаются противоречивые данные о влиянии разных способов полива на одни и те же физические и химические свойства почв и их состав.

В садоводстве широкое распространение получили локальные способы полива, в частности капельный, который позволяет поддерживать оптимальный режим влажности почвы при высокой экономии воды. В работах И. Н. Панасенко, Т. И. Орел, С. В. Рябкова и др. [4–6] отмечается соленакопление в контуре увлажнения (при орошении водой с минерализацией более 3 г/л) с тенденцией к прогрессированию этого процесса и в дальнейшем – к ухудшению.

Большинство авторов указывают на изменение почв при орошении, однако в работах нет предложений по сохранению, восстановлению и улучшению почв после орошения.

Методика исследований. С целью разработки и производственной проверки технологических приемов оптимизации водного режима почвы, сравнения различных способов полива интенсивных садов и влияния их на почву в с. Желябовке Нижегородского района был заложен опыт с деревьями сорта Голден Делишес на подвое М9 с посадкой 4,0 × 2,5 м.

Схема опыта включала следующие варианты:

- вариант 1 – капельное орошение с расположением одной и двух капельниц «Олсон» под деревом на шпалере с расходом 4 л/ч;
- вариант 2 – капельное орошение ленточными увлажнителями Т-Таре TSX 515-50-400, уложенными на глубину 10 см вдоль ряда, с расходом 2 л/ч;
- вариант 3 – внутрпочвенное капельное орошение с 2 перфорированными трубками на глубине 30 см;
- вариант 4 – микродождевание дождевателями «Д-005» (двойными), расположенными на шпалере по 2 шт. под деревом, с расходом 30 л/ч;
- вариант 5 – полив по двум нарезным с обеих сторон ряда бороздам.

Для полива использовалась вода с содержанием солей 2,4 г/л.

Также было проведено изучение изменения свойств чернозема южного, расположенного в Степном Крыму (с. Пятихатке Красногвардейского района). В персиковом саду была смонтирована система капельного орошения «Таврия» с установкой одной капельницы с расходом 10 л/ч. Поливы назначались при снижении влажности почвы до 60, 70, 80 % НВ. Для орошения в течение 6 лет использовали слабоминерализованные воды артезианской скважины сульфатно-хлоридного, натриево-кальциевого состава с минерализацией 2,1 г/л. Затем система капельного орошения была переведена на поливные воды Северо-Крымского канала (СКК) с минерализацией 0,5 г/л.

Поливы в яблоневом саду назначались в зависимости от влажности почвы при снижении ее в активном корнеобитаемом объеме до уровня 70 % НВ. Контроль за влажностью осуществлялся с помощью тензиометров и термостатно-весовым методом.

Почва на опытном участке лугово-черноземная, карбонатная, среднесуглинистая, с мощностью гумусового горизонта 70–80 см. Грунтовые воды, которые использовались для полива, залегают на глубине 2–3 м. Солевой и питательный режимы почв и почвогрунтов изучались методом стационарных площадок путем отбора образцов с последующим их анализом по общепринятым методикам.

Достоверность полученных результатов подтверждалась методом статистики по Б. А. Доспехову [7].

Результаты исследований. Наиболее интенсивное иссушение почвы в саду происходило в приштамбовой зоне радиусом 0,6–0,8 м до глубины 0,6 м. Верхние слои почвы иссушались в большей степени, нижние – в меньшей. Увлажнение почвы во всех вариантах опыта происходило локально, и в зависимости от типа увлажнителей и их расположения увлажнялось от 15 до 75 % площади сада. При капельном орошении с расположением одной и двух капельниц под деревом образовывались зоны увлажнения, в поперечном разрезе имеющие вид кругов или эллипсов диаметром около 1,0 м. Доля увлажнения площади при этом составляла 8 и 15 %. При использовании

ленточных увлажнителей Т-Таре формировались зоны увлажнения в виде полосы шириной около 0,6 м. Увлажнение почвы микрождевателями «Д-005», ориентированными вдоль ряда, увеличивало ширину зоны увлажнения до 2 м с увлажнением 50 % площади. При поливе по двум бороздам ширина контура увлажнения достигала 3 м, а доля увлажнения увеличивалась до 75 %.

Для поддержания влажности почвы в яблоневом саду в пределах 100–70 % НВ с увлажнением от 15 до 75 % площади в различные по погодным условиям годы требовалось от 2 до 6 поливов. Первый полив обычно проводился в конце мая – начале июня, последний – в конце сентября. При капельном орошении с увлажнением 15 и 25 % площади поливные нормы составили 120 и 200 м³/га; при микрождевании с увлажнением 50 % площади – 400 м³/га; при поливе по бороздам с увлажнением 75 % площади – до 800 м³/га.

В таблице 1 представлены данные о водном режиме почвы в саду, орошаемом различными способами, с близким расположением грунтовых вод. Оросительные нормы в зависимости от года менялись в пределах от 350 до 1200 м³/га при капельном орошении; при микрождевании – от 1100 до 2000 м³/га; при поливе по двум бороздам – от 1500 до 3000 м³/га.

Таблица 1 – Водный режим почвы в плодоносящем саду при различных способах полива

Вариант опыта	Доля увлажнения, %	Количество поливов, шт.	Поливная норма, м ³ /га	Оросительная норма		Суммарное испарение, м ³ /га
				м ³ /га	%	
Капельное орошение с капельницами «Олсон»	15	4–6	100–120	350–550	20	2600–4400
Капельное орошение лентами Т-Таре	25	4–6	120–200	500–1200	30	2800–4500
Внутрипочвенное орошение	50	3–5	200–300	800–1300	50	3300–4800
Микрождевание ждевателями «Д-005»	50	3–5	300–400	1100–800	60	3800–5100
Полив по двум бороздам на ряд (контроль)	75	2–4	700–800	1500–3000	100	5000–5500

За поливной сезон выдавалось от 480 до 3000 литров воды на одно дерево. Основными критериями эффективности орошения являются прибавка урожая и расход оросительной воды на 1 ц продукции. В поливных вариантах средняя урожайность составила 425–435 ц/га, а на участке с естественным увлажнением (без орошения) урожайность была на 30–40 % ниже, чем в орошаемых вариантах.

Применение для орошения минерализованных вод в течение 25 лет при поддержании влажности почвы на уровне не ниже 70 % от НВ вызвало небольшое накопление солей в метровом слое почвы и значительное – в более глубоких горизонтах. Так, сумма водорастворимых солей в верхнем метровом слое неорошаемых земель в среднем составляла 0,08 %, а орошаемых – 0,14 %. Несмотря на увеличение содержания солей, почвы относятся к незасоленным разностям.

Заметное накопление солей отмечено с глубины 120–160 см в аккумулятивном горизонте. В этом же слое, кроме сернокислого кальция, появляются токсичные соли сернокислый магний, хлористый и сернокислый натрий. В процессе длительного орошения произошли заметные изменения в солевом составе за счет увеличения общей щелочности, содержания хлора и натрия.

Поливы минерализованной водой, богатой хлоридами натрия, способствуют значительному обогащению почвы этими ионами. Хлор, обладающий большой миграционной способностью, быстрее других вымывается из верхних слоев почвы.

В верхнем горизонте содержание водорастворимого кальция не достигает высокой концентрации (0,20–0,60 мг-экв./100 г) и при поливах остается более или менее стабильным. Кальция значительно больше в аккумулятивном горизонте (8,4–11,2 мг-экв./100 г) за счет сернокислых его соединений. Аналогично распределение по почвенному профилю иона магния. Однако во всех случаях содержание водорастворимого кальция преобладает над содержанием водорастворимого магния. В катионном составе водных вытяжек орошаемых почв, за исключением аккумулятивного горизонта, преобладает натрий. На неорошаемом участке натрий в 3-метровом слое встречается в небольшом количестве (0,10–0,55 мг-экв./100 г почвы). Его в несколько раз больше в орошаемых почвах, особенно в нижних горизонтах. Водорастворимый натрий встречается в виде хлористых и сернокислых солей.

При орошении минерализованной водой происходит процесс осолонцевания почв за счет высокой концентрации хлористого натрия в оросительной воде. Заметное повышение содержания обменного натрия произошло в слое 30–70 см на орошаемых землях, здесь была достигнута слабая степень осолонцевания. Увеличение содержания обменного натрия, но в меньшей степени, наблюдалось на участке, где проводилось дождевание (4,1–5,4 %), тем не менее оно не достигло нижнего предела слабой степени солонцеватости.

На поливных участках отмечены также снижение стойкости наиболее важной и динамичной части почвы – гумусовых веществ, усиление их движения, уменьшение запасов, смена качества состава.

При капельном орошении минерализованной водой смещается сложившееся равновесие в системе. Так, в составе поглощенных оснований растет доля натрия с одновременным снижением содержания кальция, то есть происходит процесс осолонцевания почвы.

После 12 лет орошения в контурах увлажнения наблюдалось изменение агрофизических и химических свойств почв.

Гранулометрический анализ почвы показал, что в зоне увлажнения произошло накопление 2–5 % илстой фракции, причем этот процесс с тенденцией к оглиниванию осуществляется за счет средней пыли и мелкого песка. Более интенсивно процессы оглинивания происходят в центре контура увлажнения в метровом слое. Наиболее агрономически ценных микроагрегатов размером 0,250–0,001 мм в пахотном слое стало на 8 % меньше, чем в междурядье, что говорит о диспергации почвенных частиц в зоне, подверженной локальному увлажнению. Изменилась и макроструктура почвы в верхнем слое (0–60 см): воздушно-сухих агрегатов оптимального размера (10–0,25 мм) в контуре стало на 15–25 % меньше, чем в том же слое междурядья.

Ухудшилась водопрочность агрегатов, снизилась водопроницаемость. Скорость впитывания в первый час наблюдений в междурядье составила 8,2–9,8 мм/мин, в контуре увлажнения – 1,6–1,8 мм/мин. За 6 ч наблюдений водопроницаемость в междурядье составила 1980–2260 мм вод. ст., а в зоне промачивания – 480–580 мм вод. ст.

Изменений плотности южного чернозема и содержания гумуса за весь период локального увлажнения не выявлено.

В слое контура промачивания 0–100 см возросло количество водорастворимого гумуса, причем увеличение нарастает с глубиной, что говорит о том, что при капельном орошении южного чернозема происходит перемещение вниз по профилю водорастворимой фракции гумуса (она составляет 1–3 % от общего содержания).

После 6 лет орошения минерализованными водами сульфатно-хлоридного, натриево-кальциевого составов в почве контура увлажнения сумма солей увеличилась

от 0,9–1,3 до 1,5–1,8 мэкв./100 г почвы в зависимости от глубины. Количество хлора и натрия в орошаемой почве возрастает в 3–4 раза, кальция – в 1,5 раза. Тип засоления из хлоридно-сульфатного переходит в хлоридный, рН водной суспензии снижается на 0,2–0,5. Присутствие гипса в поливной воде (5,8 мэкв./л) смягчает неблагоприятное воздействие вредных солей, способствует снижению щелочности почвы.

При переходе системы капельного орошения на пресную воду в зоне орошения начинается вымывание солей по профилю почвы. Под капельницей до глубины 100 см в центре контура увлажнения образовалась зона рассоления, сумма солей там не превышает 1,5 мэкв./100 г почвы, а до глубины 50 см – 1 мэкв./100 г почвы. Наибольшей концентрации соли достигают по периметру зоны промачивания, образуя так называемый «солевой мешок». Это объясняется радиальным передвижением влаги в контуре увлажнения, которая, разбавляя соли, перемещает их от оси к периметру зоны промачивания. В зоне рассоления в результате удаления избытка солей увеличилась щелочность. Величина рН водной суспензии в центре контура увлажнения на глубине 50–75 см достигла 8,7. Начавшийся процесс рассоления приводит к увеличению щелочных солей.

При капельном орошении минерализованной водой смещается сложившееся равновесие в системе «ППК – почвенный раствор» и в составе поглощенных оснований растет доля натрия с одновременным снижением доли кальция, то есть происходит процесс осолонцевания почвы. Необходимо предусматривать мелиоративные мероприятия по восстановлению катионного равновесия в ППК и улучшению структуры почвы. При орошении натриево-хлоридными водами наиболее эффективно внесение фосфогипса в почву в норме, эквивалентной максимально возможному содержанию растворенного гипса в поливной воде. Например, в нашем случае при использовании воды минерализацией 2,1 г/л, содержащей 7,8 мэкв./л ионов натрия, необходимо локальное внесение 5 кг фосфогипса под каждое дерево 1 раз в 5 лет.

После перехода на полив пресными водами в почвах, ранее засоленных минерализованными водами, происходит процесс рассоления, что усиливает осолонцевание почв, диспергацию верхних горизонтов. Это также нужно учитывать на практике и предусматривать внесение кальцийсодержащих соединений нормой, эквивалентной количеству поглощенного натрия в почве. При дальнейшем использовании пресной воды для орошения южных черноземов в течение 4 лет растворимые соли вымываются, сумма их в контуре увлажнения не превышает 0,8 мэкв./100 г почвы, продолжается процесс осолонцевания, рН водной суспензии увеличивается на 0,2–0,3. На участке, где в течение 9 лет использовали только пресную воду, имеет место незначительное накопление солей (на 0,2–0,3 мэкв./100 г почвы) в контурах увлажнения южного чернозема, появление соды в горизонтах глубже 60 см. В этом случае целесообразно вносить в почву (или в поливную воду) соединения, нейтрализующую соду (гипс, кальциевую селитру и др.).

Выводы. Капельное орошение обеспечивает экономию поливной воды в размере 60–70 % по сравнению с поливом по двум бороздам с увлажнением 75 % площади и в размере 70–80 % – по сравнению со сплошным увлажнением почвы при традиционных способах полива.

Орошение пресными и слабоминерализованными водами на фоне 420 мм/год атмосферных осадков не приводит к поднятию уровня грунтовых вод до критических значений и к накоплению вредных солей в корнеобитаемом объеме почвы.

При капельном орошении слабоминерализованными водами в черноземе южном в контурах увлажнения накапливаются соли, содержащиеся в поливной воде. При локальном увлажнении пресной водой ранее засоленной почвы происходило разбавление солей и перемещение их к периферии зоны промачивания с дальнейшим передвижением в нижележащие горизонты в результате инфильтрации. При рассолении в зонах орошения намечается процесс осолонцевания и ощелачивания почвы.

Орошение разными способами полива требует регулярного контроля качества поливной воды и происходящих в почве процессов для предотвращения ухудшения ее свойств и потери плодородия.

Список использованных источников

- 1 Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. – Київ: Аграрна наука, 2009. – 624 с.
- 2 Егоров, В. В. Об орошении черноземов / В. В. Егоров // Почвоведение. – 1984. – № 12. – С. 33–47.
- 3 Ковда, В. А. Аридизация суши и борьба с засухой / В. А. Ковда. – М: Наука, 1974. – 272 с.
- 4 Панасенко, И. Н. Изменение южного чернозема при капельном орошении / И. Н. Панасенко, В. Б. Петров, Э. И. Гагарина // Почвоведение. – 1984. – № 4. – С. 62–70.
- 5 Орел, Т. И. Влияние капельного орошения на свойства южного чернозема и коричневой почвы Крыма: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Орел Таисия Ивановна. – Киев, 1990. – 20 с.
- 6 Рябков, С. В. Оцінка впливу краплинного зрошення на агрофізичні властивості, сольовий склад та солонцюватість ґрунтів / С. В. Рябков // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. / ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського». – 2009. – Вип. 71. – С. 138–141.
- 7 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М., 1979. – 416 с.

УДК 626.86

Э. Н. Шкутов, Л. Н. Лученок

Институт мелиорации, Минск, Республика Беларусь

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОСУШЕННОГО ТОРФЯНОГО СЛОЯ В ПРОЦЕССЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

За 85 лет сельскохозяйственного использования при поэтапном углублении регулирующей сети, обусловившем снижение уровня грунтовых вод на 2,2 м по сравнению с исходным, мощность торфяника уменьшилась на 1,5 и 3,0 м при исходной мощности 2,2 м и 4,6 м соответственно. К настоящему времени практически вся масса органического вещества исходного двухметрового слоя (за исключением потерь, около 100 кг/м²) локализовалась в полуметровом поверхностном слое.

Ключевые слова: осадка осушенного торфяного слоя, длительное сельскохозяйственное использование, водно-физические свойства, трансформация торфяного слоя, параметры.

Введение. В Белорусском Полесье осушено около 700 тыс. га торфяных почв, основная часть которых интенсивно используется в сельскохозяйственном производстве уже около 40–50 лет. Начавшиеся после осушения процессы трансформации торфяного слоя изменяли его физические свойства в основном в направлении ухудшения условий работы осушительной сети. Известно, что процессы изменения параметров трансформации были нелинейными, скорости изменения на начальном периоде (1–5 лет) были существенно выше, чем в последующем, однако проектирование осушительной сети при реконструкции мелиоративных систем проводится на основе данных, полученных на начальном этапе трансформации свойств торфяного слоя. Неучет изменчивости во времени параметров процессов трансформации водно-физических свойств осушенного торфяного слоя может приводить к ошибочным проектным решениям.

Поэтому актуальна необходимость уточнения расчетных зависимостей на основе данных, полученных на временных рядах максимально большой продолжительности.

В данной работе объединены материалы наблюдений нескольких поколений исследователей за трансформацией параметров осушенных торфяных почвенно-грунтовых слоев в ходе интенсивного сельскохозяйственного использования.

Методы. Основа методики исследований состоит в использовании объектов, на которых исследования водно-физических процессов трансформации торфяных слоев в процессе сельскохозяйственного использования после осушения велись максимально длительное время с момента проведения мелиорации болотного массива.

По наборам пространственных ориентиров, упоминаемых в публикациях, и имеющимся в нашем распоряжении отчетам о результатах проводившихся ранее исследований локализуются зоны и даже точки, в которых проводились измерения обрабатываемых параметров. Затем в данных точках или зонах как минимум по сопоставимым методикам повторялись измерения тех же параметров, и полученные данные объединялись с накопленной ранее информацией. В результате сформированы длительные ряды наблюдений, которые позволяют получать более достоверные результаты по исследуемым вопросам.

Отбор проб почвогрунтов и лабораторное определение физических и фильтрационных характеристик осуществлялись в соответствии с ГОСТ 5180-84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик», ГОСТ 12071-2000 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов».

Определение зольности торфяных и оторфованных горизонтов проводилось в соответствии с ГОСТ 27784-88 «Почвы. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв».

Влажность почвы устанавливалась в соответствии с ГОСТ 5180-84 «Определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы».

Определение актуальных мощностей торфяного слоя проводилось с помощью подповерхностной радиолокации, использовался георадар «Око-2» с антенной АБ-250. В реперных точках створов глубины торфа определялись бурением.

Объекты исследования. Базовым объектом в данной работе являлся Марьинский болотный массив. Кроме этого, использовалась информация, полученная с других мелиорированных торфяников Белорусского Полесья. Марьинский болотный массив (в разное время в публикациях использовались названия «Марьино Болото» и «Марьино») находится в Любанском районе Минской области. Площадь массива около 10000 га. По геологическим и гидрогеологическим условиям это типичное для центрального Полесья низинное болото атмосферного и грунтового питания. Последнеднепровские напластования характеризуются значительной пестротой геологических условий. До осушения торфяной слой имел мощность до 3–4 м (в среднем 2 м), он подстилается разнородными песками, которые с глубины 4–14 м, а часто и более, подстилаются моренными суглинками и глиной. Уклон поверхности составляет 0,0002 в сторону р. Орессы. Торф преимущественно осоково-тростниковый.

Данный массив представляет особый интерес по следующим причинам. Это мелиоративный объект на глубоком торфянике (достаточно редкий случай, поскольку в Республики Беларусь все глубоководные торфяники предназначены для добычи торфа, а не для интенсивного сельскохозяйственного производства со строительством капитальных мелиоративных систем), параметры торфяного слоя которого не искажены припашкой подстилающего песка. По данному объекту имелись результаты исследования свойств торфяного слоя с 1928 г. Сохранились публикации с подробным описанием методик определения параметров торфяного слоя. Также в них зафиксировано пространственное размещение исследовательских створов, в которых проводились измерения, относительно существующих в настоящее время ориентиров. Это обеспечило

возможность проведения измерений в тех же точках торфяного массива, в которых они проводились ранее. Полученная информация позволила оценить динамику параметров торфяного слоя в определенных точках пространства в относительно продолжительном (85 лет) интервале времени.

Первоначальное осушение тогда непроходимого торфяного болота проведено Западной экспедицией по осушению болот 1873–1898 гг., проложившей сеть каналов [1]. К. Я. Кожанов отмечал, что к моменту строительства регулярной осушительной сети в 1926–1927 гг. объект уже имел набор магистральных каналов, которые были построены 30–35 лет назад [2]. Основной магистральный канал был прорыт уже к 1891 г. экспедицией генерала Жилинского [2]. Эти каналы к моменту строительства объекта в 1926 г. превратили в прошлом непроходимое (для людей и животных) болото в площади, использовавшиеся под сенокос (немеханизированный). Во всяком случае, по оценке К. Я. Кожанова, эти уже заплывшие и заросшие каналы справлялись с отводом поверхностных вод.

В 1927 г. было проведено осушение части Марьинского болотного массива сетью мелких каналов с расстоянием между открытыми коллекторами 300–350 м, между осушителями – 80, 100, 150 м, с глубиной открытых коллекторов 1,2–1,3 м, осушителей – 0,8–1,1 м. В дальнейшем было проведено несколько циклов реконструкции с постепенным углублением открытой сети. В настоящее время продолжаются работы по реконструкции части площадей Марьинской системы. Так, в 2014 г. проводилась реконструкция мелиоративной сети объекта на площади 1022 га.

Результаты и обсуждение. На Марьинском болотном массиве велись наблюдения за мелиоративным состоянием и изменением водно-физических параметров торфяного слоя. Первые исследования были осуществлены с апреля 1928 г. по сентябрь 1930 г. [2]. Исследования были направлены на решение гидромелиоративных задач, экспериментальную оценку работоспособности различных вариантов открытой осушительной сети. Несомненным достоинством работы является то, что были скрупулезно описаны все детали исследования [2]. Особенно значимым оказалось точное указание мест размещения исследовательских створов. Благодаря этому в данных створах в разное время поработали и другие исследователи [3, 4], а затем и авторы данной работы. Исполнителями данного проекта исследования в режиме экспедиционных обследований велись в период 2006–2010 гг. и в 2013 г. в створах «А» и «Ж», заложенных К. Я. Кожановым [2]. Эти данные имеют особую значимость на фоне материалов, полученных в ходе более чем 85-летней истории сельскохозяйственного использования (не считая 38 лет предварительного осушения Западной экспедицией).

На рисунке 1 представлено изменение объемного веса пахотного горизонта, причем эта кривая получена по данным нескольких объектов осушения с исходным слоем торфа более 1,5 м. Полученное множество экспериментальных данных, представленное на рисунке 1, удовлетворительно аппроксимируется экспоненциальной корреляционной зависимостью:

$$G(t) = 0,23(1 - \exp(-0,056t) + 0,1), \quad (1)$$

где $G(t)$ – объемный вес на момент времени t , т/м³;

t – длительность сельскохозяйственного использования после осушения, лет.

Анализ уравнения (1) показал, что процесс уплотнения торфяной залежи (после сорокалетнего использования на фоне ступенчато увеличиваемой глубины осушения из-за нарастающего углубления мелиоративной сети в каждом цикле реконструкции) в настоящее время вступил в квазистационарную фазу. В актуальном состоянии регулирующей и проводящей сети существующие значения объемного веса пахотного горизонта в дальнейшем будут изменяться незначительно. Однако при существенном изменении глубины осушения в пределах мощности торфяного слоя, увеличении веса сельскохозяйственной техники, изменении технологии почвообработок и уходов

за посевами объемный вес пахотных и подпахотных горизонтов может и в настоящее время претерпевать резкие изменения в сторону увеличения плотности и величины осадки.

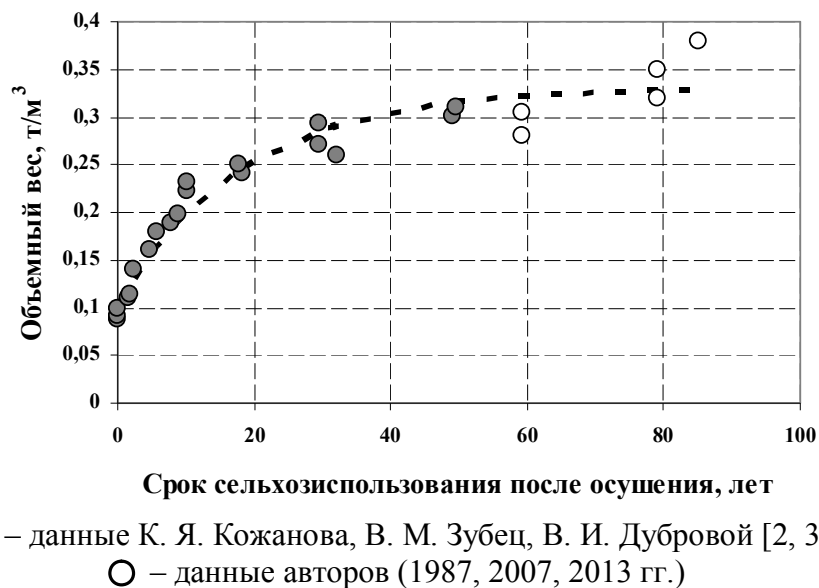


Рисунок 1 – Зависимость объемного веса пахотного слоя торфяных почв от срока сельскохозяйственного использования

Чтобы наглядно представить процесс уплотнения по глубине торфяной залежи Марьинского болотного массива, авторы дополнили ряд наблюдений, представленный в трудах К. Я. Кожанова, В. М. Зубец, В. И. Дубровой [2–4], информацией, полученной в 1987 и 2013 гг. Результат представлен на рисунке 2.

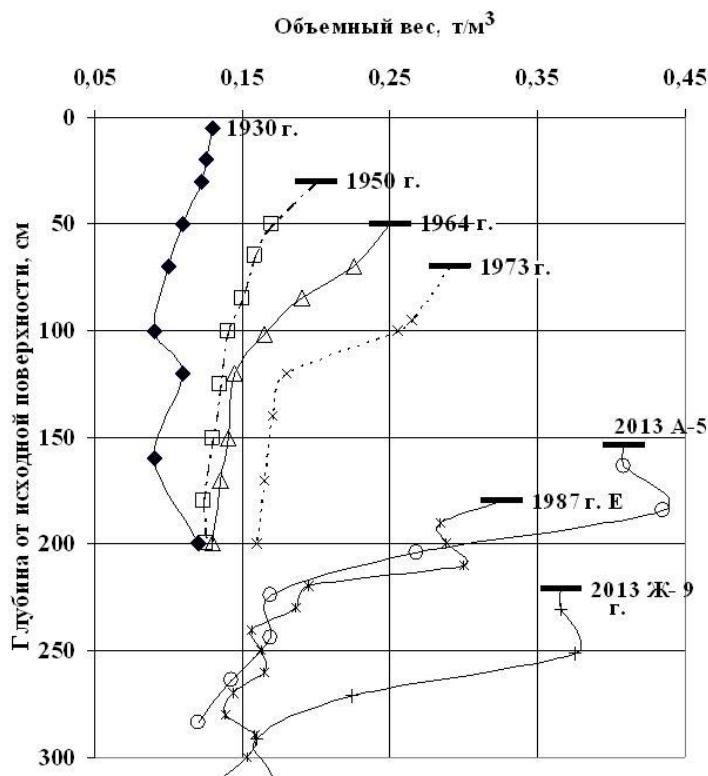


Рисунок 2 – Изменение объемного веса торфяного профиля на мелиоративной системе «Марьинская» по годам относительно исходной (1928 г.) поверхности торфяного слоя

На рисунке 2 горизонтальные линии с указанием года отмечают положение поверхности торфяного слоя относительно поверхности 1930 г. На графиках 1987 и 2013 гг. рисунка 2, кроме того, приведены идентификаторы профилей и скважин, присвоенные им в 1927 г. [2], в которых в указанном году проводилось определение объемного веса.

Уплотнение торфяного слоя в процессе сельскохозяйственного использования и в ходе поэтапного увеличения глубины осушения при реконструкциях сети в основном происходило в слое 0,0–2,0 м от исходной (1930 г.) поверхности болота. Однако небольшое увеличение объемного веса (с 0,12 до 0,20 г/см³) отмечено в некоторых точках до глубин 3,0 м.

Из рисунка 2 видно, что основная масса органического вещества уплотняющегося торфяного слоя концентрируется при осадке в слое 0–50 см от актуальной на момент наблюдения дневной поверхности. То же относится и к современному состоянию. Для информативной визуализации современного распределения объемного веса по глубине слоя авторы были вынуждены воспользоваться точками профилей с исходной мощностью торфа 3 м и более. Оценка распределения массы двухметрового пласта исходного (1930 г.) торфяного слоя показала, что масса органического вещества практически полностью концентрировалась в верхнем (0–50 см) слое современного торфяника.

Из особенностей трансформации в последние годы можно отметить наблюдающуюся тенденцию к ускорению уплотнения пахотного горизонта (рисунок 1), очевидно, это связано с массовым применением более тяжелой сельскохозяйственной техники. При бурении в 2013 г. торфяного слоя на Марьинском болотном массиве четко фиксировалось образование переуплотненной прослойки (своеобразной подплужной подошвы в слое торфяной почвы 20–40 см). Она наблюдается как на пашне, так и на пастбище. На рисунке 2 эта прослойка хорошо выражается специфичным изгибом графиков уже с 1987 г.

С помощью геолокатора «Око-2» с антенной АБ-250 в 2013 г. была проведена детальная разведка глубин торфяного слоя по створам «А» и «Ж». Данные радарограмм были оцифрованы и нанесены на один график вместе с исходными параметрами торфяных слоев согласно материалам, опубликованным К. Я. Кожановым [2]. Пример такой обработки материала приведен на рисунке 3.

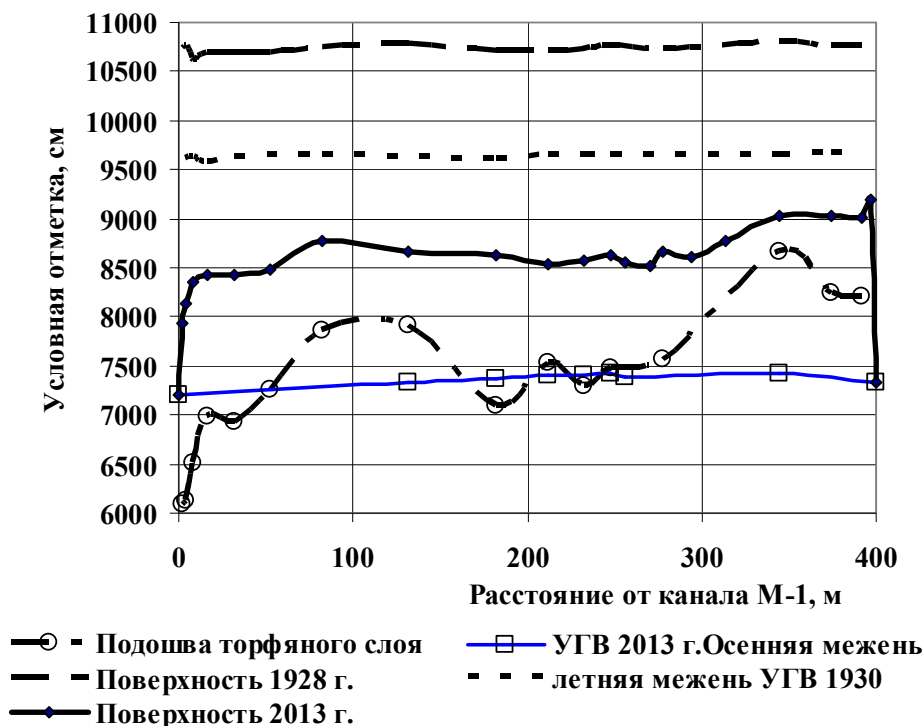


Рисунок 3 – Сравнение продольных профилей по створу «Ж»: дневной поверхности, мощности торфяного слоя и УГВ 1930 и 2013 гг.

Осадка за 85 лет сельхозиспользования при постепенном углублении осушительной сети от исходной глубины торфяного слоя створа «Ж» удовлетворительно аппроксимируется линейной зависимостью:

$$y=0,5439x+0,3821,$$

где y – величина осадки, м;

x – исходная глубина торфа, м.

Из данных рисунка 3 видим, меженный уровень грунтовой воды в 1928 г. был примерно на метр выше дневной поверхности торфяного слоя 2013 г. Всего же уровни грунтовых вод по сравнению с 1928 г. снижены более чем на 2 м.

Выводы

1 Несмотря на значительную осадку торфяного слоя в результате осушительной мелиорации и многолетнего высокоинтенсивного сельскохозяйственного использования площадей, гидрогеологические условия Белорусского Полесья позволяют длительное время на глубоком торфянике поддерживать требуемый водный режим относительно несложными системами глубоких каналов.

2 Наблюдаемые величины осадки торфяного слоя в процессе длительного использования в высокоинтенсивном сельскохозяйственном производстве после осушения не свидетельствуют о катастрофических потерях органического вещества глубокого торфяника. Практически весь исходный запас органического вещества (основной субстанции, определяющей плодородие почвы) сосредоточился в верхнем полуметровом слое почвы. Это свидетельствует о возможности многовекового высокопродуктивного использования осушенных торфяников Белорусского Полесья в сельскохозяйственном производстве.

3 В подпахотном горизонте торфяного слоя на Марьинском болотном массиве с 1987 г. четко фиксировалось образование переуплотненной прослойки (своеобразной подплужной подошвы в слое торфяной почвы 20–40 см). Она наблюдается как на пашне, так и на пастбище.

Список использованных источников

1 Очерк работ Западной экспедиции по осушению болот (1873–1898) / И. И. Жилинский [и др.]; М-во земледелия и государственных имуществ. – СПб., 1899. – 744 с.

2 Кожанов, К. Я. Режим грунтовых вод на Марьинских болотах / К. Я. Кожанов. – Минск, 1932. – 219 с.

3 Зубец, В. М. Изменение водно-физических свойств торфа под влиянием осушения / В. М. Зубец, В. И. Дуброва. – Минск: Полымя, 1975. – 6 с.

4 Зубец, В. М. Осушение и водно-физические свойства торфа / В. М. Зубец, В. И. Дуброва // Мелиорация и проблемы органического вещества. – Минск: БелНИИМиЛ, 1974. – С. 29–43.

УДК 579.26

А. А. Герасименко, А. В. Горовцов

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

РОЛЬ ЦИАНОБАКТЕРИЙ В ЗАЩИТЕ И РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ

Целью исследований являлось изучение качественного состава почвенных цианобактерий в условиях городских почв. Были проанализированы образцы почв г. Волгодонска и г. Ростова-на-Дону. Установлено, что качественный состав почвенных цианобактерий в этих городах существенно различается. Коккоидные формы не были выявлены ни в одном из образцов независимо от способа выделения. Отмечено преобладание

нитчатых безгетероцистных форм со слизистыми чехлами, наиболее устойчивых к влиянию многочисленных стресс-факторов. Сделаны выводы о влиянии антропогенной нагрузки на биоразнообразие микроорганизмов в исследуемых почвах, а также о роли данных бактерий в поддержании нормального состояния городских почв.

Ключевые слова: цианобактерии, антропогенно-преобразованные почвы, качественный состав, биоиндикация, защита почв, стекловата.

Введение. В настоящее время идет усиленная урбанизация природных территорий. Распахивается целина, строятся села, растут города. Прежде всего страдает в этом случае почва. Нарушаются пищевые цепи, стрессовому воздействию подвергаются в первую очередь продуценты органического вещества, от которых зависит жизнь других видов, в том числе и человека. Быстрее всего негативное антропогенное влияние сказывается на самых маленьких, но не менее важных по значению продуцентах: микрородорослях и цианобактериях. Именно цианобактерии и явились предметом нашего пристального внимания.

Было показано, что родовой состав цианобактерий неодинаков в целинных и городских почвах. Одной из главных особенностей почв населенных территорий является резкое увеличение числа видов цианобактерий. Данное явление также наблюдается при подщелачивании и загрязнении почвы органическими веществами [1]. Это заставляет задуматься о различиях между ненарушенными и городскими почвами, о том, какой эффект оказывают антропогенные процессы на исследуемую группу бактерий и как данные микроорганизмы препятствуют потере полезных свойств почвы.

Цианобактерии первыми заселяют безжизненные отвалы, загрязненные тяжелыми металлами, могут выдерживать длительную засуху и даже высокий уровень излучения радиоактивных элементов [2, 3]. При этом они не только противостоят этим воздействиям, но и накапливают полезные вещества, повышая плодородие почвы.

Препятствуют они и эрозионным процессам благодаря нитчатым формам, которые оплетают и склеивают почвенные частицы, сорбируя при этом опасные поллютанты [4]. Кроме того, эти микроорганизмы способствуют сохранению влаги в почве, улучшают ее структурное состояние. Как продуценты органического вещества, они значительно обогащают почву углеродом, азотом, который они фиксируют из атмосферы, и доступным фосфором [5, 6]. Почвенные цианобактерии могут также рассматриваться и в контексте оценки качества почвы, поскольку по-разному распределены в почвах различных типов [6]. Важно понимать роль данной группы организмов в биосфере и то, как они могут быть полезны человеку в решении насущных проблем повышения плодородия почвы и сохранения ее свойств как в сельскохозяйственных угодьях, так и на урбанизированных территориях.

Объекты и материалы исследования. Объектом данного исследования послужили цианобактериальные сообщества почв г. Ростова-на-Дону и г. Волгодонска. В данной статье представлены предварительные результаты по итогам двух экспериментальных серий. Пробы почв г. Волгодонска отбирались в августе 2014 г. в четырех функциональных зонах города: селитебной, промышленной, транспортной и парковой. Пробы почв г. Ростова-на-Дону отбирались в декабре 2014 г. В связи с разницей сезонов отбора, в данной работе проведено сравнение лишь показателей качественного состава цианобактериальных сообществ без учета количественных, подверженных выраженной сезонной динамике. Точки отбора проб отмечены на карте (рисунок 1).

Методы исследования. Для оценки влияния антропогенных стресс-факторов на биоразнообразие почвенных цианобактерий были проанализированы почвы г. Волгодонска (население 170 тыс. чел.) и г. Ростова-на-Дону (более 1,1 млн чел.). Отбор проб почвы производился по методу конверта [7].

Было отобрано 4 и 14 образцов в данных городах соответственно. В г. Ростове-

на-Дону отбор образцов производился в двух удаленных друг от друга районах: в центральной части города и на территории Западного жилого массива.

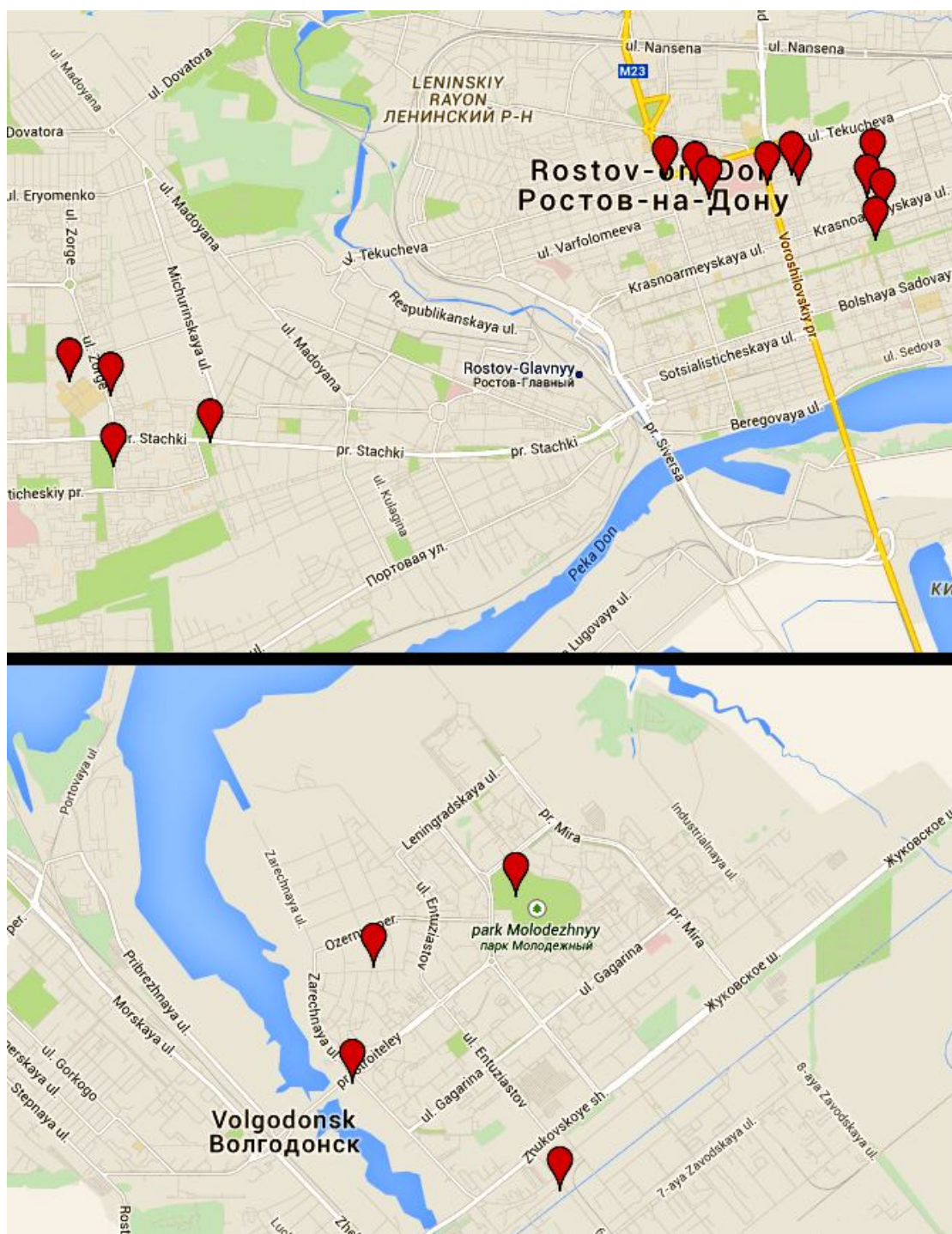


Рисунок 1 – Точки отбора проб почвы в г. Ростове-на-Дону и г. Волгодонске

Так как в г. Волгодонске образцы собирались в условиях длительной засухи, производилось концентрирование почвенной суспензии, чтобы был возможен учет родов, представленных в почве в малых количествах [8]. Далее полученная концентрированная суспензия подвергалась серийным разведениям и производился посев в пробирки с подготовленной средой ВГ-11. Инкубирование велось при естественном освещении и комнатной температуре. После 30 суток пробирки анализировались на наличие цианобактериальных обрастаний, и производилась оценка качественного состава микроорганизмов в исследуемых образцах.

В отличие от Волгодонска в Ростове-на-Дону качественный состав цианобактерий анализировался по методу стекол обрастания. Для этого навески почвы помещались в чашки Петри, пропитывались средой BG-11, и на поверхность помещались покровные стекла так, чтобы они оказывались в полном контакте с почвой. Чашки инкубировались при естественном свете и комнатной температуре, и после 30 суток стекла исследовались на наличие обрастаний.

Для более точной родовой идентификации клетки цианобактерий, обнаруженные при микроскопии, переносились с помощью стеклянного капилляра на чашки Петри, содержащие подготовленную особым образом двухфазную среду культивирования. Для ее получения строительная стекловата отмывалась от всех остаточных загрязнений кипячением в хромовой смеси. Затем стекловата промывалась на воронках Шота от остатков бихромата горячей водопроводной, а затем дистиллированной водой. После высушивания стекловата помещалась тонким слоем в стерильные чашки Петри и пропитывалась жидкой средой BG-11, формируя среду, состоящую из жидкой (минерального раствора) и твердой (стекловолокна) фаз. Такая среда позволяла эффективно развиваться нитчатым формам цианобактерий и давала им определенное преимущество в скорости роста перед зелеными и диатомовыми водорослями. Для удобства наблюдения на слой стекловаты после посева помещали покровные стекла, что позволяло контролировать рост и развитие культуры непосредственным микроскопированием.

Результаты и обсуждение. По итогам исследований в почвах г. Ростова-на-Дону и г. Волгодонска было выявлено в общей сложности 6 родов цианобактерий. Выделенные роды принадлежали к субсекциям III (*Oscillatoriales*), IV (*Nostocales*) и V (*Stigonematales*). Как можно видеть, в Ростове-на-Дону наблюдалось практически полное отсутствие гетероцистных форм цианобактерий. Такой распространенный род, как *Nostoc*, не встретился ни в одном из образцов. Среди гетероцистных форм в почвах Ростова-на-Дону был обнаружен только *Chlorogloeopsis*, однако он был выявлен лишь в одном образце. Наиболее широко представленным в почвах обоих городов оказался род *Lyngbya*.

Данные о встречаемости отдельных родов цианобактерий в исследуемых почвах приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Встречаемость родов цианобактерий в почвах города

В процентах

Род	Волгодонск	Ростов-на-Дону (центр)	Ростов-на-Дону (ЗЖМ)	Род	Волгодонск	Ростов-на-Дону (центр)	Ростов-на-Дону (ЗЖМ)
<i>Lyngbya</i>	100	67	100	<i>Oscillatoria</i>	67	11	0
<i>Leptolyngbya</i>	100	56	50	<i>Chlorogloeopsis</i>	33	11	25
<i>Microcoleus</i>	0	67	75	<i>Nostoc</i>	67	0	0

Как известно из литературных источников, азотфиксирующие цианобактерии очень чувствительны к загрязненности почвы, и возможная причина угнетения азотфиксирующих видов состоит в том, что в почвы г. Ростова-на-Дону с атмосферными осадками поступает большее количество нитратов, что описано для крупных городов [9]. Отметим также, что в данном городе одним из доминантных родов является *Microcoleus*, который предпочитает щелочные почвы. Это связано с тем, что в мегаполисе для почв характерны более высокие значения pH, нежели в не крупном г. Волгодонске [10].

В обоих городах прослеживается преобладание представителей порядка *Oscillatoriales*. Эти рода наиболее характерны для аридных мест обитания, к которым можно отнести степи Ростовской области [11]. Чаше других встречаются представители, имеющие слизистые чехлы, которые склеивают почвенные частицы и предохраняют почву от водной и ветровой эрозии, при этом накапливая в чехлах опасные для нее загрязнители.

Заключение. Почвенные цианобактерии изучены на настоящий момент достаточно слабо. Информация о них как в зарубежной, так и в отечественной литературе крайне скудна, в особенности для почв урбанизированных территорий. Поэтому крайне важно восполнять пробелы знаний в данной области, проводить научные исследования в этой сфере, чтобы лучше понять экологию данных микроорганизмов и расширить понимание того, как они могут помочь нам оценить состояние почв города и предотвратить их дальнейшую деградацию.

Из результатов текущего исследования ясно, что почвы степных городов юга России, таких как Ростов-на-Дону и Волгоград, характеризуются относительно низким биоразнообразием почвенных цианобактерий. Коккоидные формы не были выявлены ни в одном из образцов независимо от способа выделения. Преобладают нитчатые безгетероцистные формы со слизистыми чехлами, наиболее устойчивые к влиянию многочисленных стресс-факторов. Почвы двух городов имеют достаточно существенные различия в родовом составе и относительном обилии цианобактерий. Представители некоторых родов не были выявлены в почвах Волгограда, но выделялись из почв Ростова-на-Дону.

Наблюдаемые различия в составе и относительном обилии родов цианобактерий в городских почвах позволяют заключить, что развитие данной группы микроорганизмов тесно связано с локальными почвенными условиями, что делает ее перспективной для поиска индикаторов состояния почвы, а также видов, потенциально пригодных для ремедиации деградированных почв урбандолиндов.

Список использованных источников

1 Ефремова, В. А. Сообщества почвенных водорослей и цианобактерий в экологической оценке городских почв (на примере г. Кирова): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08, 03.02.01 / Ефремова Виталина Александровна. – Киров, 2014. – 20 с.

2 Сафиуллина, Р. Р. Цианобактериально-водорослевые ценозы чернозема обыкновенного под растениями-фитомелиорантами в Зауралье Республики Башкортостан: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13, 03.02.01 / Сафиуллина Регина Ринатовна. – Уфа, 2014. – 19 с.

3 Isolation and purification of an axenic diazotrophic drought-tolerant cyanobacterium, *Nostoc commune*, from natural cyanobacterial crusts and its utilization for field research on soils polluted with radioisotopes / H. Katoh, J. Furukawa, K. Tomita-Yokotani, Y. Nishi // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics*. – 2012. – Vol. 1817, № 8. – P. 1499–1505.

4 Sorption of metals by extracellular polymers from the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* flos-aquae strain C3-40 / D. L. Parker, J. E. Michalick, M. J. Plude, T. P. Clark, L. Egan, J. J. Flom, L. C. Rau, H. D. Kumar // *J. Appl. Phycol.* – 2000. – Vol. 12, № 3. – P. 219–224.

5 Singh, N. K. Role of Cyanobacteria in Crop Protection / N. K. Singh, D. W. Dhar, R. Tabassum // *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. – 2014. – P. 1–8.

6 Mallavarapu, M. Healthy levels of soil algae lift plant growth / M. Mallavarapu // *CISRO Land and Water. Farming Ahead*. – 2001, December. – № 120. – P. 21.

7 ГОСТ 17.4.3.01-83. Общие требования к отбору проб. (СТ СЭВ 3347–82). – Введ. 1984-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 44 с.

8 Горюнов, А. В. Родовой состав и численность цианобактерий в антропогенно-преобразованных почвах г. Волгограда / А. В. Горюнов, А. А. Герасименко // *Концепт: науч.-метод. электрон. журн.* – 2014. – Т. 26. – С. 371–375.

9 Chemical compositions of wet precipitation and anthropogenic influences at a developing urban site in southeastern China / M. Zhang, S. Wang, F. Wu, X. Yuan, Y. Zhang // *Atmospheric Research*. – 2007. – Vol. 84, № 4. – P. 311–322.

10 Лось, Д. А. Как чувствуют стресс цианобактерии / Д. А. Лось // Химия и жизнь. – 2007. – № 7. – С. 33.

11 Штина, Э. А. Методы изучения почвенных водорослей / Э. А. Штина // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза: сб. ст. – М.: Наука, 1984. – С. 58–74.

УДК 621.72:634.958

Ю. И. Васильев, С. Ю. Турко, Н. Н. Овечко

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград, Российская Федерация

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССОВ АККУМУЛЯЦИИ МЕЛКОЗЕМА В СИСТЕМЕ ЛЕСОПОЛОС И СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ДЕФЛЯЦИИ

Целью исследований явилась разработка принципов моделирования и математической основы, а также определение количественных показателей аккумулятивного процесса в системах лесных полос с учетом их параметров, подверженности почв дефляции, размеров межполосных пространств и пылесборной площади перед первой, ветроударной, лесной полосой системы, характера ветрового режима и продолжительности ветроэрозионного периода.

Ключевые слова: скорость, ветер, продолжительность, пыльные бури, эродруемость почв, пылесбор, фронт, плотность почв, коэффициент аккумуляции, параметры систем лесополос.

Материалы и методы. Методика работ предусматривает использование данных аэродинамического исследования почв (критических скоростей ветра и эродруемости), материалов климатологии пыльных бурь и общей теории выдувания почвенного мелкозема. Для этого применялись общепризнанные методики, принятые в аэродинамике, климатологии и моделировании природных процессов.

Результаты и обсуждение. В настоящее время в сфере рационального природопользования возникает достаточно сложная ситуация. С одной стороны, экономические и социальные позиции требуют интенсивно эксплуатировать природный комплекс, с другой – экология не может позволять делать это безгранично и бесконтрольно, неизвестно, до каких пор природные комплексы могут выдержать антропогенное воздействие, не нарушив своей устойчивости и воспроизводимости ресурсов. Нет и однозначного ответа на вопрос о закономерностях стабилизации экологической и противодефляционной обстановки с помощью систем лесных полос.

Лесные полосы, с одной стороны, защищают почву от разрушения, с другой – оказывают мелиоративное действие на прилегающее к ним пространство. Их воздействие на окружающую среду зависит, в свою очередь, от ряда показателей, и прежде всего от параметров самих лесных полос и их систем, ориентации последних в пространстве, внешних условий развития обменных процессов, параметров среды и степени антропогенной нагрузки. Все это говорит о том, что рассматриваемый объект, во-первых, относится к категории сложных, а во-вторых, при организации территории и создании на ней системы лесных полос всегда существует оптимум решения задачи, при котором наилучшим образом решаются как экономические, так и экологические проблемы.

В данной статье делается попытка описать и смоделировать одни из важнейших элементов функционирования лесных полос на землях, подверженных дефляции, – аккумулятивный процесс и противодефляционную стабилизацию в системе лесных полос. Соответствующий подход подробно рассматривается ниже.

Общий перенос мелкозема на открытом пространстве $Q_{o.n.}$ (m^3) через фронт шириной B (м) за время t_n (ч) составит:

$$Q_{o.p.} = \frac{E \cdot t_p \cdot L_{п.п.} \cdot B}{2 \cdot 10^4 \cdot \rho_p},$$

где E – эродлируемость почвы при скорости ветра с обеспеченностью 20 %, т/га;

$L_{п.п.}$ – длина пылесборной площади, м;

ρ_p – плотность почвенного мелкозема, т/м³.

Очень важной характеристикой является предельная длина разгона двухфазного потока ($L_{п.g.}$).

По данным Е. И. Шиятого, она равна на глинистых почвах 2000 м, на тяжело-суглинистых – 1500 м, на среднесуглинистых – 1000 м, на легкосуглинистых – 500 м, на супесчаных – 250 м.

В том случае, если длина разбега двухфазного потока будет меньше предельной ($L_{п.g.}$), величина $Q_{o.p.}$ будет, естественно, другой. В этом случае должен быть учтен корректировочный коэффициент K_n , который может быть рассчитан по формуле:

$$K_n = L_{п.п.} / L_{п.g.}$$

Тогда фактический перенос составит:

$$Q_{ф.п.1} = K_n \cdot Q_{o.p.}$$

Отсюда первая со стороны пылесборной площади лесная полоса будет аккумулировать $Q_{a.1}$ мелкозема. Величина $Q_{a.1}$ может быть рассчитана по формуле вида:

$$Q_{a.1} = Q_{ф.п.1} \cdot K_{a.1},$$

где $K_{a.1}$ – коэффициент аккумуляционной способности первой основной лесополосы системы.

Значение $K_{a.1}$ можно находить, воспользовавшись соотношением вида:

$$K_{a.1} = 1 - 10^{-4} \varphi^2, \quad (1)$$

где φ – ажурность лесной полосы, %.

Вместе с тем надо помнить, что параметр φ зависит от удельной плотности насаждения, его возраста и направления визирования. Поэтому для его нахождения лучше использовать алгоритм, описанный авторами ранее [1].

Не аккумулированная в первой ветроударной лесной полосе часть мелкозема, очевидно, будет равна:

$$Q_{н.a.1} = Q_{ф.п.1} - Q_{a.1}$$

У следующих лесных полос, окаймляющих межполосную клетку, аккумулируемый эоловый материал должен рассчитываться как с учетом $Q_{н.a.1}$, так и с учетом выдутого мелкозема в межполосной клетке $Q_{в.1}$, объем которого определяется величиной межполосного пространства, подверженностью почв дефляции и ветровым режимом. Таким образом, объем мелкозема в воздушном потоке перед второй лесной полосой системы составит:

$$Q_{ф.п.2} = Q_{н.a.1} + Q_{в.1},$$

где $Q_{в.1}$ – объем выдутого мелкозема в первом межполосном пространстве, м³.

Объем же аккумулированного материала во второй лесной полосе системы составит:

$$Q_{a.2} = K_{a.2} \cdot Q_{ф.п.2},$$

где $K_{a.2}$ – коэффициент, который может быть рассчитан по формуле (1).

Остаточное количество мелкозема, поступающего к третьей лесной полосе системы, будет равно:

$$Q_{н.а.2} = Q_{ф.п.2} - Q_{а.2}.$$

По аналогии можно записать, что для любой лесной полосы системы будут справедливы следующие зависимости:

$$Q_{ф.п.i} = Q_{н.а.(i-1)} + Q_{в.(i-1)},$$

$$Q_{н.а.i} = Q_{ф.п.i} - Q_{а.i}.$$

Если допустить, что остающийся в воздушном потоке эоловый материал после очередного аккумулятивного процесса, который вызван тормозящими свойствами лесных полос, не влияет на степень выдувания мелкозема в межполосных пространствах, а аккумулятивные свойства лесных полос и эродуруемость почв по всей лесомелиоративной системе одинаковые, то количественный показатель процесса аккумуляции в системе из n лесных полос можно выразить системой уравнений вида:

$$\begin{aligned} QA_{n.1} &= Q_{в.1} \cdot K_{а.1} (1 - K_{а.1})^{n-1}; \\ QA_{n.2} &= Q_{в.1} \cdot K_{а.1} [(1 - K_{а.1})^{n-1} + m(1 - K_{а.1})^{n-2}]; \\ QA_{n.3} &= Q_{в.1} \cdot K_{а.1} [(1 - K_{а.1})^{n-1} + m(1 - K_{а.1})^{n-2} + m(1 - K_{а.1})^{n-3}]; \\ &\dots \\ QA_{n.n} &= Q_{в.1} \cdot K_{а.1} [(1 - K_{а.1})^{n-1} + m(1 - K_{а.1})^{n-2} + \dots + m(1 - K_{а.1})^{n-n}], \end{aligned} \quad (2)$$

где $QA_{n.1}$, $QA_{n.2}$, $QA_{n.3}$, $QA_{n.n}$ – аккумуляция в 1-й, 2-й, 3-й и n -й лесных полосах;

$Q_{в.1}$ – выдувание эолового материала на пылесборной площади перед первой лесной полосой системы, м³;

m – соотношение между выдуванием в межполосных пространствах системы и на открытой пылесборной площади ($Q_{в.i}/Q_{в.1}$);

$K_{а.1}$ – коэффициент аккумуляции для лесных полос системы, равный $1 - (0,01 \cdot \varphi)^2$, где φ – ажурность лесных полос системы, %;

n – порядковый номер лесных полос в системе.

Как видим, при большой величине n ($n > 10$) налицо сходящийся ряд, причем основной вес на выходе имеют последние три слагаемых заключительного уравнения. Поэтому для этого случая можно записать:

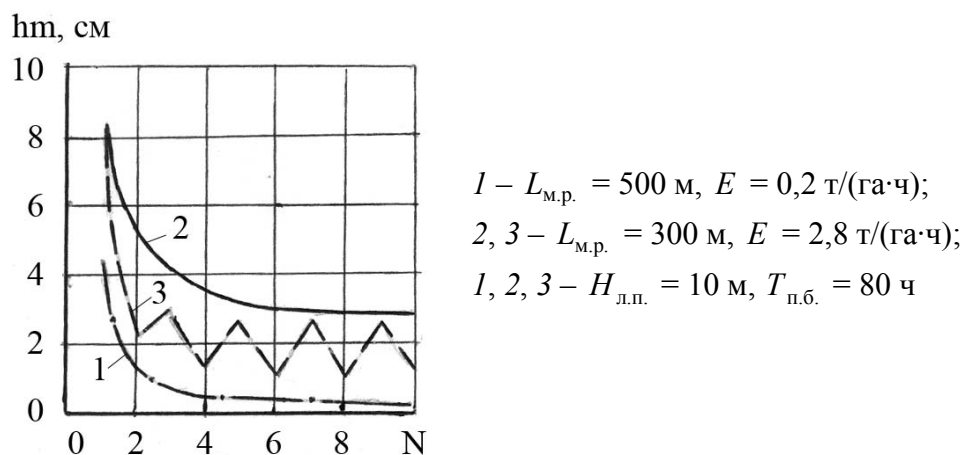
$$QA_{n.n} = Q_{в.1} \cdot K_{а.1} \cdot m [1 + (1 - K_{а.1}) + (1 - K_{а.1})^2]. \quad (3)$$

Это и есть предел, к которому стремится при принятых допущениях значение $QA_{n.n}$. Величина $QA_{n.n}$ в формулах (2) и (3) выражается в м³. Чтобы судить о максимальной высоте откладываемого мелкозема в лесных полосах (H_m), проще всего использовать зависимость, см:

$$H_m = \frac{2 \cdot QA_{n.n}}{10^4 \cdot S_A}, \quad (4)$$

где S_A – площадь, на которой идет активная аккумуляция мелкозема.

Сделанные с помощью зависимостей (2–4) расчеты выявили два очень характерных момента (рисунок 1). Во-первых, они указывают на то, что системы лесных полос являются мощным стабилизирующим объектом, существенно повышающим противодефляционную устойчивость территории. Во-вторых, они говорят о том, что в системах лесных полос всегда присутствует два характерных участка. На одном из них дефляционно-аккумуляционные процессы с удалением вглубь системы снижаются, а на другом мало изменяются. Нестабильный участок – это примерно 3–4 первых межполосных пространства, причем эта закономерность справедлива и для более тяжелых [$E = 0,2$ т/(га·ч)], и для более легких [$E = 2,8$ т/(га·ч)] по гранулометрическому составу почв. Разница лишь в активности протекания дефляционно-аккумуляционных процессов.



1, 2 – в межполосных пространствах защитный экран отсутствует;
3 – в нечетных межполосных пространствах защитный экран имеется

Рисунок 1 – Зависимость максимума шлейфа аккумуляции мелкозема (см) от номера и высоты лесополосы (N , $H_{л.п.}$), межполосных расстояний ($L_{м.р.}$), эролируемости почв (E) и времени пыльных бурь ($T_{п.б.}$)

Вместе с тем надо отметить один очень важный момент, а именно то, что представленный вариант математического оформления решения поставленной задачи – это обобщенный и определенным образом идеализированный вариант, дающий представление общесистемного характера. Чтобы максимально приблизить процесс аккумуляции к реальной вариации факторов, его определяющих, необходимо было в математической интерпретации изыскать возможность ввода параметров, учитывающих меняющиеся значения межполосных расстояний, длины зоны выдувания в межполосных пространствах, эролируемости и защищенности почв, ажурности и аккумулятивных свойств лесных полос, пылепоглощающей способности растительного экрана, если, конечно, он имеется на лесомелиорированной территории и в межполосных пространствах.

Учитывая сложность поставленной задачи, принятые подходы, а также современную парадигму решения подобных проблем [2–5], авторы пошли по пути алгоритмизации и создания компьютерного продукта (на Delphi-7 [6]), описывающих функционирование системы «лесонасаждение – аккумуляция мелкозема» и позволяющих определять объемы и массу аккумулятированного мелкозема в каждой из лесных полос их взаимодействующих систем [7] с удалением от начала систем в их глубь. Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 2.

Рисунок 3 показывает, что принятая расчетная схема дает результаты, аналогичные приведенным на рисунке 1, но позволяет учитывать большее число факторных параметров (ажурность лесных полос, защитные экраны на поверхности почвы, величину межполосного пространства, эролируемость почв, запыленность воздушного потока и др.). Как и ранее, здесь выделяются две характерные области в системе лесных полос: нестабильная и стабильная. Наличие защитного экрана на поверхности почвы искажает плавный характер изменения функции $h_m = f(N)$, но не нарушает общей закономерности стабилизирующих свойств системы лесных полос. Как и ранее, за 4–5-й лесной полосой системы аккумуляционный процесс практически не зависит от местоположения лесной полосы, а определяется главным образом подверженностью почв дефляции и параметрами лесных полос.

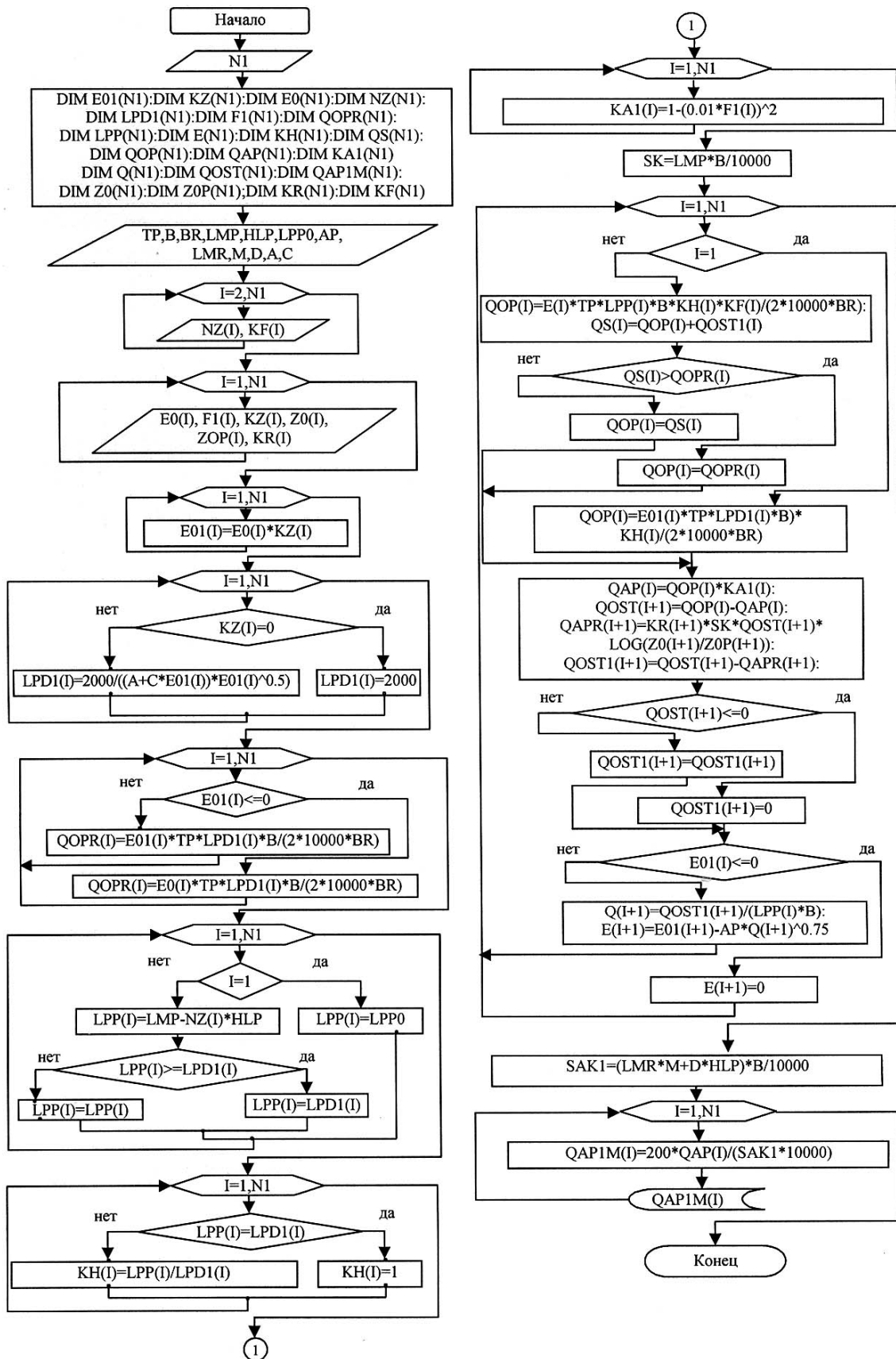
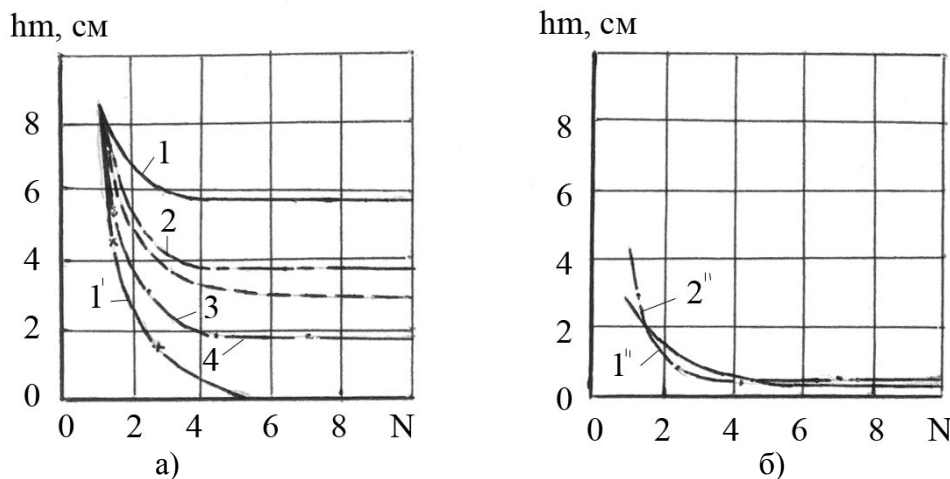


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма расчета аккумулятивного процесса мелкозема в лесных полосах их системы [по объему – QAP(I) и высоте – QAP1M(I)]



1, 2, 3, 4 – $L_{м.р.}$ равны 400, 320, 300 и 250 м; $H_{л.п.} = 10$ м;
 ажурность $\varphi = 60$ %; $E = 2,8$ т/(га·ч);
 $1''$, $2''$ – $L_{м.р.} = 500$ м; $\varphi = 50$ и 70 %; $H_{л.п.} = 10$ м; $E = 0,2$ т/(га·ч);
 $1'$ – дефляция на пылесборе есть, а в межполосных пространствах
 отсутствует ($L_{м.р.} = 500$ м, $\varphi = 60$ %, $H_{л.п.} = 10$ м)

Рисунок 3 – Зависимость максимума шлейфа аккумуляции мелкозема от номера и высоты лесополосы в системе (N , $H_{л.п.}$), межполосного расстояния ($L_{м.р.}$), эродированности почвы (E) и времени пыльных бурь ($T_{п.б.}$)

В целом модель и ее программная реализация вполне адекватно отражают реальные процессы и позволяют маневрировать широким диапазоном определяющих параметров при принятии наиболее рациональных управляющих решений в агролесомелиоративной практике на дефляционноопасных территориях.

Список использованных источников

- 1 Методика прогноза морфометрических характеристик и долговечности полезащитных лесных полос / Ю. И. Васильев, Л. И. Абакумова, С. Ю. Турко [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 44 с.
- 2 Борисов, Ю. П. Математическое моделирование радиосистем / Ю. П. Борисов. – М.: Советское радио, 1976. – 295 с.
- 3 Музыкин, С. Н. Моделирование динамических систем / С. Н. Музыкин, Ю. М. Родионова. – Ярославль: Верхне-Волжское кн. изд-во, 1984. – 301 с.
- 4 Франс, Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Х. М. Дж Торнли. – М.: Агропромиздат, 1987. – 399 с.
- 5 Демидович, Б. П. Численные методы анализа / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. – М.: Наука, 1967. – 368 с.
- 6 Delphi-7 / А. Д. Хомоненко, В. Гофман, Е. Мещеряков, В. Никифоров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1198 с.
- 7 Сенкевич, А. А. Защитная лесистость степных районов Северного Кавказа / А. А. Сенкевич // Экологическая роль защитных насаждений в агроаграрном ландшафте: сб. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1982. – С. 36–44.

УДК 631.613

Э. А. Гаевая, А. Е. МищенкоДонской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Рассвет,
Российская Федерация**СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ
ЭРОЗИОННООПАСНЫХ СКЛОНОВ**

Целью исследования явилось изучение вопросов, связанных с сохранением и восстановлением плодородия пахотного слоя почвы в севооборотах различной конструкции на эрозионноопасном склоне с контурно-ландшафтной организацией территории и полосным размещением культур. Установлено, что внесение в течение 10-летнего периода навоза и минеральных удобрений способствует воспроизводству гумуса, повышению продуктивности севооборотов. Полевые севообороты на эрозионноопасных склонах способны проявить высокую продуктивность, если будут надежно защищены от эрозионных процессов и иметь систему органических и минеральных удобрений, способную обеспечить необходимый уровень почвенного плодородия и экологическую безопасность в земледелии. Внесение в почву 8 т/га навоза и 84 кг/га д. в. азотных удобрений позволяет увеличить содержание гумуса на 0,32 % в сравнении с исходным содержанием. Для получения стабильных урожаев свыше 30 ц з. е./га необходимо вносить органические и минеральные удобрения в повышенных дозах, которые позволяют обеспечить расширенное воспроизводство органического вещества.

Ключевые слова: смыл почвы, гумус, фосфор, калий, продуктивность.

Эрозионноопасные склоны крутизной до 3,5–4,0° составляют на юге России более 20 % пахотных земель. Доля эродированных и дефлированных почв продолжает неуклонно увеличиваться. В течение последних 20 лет темпы их прироста достигли 6–7 % за каждые 5 лет. В результате эрозии и дефляции почв недобор урожая на пашне достигает 36 %, на других угодьях – 47 % [1].

Для предотвращения эрозионных процессов разработаны специальные почвозащитные севообороты, способные надежно защитить почву от водной эрозии.

Решение проблемы видится в придании полевым севооборотам определенных почвозащитных свойств, что становится возможным в условиях ландшафтного земледелия при контурно-ландшафтной организации территории эрозионноопасных склонов. При этом предполагаются полосное, приближенное к горизонталям местности размещение культур севооборота, горизонтальное направление обработки почвы, посева, всех видов уходовых работ и иных технологических операций [2].

Важным показателем почвенного плодородия, обуславливающим продуктивность культур, является содержание гумуса. Задача современного земледелия состоит в экологизации севооборотов с использованием биологической системы регулирования режима органического вещества в почве. Научно обоснованная организация территории эрозионноопасных склонов с использованием противоэрозионных обработок почвы способствует повышению влагообеспеченности и продуктивности сельскохозяйственных культур и севооборотов в целом.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в 2005–2014 гг. в многофакторном стационарном опыте, заложенном на склоне балки Большой Лог в Аксайском районе Ростовской области. Опыт был заложен в 1986 г. в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5–4,0° с комплексом гидротехнических приемов и простейших сооружений (валов-каналов и валов-террас), позволяющих снизить до безопасных пределов сток талой и ливневой воды и смыл почвы. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Исходное содержание гумуса в почве составляло 3,80–3,83 %.

В опыте изучали три севооборота, имеющих следующую структуру посевов: «А» – чистый пар 20 %, многолетние травы 0 % (пар, озимая пшеница, озимая пшеница, кукуруза на силос, ячмень); «Б» – чистый пар 10 %, многолетние травы 20 % (пар 1/2 + горох 1/2, озимая пшеница, кукуруза на силос, ячмень, многолетние травы – выводное поле); «В» – чистый пар 0 %, многолетние травы 40 % (кукуруза на силос, озимая пшеница, ячмень, многолетние травы – выводное поле, многолетние травы – выводное поле). Применялись три уровня органо-минеральной системы удобрений («0» – естественное плодородие; «1» – навоз КРС 5 т + N₄₆P₂₄K₃₀; «2» – навоз КРС 8 т + N₈₄P₃₀K₄₈ на 1 га севооборотной площади), а также две системы основной обработки почвы в севооборотах: чизельная (Ч) и отвальная обработки (О).

Баланс гумуса рассчитан по азоту по методу, разработанному М. К. Лыковым. Баланс рассчитывался по разнице между количеством новообразованного и минерализованного гумуса с указанием соответствующего знака (+ или –) [3].

Деградация почв является основной причиной снижения продуктивности сельскохозяйственных культур. Истощение почвы может происходить по нескольким причинам: это и дегумификация, и потери органического вещества в результате водной и ветровой эрозии, а также нарушение научно обоснованных севооборотов.

Истощение плодородного слоя почвы часто происходит из-за необоснованного применения основной обработки почвы – излишней минимизации или другой крайности – излишней обработки почвы (частота обработок, их глубина). Убедительным примером может служить обработка почвы под посев озимых культур после непаровых предшественников в условиях дефицита влаги, который на большей части территории южных регионов в это время наиболее ощутим. Излишнее количество и глубина уходовых обработок парового поля или поля пропашных культур ведут к разрушению почвы, потере почвенной влаги. Несоблюдение глубины обработки в эрозионноопасных условиях приводит к усилению разрушительных процессов как при дефляции, так и при водной эрозии почв.

Исследования, проведенные на эрозионноопасном склоне крутизной 3,5–4,0°, на котором максимальный смыв почвы составил 18,5 т/га, показали, что на части склона с контурно-ландшафтной организацией территории смыв почвы был значительно меньшим. Полосное размещение полей, обладающих различной возможностью противостоять смыву и размыву (пар – озимая пшеница, многолетние травы), позволило сократить проявление водной эрозии до 4,0 т/га и менее. За период исследований наибольший смыв почвы имел место в севообороте с 20 % чистого пара и без многолетних трав, самый низкий – в севообороте с 40 % многолетних трав в структуре, но без парового поля. Разница составила около 100 %. Использование почвозащитных обработок позволяет сократить смыв почвы до 15–20 % за счет оставления на поверхности стерневых остатков (таблица 1).

Таблица 1 – Смыв почвы в зависимости от конструкции севооборота и основной обработки почвы, среднее за 2005–2014 гг.

В т/га

Основная обработка почвы	Севооборот		
	А	Б	В
Ч	3,4	2,4	1,7
О	4,0	3,1	2,2

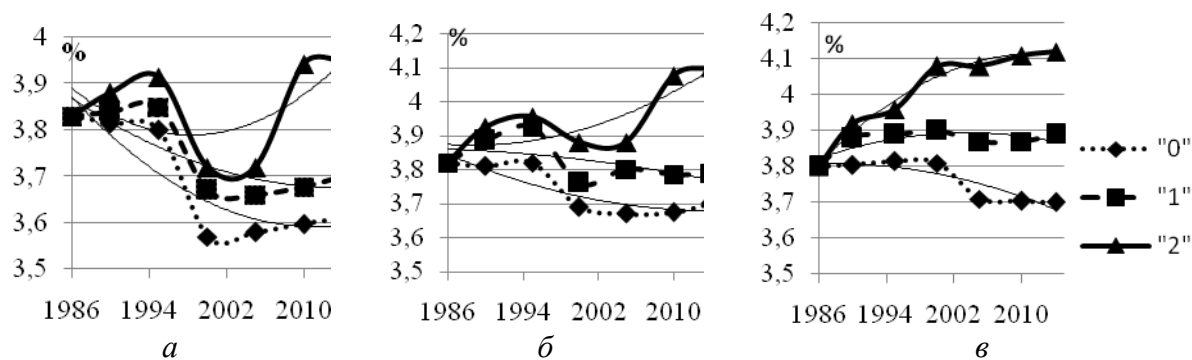
В результате исследования показателей почвенного плодородия в севооборотах при различном уровне применения органических и минеральных удобрений на эрозионноопасном склоне с контурно-ландшафтной организацией территории и полосным размещением культур было выявлено, что со стоком воды и смывом почвы теряется органическое вещество, а также основные элементы питания растений (таблица 2).

Таблица 2 – Потери основных элементов питания и гумуса со смывом почвы в зависимости от конструкции севооборота и основной обработки почвы, среднее за 2005–2014 гг.

Сево-оборот	Основная обработка почвы	Гумус, ц	Азот, кг	Фосфор, кг	Калий, кг
А	Ч	1,23–1,34	6,8–7,4	5,1–5,8	74,5–92,3
	О	1,44–1,58	8,0–8,7	6,0–6,8	87,6–108,6
Б	Ч	0,89–0,98	4,8–5,2	3,6–4,1	52,6–65,2
	О	1,15–1,27	6,2–6,7	4,7–5,3	67,9–84,2
В	Ч	0,63–0,70	3,4–3,7	2,6–2,9	37,2–46,2
	О	0,81–0,91	4,4–4,8	3,3–3,7	48,2–59,7

В севооборотах при контурно-ландшафтной организации территории склона и полосном размещении культур величина стока талой воды и смыва почвы в значительной мере зависела от соотношения эрозионноустойчивых и неустойчивых культур и чистого пара. Применение почвозащитных обработок на склоновых землях позволило уменьшить потери элементов питания со стоком и смывом. Потери гумуса сократились с 1,58 ц/га при отвальной обработке почвы в севообороте, имеющем в структуре посевных площадей 20 % пара, до 0,63 ц/га при чизельной обработке почвы в севообороте с 40 % многолетних трав. Разница в потере валового азота между севооборотом «А», наименее устойчивым к смыву почвы, и севооборотом «В», имеющим в структуре посевов 40 % многолетних трав и не имеющим поля чистого пара, составила 50 %. Применение противоэрозионных обработок позволило сократить эти потери на 15–20 %. Аналогичная динамика была выявлена по фосфору и калию.

Одним из основных факторов почвенного плодородия является органическое вещество почвы. Интерес представляют изменения запаса гумуса и его состава под воздействием севооборотов и системы удобрения. Длительное применение органических удобрений в виде навоза повышает содержание гумуса в почве, а применение минеральных удобрений поддерживает его на постоянном уровне, тогда как без удобрений интенсивное использование даже богатых черноземов приводит к сокращению содержания почвенной органики (рисунок 1).



а – севооборот «А»; б – севооборот «Б»; в – севооборот «В»

Рисунок 1 – Динамика содержания гумуса в севооборотах различной конструкции в зависимости от уровней применения удобрений в слое 0–30 см, 1986–2014 гг.

Содержание гумуса в верхнем слое почвы являлось наиболее постоянным показателем. За пять ротаций севооборотов с момента закладки опыта снижение количества гумуса в слое 0–30 см отмечено в варианте без применения удобрений (от 0,10 до 0,22 %). Применение повышенных доз удобрений позволило увеличить содержание гумуса с 3,80 до 4,12 %. Положительная динамика накопления органического вещества

за 29-летний период наблюдений отмечена при внесении повышенных доз органоминеральных удобрений. Причем наибольшее повышение количества было отмечено в севообороте с 0 % чистого пара и 40 % многолетних трав при внесении как повышенных доз удобрений, так и средних. Повышенные дозы внесения органических и минеральных удобрений позволили увеличить количество гумуса на 0,32 %, внесение удобрений в средних дозах позволяет поддерживать баланс гумуса на исходном уровне (рисунок 1, в).

В севооборотах, содержащих в структуре посевов 10 % чистого пара, положительная динамика накопления органического вещества наблюдается только при внесении повышенных доз удобрений (накопление органического вещества составляет 0,28 %). Внесение средних доз удобрений в этих севооборотах не позволяет поддерживать бездефицитный баланс гумуса (дефицит его составляет 0,09 %) (рисунок 1, б).

Севооборот, содержащий в структуре посевных площадей 20 % чистого пара, при внесении удобрений в средних дозах имеет дефицит гумуса (-0,13 %). Расширенное воспроизводство органического вещества почвы (+0,12 %) достигается только при внесении повышенных доз органических удобрений в этом севообороте (рисунок 1, а).

Основным органическим удобрением в севооборотах южных регионов остается навоз, несмотря на то что ежегодный выход его недостаточен для восстановления почвенной органики, израсходованной на производство сельскохозяйственной продукции. Несмотря на то, что использование дополнительных источников пополнения органического вещества (корневых и пожнивных остатков, соломы) приобретает все большее значение, полное и эффективное использование традиционного органического удобрения – навоза – остается необходимым и обязательным.

На эродированных склонах крутизной до 3,5–4,0° земледелие может быть устойчивым и достаточно продуктивным только при условии сохранения и восстановления почвенного плодородия. Применение только приемов почвозащитного комплекса не позволяет сохранить почвенное плодородие на высоком уровне, потери элементов питания необходимо компенсировать удобрениями.

Динамика содержания подвижного фосфора в вариантах опыта без применения минеральных удобрений в течение нескольких ротаций показала его уменьшение на 8–10 %. В наших исследованиях систематическое внесение удобрений в течение 29-летнего периода в севооборотах изменяет содержание подвижного фосфора в почве. При сопоставлении показателей обеспеченности P_2O_5 установлено, что содержание его в слое почвы 0–30 см увеличилось с 16,8–18,8 до 36,0–36,5 мг/кг почвы при умеренных дозах и до 46,6–48,2 мг/кг при повышенных дозах внесения удобрений, т. е. обеспеченность фосфором стала в первом случае повышенной, во втором – высокой. По результатам многолетних наблюдений содержание фосфора оказалось больше на 8,8–14,2 % в севообороте с 40 % многолетних трав и 0 % чистого пара по сравнению с севооборотом, в котором травы отсутствуют.

Аналогичным изменениям был подвержен калийный режим почвы в слое 0–30 см. При естественном плодородии содержание K_2O уменьшилось на 20,4–32,7 % по сравнению с исходным за пять ротаций севооборота. Систематическое внесение калийных удобрений позволило поддерживать содержание калия на уровне 438–455 мг/кг при умеренных дозах и на уровне 461–466 мг/кг при повышенных дозах внесения удобрений.

Почва севооборота «В», имеющего в своей структуре 40 % многолетних трав и обладающего почвозащитными свойствами, содержит на 5–7 % больше обменного калия, чем почва севооборота «А», в структуре которого имеется поле чистого пара, в большей степени подверженное эрозионным процессам [4].

Возврат в почву органического вещества и основных элементов питания происходит за счет корневых и пожнивных остатков возделываемых сельскохозяйственных культур (таблица 3).

**Таблица 3 – Количество пожнивных остатков, поступающих в почву
 в севооборотах различной конструкции, среднее за 2005 –2014 гг.**

В ц/га

Севооборот	Культура	Уровень системы удобрений		
		0	1	2
А	Озимая пшеница по пару	41,4	43,8	45,8
	Озимая пшеница по озимой пшенице	30,7	36,5	39,3
	Подсолнечник	44,3	45,5	46,6
	Яровой ячмень	20,9	22,4	23,0
Б	Горох	15,9	16,4	16,8
	Озимая пшеница по гороху	37,8	41,2	43,3
	Подсолнечник	44,2	45,6	46,8
	Яровой ячмень	21,2	22,6	23,4
	Многолетние травы	47,2	49,1	51,8
В	Кукуруза на силос	44,1	47,9	50,5
	Озимая пшеница по кукурузе на силос	31,7	36,8	39,4
	Яровой ячмень	21,3	22,7	23,5
	Многолетние травы	45,7	47,3	49,7
	Многолетние травы	45,7	47,2	49,6

В севооборотах накапливается наибольшее количество растительных остатков, поступающих в почву, после многолетних трав (до 51,8 ц/га сухого вещества), меньшее количество остается после пропашных (до 46,8 ц/га). Зерновые занимают промежуточное положение, накапливая до 45,8 ц/га. Наименьшее количество пожнивных остатков остается после зернобобовых культур (до 16,8 ц/га).

Наиболее важную роль в синтезе органического вещества играют многолетние травы. Поступление органического вещества с ними происходит не только с поукосно-корневыми остатками, но и за счет прижизненно отмирающей надземной части и потерь в процессе уборки после проведения каждого укоса.

В стационарном опыте Донского НИИСХ на склоне крутизной 3,5–4,0° при контурно-полосном размещении культур и чистого пара и естественном уровне питания положительный баланс гумуса наблюдался в полях с многолетними травами. С увеличением доли многолетних трав в севооборотах от 0 до 40 % увеличивался и приход гумуса (по углероду).

Расчеты показали, что в севообороте с 20 % чистого пара и 0 % многолетних трав при внесении 5 т навоза и 46 кг азота с минеральными удобрениями на 1 га севооборотной площади, а также поступлении азота с корневыми и пожнивными остатками и семенами создается дефицит гумуса. Внесение 8 т навоза и 84 кг азота в этом же севообороте позволяет поддерживать положительный баланс.

Сокращение площади чистого пара до 10 % и введение в севооборот 20 % многолетних трав при внесении 5 т навоза и 46 кг азота позволяют повысить содержание гумуса до 2,3 ц/га севооборотной площади, а с учетом поверхностного стока и смыва почвы его количество уменьшается до 1,9 ц/га. При внесении 8 т навоза и 84 кг азота баланс гумуса по углероду увеличился в 2 раза. Для замены органических удобрений необходимо внесение в почву дополнительно 1,0–1,5 т/га соломы озимой пшеницы, 0,9–1,1 т/га соломы гороха или введение в севооборот многолетних трав с долей 40 % в структуре севооборота и урожайностью 5,0–5,5 т/га [5].

На эродированных и эрозионноопасных склонах земледелие может быть устойчивым только при систематическом применении агроприемов, направленных на восстановление почвенного плодородия. Для получения стабильных урожаев до 25 ц з. е./га необходимо вносить под урожай навоз в дозе 5 т/га севооборотной площади,

до 30 ц з. е./га – в дозе 6 т/га, такие дозы позволяют обеспечить положительный баланс гумуса (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность севооборотов различной конструкции в зависимости от основной обработки почвы и уровня системы удобрений, 2005–2014 гг.

Севооборот	Основная обработка почвы	В т з. е./га Уровень системы удобрений		
		0	1	2
А	Ч	24,5	31,1	34,7
	О	24,4	30,9	34,8
Б	Ч	27,3	32,9	37,0
	О	27,9	33,4	37,8
В	Ч	24,9	31,1	35,4
	О	25,7	31,7	36,2

Продуктивность севооборотов зависит от уровня системы удобрений. Так, при среднем уровне (1) увеличение составляет 16,6–21,2 %, при повышенном (2) – 26,1–30,0 %. Относительно небольшое различие между показателями продуктивности при различных уровнях системы удобрений указывает на более высокий эффект от удобрений при умеренных дозах их использования, а также на возможность и далее повышать продуктивность пашни, но более высокой ценой.

Таким образом, определены действенные факторы сохранения и восстановления почвенного плодородия и повышения продуктивности севооборотов, расположенных на эрозионноопасных склонах, с учетом смыва почвы. Необходимо наряду с азотными удобрениями в дозе 46 кг/га д. в. вносить и органические удобрения до 5 т/га навоза или солому в севооборотах с многолетними травами, а в севооборотах без многолетних трав – 84 кг/га д. в. и 8 т/га соответственно, что обеспечит расширенное воспроизводство гумуса в обрабатываемом слое почвы до 0,32 %. Использование почвозащитных обработок и оставление на поле корневых и пожнивных остатков не только восполняют дефицит органического вещества, но и выполняют почвозащитную функцию, снижая сток талых и ливневых вод и предотвращая потери органического вещества и основных элементов питания почвы в результате эрозии. Для получения стабильных урожаев свыше 30 ц з. е./га необходимо вносить органические и минеральные удобрения в повышенных дозах, которые позволяют обеспечить расширенное воспроизводство органического вещества.

Список использованных источников

1 Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. А. В. Гордеева, Г. А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.

2 Листопадов, И. Н. Почвенное плодородие севооборотов на эрозионноопасных склонах / И. Н. Листопадов, Д. С. Игнатъев, А. Е. Мищенко // Плодородие. – 2009. – № 5. – С. 42–43.

3 Лыков, М. К. К методике расчета определения гумусового баланса почвы в интенсивном земледелии / М. К. Лыков // Известия ТСХА. – 1979. – № 3. – С. 21–34.

4 Гаевая, Э. А. Сохранение плодородия в севооборотах на эродированной пашне / Э. А. Гаевая // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 41–45.

5 Гаевая, Э. А. Воспроизводство гумуса в севооборотах, расположенных на эрозионно опасных склонах / Э. А. Гаевая // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(40). – С. 27–31.

УДК 634.958.631.615

Л. И. Абакумова

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград,
Российская Федерация

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА КОМПЛЕКСНЫХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ СУХОЙ СТЕПИ

Целью исследований явилось изучение роли озеленения сельских территорий, фермерских хозяйств и бригадных полевых станков на комплексных каштановых почвах сухой степи юго-запада Волгоградской области. Показана роль зеленых насаждений в экстремальных условиях роста. Приведен ассортимент устойчивых и декоративных древесных пород и кустарников. В процессе исследований ставились опыты по определению негативного влияния климатических условий на территории разной степени облесенности. Изучались параметры микроклимата: температура и относительная влажность воздуха, скорость ветра, температура почвы, освещенность. Исследованиями установлено, что облесение территории 2-рядными защитными лесными полосами из тополя канадского высотой 7,5 м (в безлиственном состоянии) снижает скорость ветра на 27–30 %, в период вегетации – на 42–45 % по сравнению с открытым полем, инсоляцию – на 3–7 %. На защищенной территории в летний период температура на поверхности почвы и в корнеобитаемом слое до 20 см ниже на 8–10 °С, воздуха – на 3–5 °С по сравнению с открытым пространством.

Ключевые слова: защитные лесные насаждения, климатические факторы, каштановые почвы, фермерские хозяйства, озеленение, микроклимат, древесные виды.

Озеленение территории сельских населенных мест является одним из важнейших элементов восстановления экологического равновесия природных объектов и создания благоприятных условий труда и отдыха работников сельского хозяйства. Основное место отводится защитным лесным насаждениям, которые увеличивают биоклиматический потенциал продуктивности земли, уменьшают вредное воздействие неблагоприятных антропогенных и климатических факторов, защищают прилегающую территорию от ветра и солнечной радиации, изменяют гидрологические и почвенные условия, создают условия для сохранения генофонда флоры и фауны, украшают природные агроландшафты.

Территории современных фермерских хозяйств Волгоградской области содержат сооружения производственного и бытового назначения, служат местом концентрации сельскохозяйственной техники, труда и отдыха рабочих. Озеленение этих мест преследует своей целью создание комфортных условий, защиту окружающей среды от загрязнения вредными выбросами и вредоносного действия суховейных ветров и др. [1]. Оптимальное выполнение этих функций защитными лесными насаждениями может быть достигнуто специальной территориальной планировкой в комплексе с озеленением наиболее устойчивыми и декоративными древесными породами и кустарниками.

Наиболее распространенные почвы юго-запада Волгоградской области – каштановые маломощные различного механического состава. Мощность гумусового горизонта колеблется в пределах 25,0–30,0 см, содержание гумуса составляет 1,6 %. На водоразделах встречаются среднемощные разности каштановых почв с мощностью гумусового горизонта 30–45 см и содержанием гумуса до 2,1–3,0 % [2].

Климат района резко континентальный с жарким сухим летом и холодной зимой. Характерной особенностью климата является его засушливость, осадков выпадает 300–400 мм (в теплый период 170–230 мм). Испаряемость за вегетационный период превышает количество осадков в 2,0–2,5 раза. Весенний период характеризуется быстрым

нарастанием положительных температур и интенсивным снеготаянием (10–12 дней). Весенне-летние осадки распределяются неравномерно: кратковременные дожди ливневого характера сменяются длинными засушливыми периодами с низкой относительной влажностью воздуха и наличием суховейных дней от 3 до 33. Этот район относится к числу экстремальных, требующих эффективных мер лесомелиорации.

Результаты и обсуждение. Расчет основных составляющих средообразующих параметров показал, что абсолютное количество тепла на прилегающей территории в зоне влияния лесных полос различное, но эта разница имеет определенную закономерность. Интенсивность тепловых потоков путем адвекции при удалении от лесных полос увеличилась, что обеспечило более сильное прогревание нижних слоев воздуха вне зоны влияния. На прилегающей территории интенсивность горизонтальных потоков тепла на поверхности почвы была ниже, чем по вертикали, и составляла 0,457–0,551 кал/(см²·мин), на высоте 50–100 см этот параметр находился в пределах 0,574–0,728 кал/(см²·мин). Данная закономерность сохранялась и за пределами влияния лесных насаждений. Эти различия обуславливаются совокупностью ряда факторов: метеорологическими условиями приземного слоя атмосферы, состоянием и характером растительного покрова, режимами увлажнения корнеобитаемой зоны почвы. Радиационные процессы, протекающие в приземном слое прилегающей территории, являются энергетической основой фотосинтеза и определяют жизнедеятельность и развитие растительности. Анализ данных радиационного баланса показал, что максимальное напряжение суммарной солнечной радиации приходится на прилегающую территорию (вне зоны влияния лесных насаждений) и составляет 1,12–1,23 кал/(см²·мин), на облесенной территории этот параметр снижается до 0,429–0,654 кал/(см²·мин). Следует отметить, что все составляющие радиационного баланса, особенно отраженная и рассеянная радиация, имели минимальные показатели на озелененной территории. Рассеянная радиация обладает более низким тепловым эффектом по сравнению с прямой, но под влиянием зеленых насаждений прослеживается некоторая тенденция к снижению. Следовательно, озеленение способствует улучшению микроклимата и создает более комфортные условия.

Установлено, что облесение территории 2-рядными защитными лесными полосами из тополя канадского высотой 7,5 м (в безлиственном состоянии) снижает скорость ветра на 27–30 %, в период вегетации – на 42–45 % по сравнению с открытым полем, инсоляцию – на 3–7 %. На защищенной территории в летний период температура на поверхности почвы и в корнеобитаемом слое до 20 см ниже на 8–10 °С, воздуха – на 3–5 °С по сравнению с открытым пространством.

Проведенное обследование существующих фермерских хозяйств и полевых станций показало, что ассортимент древесных пород и кустарников однообразен и представлен в основном различными видами тополей, вязом приземистым и обыкновенным, робинией лжеакацией, ясенем зеленым (ланцетным), кленом ясенелистным, смородиной золотой. Ставилась задача расширить ассортимент новыми устойчивыми декоративными породами, экзотами, интродуцентами, формами и гибридами, а также декоративными кустарниками.

С целью расширения биоразнообразия антропогенного ландшафта сельскохозяйственных территорий из имеющегося видового разнообразия местных и интродуцированных древесных пород и кустарников использовали наиболее эффективные и устойчивые виды.

Вокруг озеленяемой территории рекомендуется создавать защитные лесные полосы из высокорослых древесных пород: тополя, робинии, сосны обыкновенной, желтой, крымской, гледичии обыкновенной бесколючковой формы, дуба бареального, каштана конского, клена остролистного и др. Непосредственно в озеленяемой зоне для создания декоративных групп используются боярышники, ива вавилонская, ирга

круглолистная, клен татарский, туя западная, черемуха обыкновенная и виргинская, рябина черноплодная, яблоня кроваво-красная, шелковица белая, бирючина, сирень и другие устойчивые виды, которые при 2–3-разовом поливе за вегетационный период могут давать прирост до 0,8–1,5 м. Черемуха виргинская и ирга круглолистная начинают цвести и дают плоды уже в первый год посадки двухлетними саженцами. Отсутствие систематических лесоводственных уходов приводит к быстрой потере их роста, декоративности и снижает долговечность.

Были высажены разнообразные экзоты и интродуценты, формы и гибриды, выращенные в питомниках ВНИАЛМИ и Нижневолжской селекционной станции (г. Камышин). С учетом почвенно-климатических условий внедряли не только устойчивые, но и декоративные деревья и кустарники: робинию лжеакацию (*Robinia pseudoacacia* L.) пирамидальной формы, робинию пышную (*R. luxurians* (Dieck) S.K. Schneid), софору японскую (*Sophora japonica* L.), ясень ланцетный (*Fraxinus americana* L.), липу амурскую (*Tilia amurensis* Rupr.), рябину американскую (*Sorbus americana* Marsh), дуб северный (бореальный) (*Quercus borealis* Michx.), клены остролистный (*Acer platanoids* L.), гиннала, или приречный (*A. ginnala* Maxim), серебристый (*A. saccharinum* L.), гледичию обыкновенную бесколючковой ф. (*Gleditsia triacanthos* L. f. *inermis* (L.) Lbl.), черемуху виргинскую (*Padus virginiana* (L) Mill.), иву вавилонскую (*Salix babylonica* L.), орех черный (*Juglans nigra* L.), конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), тополь пирамидальный канадский (*Populus pyramidalis* Jabl. x *Canadensis* Moench). Из хвойных внедряли сосну желтую (*Pinus ponderosa* Dougl.), тую западную (*Thuja occidentalis* L.), можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.) и кустарники сирень обыкновенную (*Syringa vulgaris* L.) и пурпурной формы (*S. josikaea* Jacq.), барбарис обыкновенный пурпурной формы (*Berberis vulgaris* var. *purpurea* Bert), спирею широколистную (*Spiraea latifolia* (Ait.) Borkh.), Вангутта (*S. vanhouttei*), бирючину обыкновенную (*Ligustrum vulgare* L.), кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schleent), шиповник обыкновенный (*Rosa canina* L.), иргу колосистую (*Amelanchier spicata* (Lam) C. Koch), смородину золотую (*Ribes aureum* Pursh), скумпию, или желтинник (*Cotinus coggygris* Scop.).

Известно, что лимитирующим фактором при выращивании озеленительных насаждений в сухостепной зоне является влага. Исследования водного режима растений в засуху и в оптимальных условиях увлажнения (интенсивности транспирации, оводненности листьев и побегов, водоудерживающей способности) показали, что более засухоустойчивые древесные растения быстро реагируют на полив, у них происходит интенсивная регенерация тканей, снижается водный дефицит листьев и восстанавливается водный режим. Особенно высокой мобильностью отличались робиния лжеакация, ясень ланцетный, дуб красный. В засуху при низкой влажности почвы интенсивность транспирации варьировалась в пределах 230,5–293,8 мг/г, при достаточной водообеспеченности эти показатели увеличивались в 2–3 раза. Древесные растения, требовательные к влаге, в оптимальные периоды влагообеспеченности имели довольно высокую транспирацию: ива вавилонская – 1395 мг/г, орех черный – 998 мг/г, конский каштан – 916 мг/г. Как правило, эти растения имеют большую площадь листовой поверхности и нуждаются в частых поливах. Интенсивность транспирации у кустарников в оптимальных условиях и в засуху колебалась незначительно, они менее требовательны к влаге и более устойчивы к неблагоприятным условиям среды. Вместе с робинией, ясенем, дубом, гледичией их можно высаживать в наиболее жестких условиях произрастания при отсутствии поливов.

Для озеленения сельских территорий следует составить проект озеленения, в котором предусматриваются зоны тихого и активного отдыха, спорт-площадка, затененные беседки, озеленение возле жилых построек. Всю площадь желательно окружить двумя-тремя рядами кустарников, чтобы избежать появления излишнего шума, газа,

пыли. По возможности места озеленения (полностью или частично) засеваются газонной травой, разбиваются цветники, высаживаются одиночные деревья или группы декоративных деревьев, кустарников.

Озеленение сельскохозяйственных территорий требует значительных усилий и затрат [3, 4]. Поэтому в наиболее жестких условиях произрастания целесообразно ограничить их территории непосредственно рекреационной зоной на площади до 0,5 га, что позволит снизить затраты на их создание и вырастить более декоративные интродуценты и экзоты.

Выводы. В экстремальных условиях зеленые насаждения по своим лесомелиоративным, биологическим, эстетическим и рекреационным свойствам являются важнейшим звеном экосистемы. Установлено, что облесение территории 2-рядными защитными лесными полосами из тополя канадского в безлиственном состоянии снижает скорость ветра на 27–30 %, в период вегетации – на 42–45 % по сравнению с открытым полем, инсоляцию – на 3–7 %. На защищенной территории летом температура на поверхности почвы и в корнеобитаемом слое до 20 см ниже на 8–10 °С, воздуха – на 3–5 °С по сравнению с открытым пространством.

Элементы озеленения необходимо широко внедрять в сельскохозяйственное производство, что не только улучшит условия работы сельских тружеников, но и будет являться важным фактором охраны и облагораживания агроландшафтов.

Список использованных источников

1 Власенко, М. В. Влияние защитных лесных насаждений и микрорельефа на продуктивность кормовых угодий Сарпинской низменности / М. В. Власенко // Аридные экосистемы. – 2014. – № 4(61). – С. 99–104.

2 Физико-химические характеристики почв Северо-Западного Прикаспия и пути сохранения и воспроизводства их плодородия в полупустынной зоне европейской части РФ / В. И. Мухортов, В. А. Федорова, Е. В. Сердюкова, М. В. Власенко // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2011. – № 2. – С. 32–39.

3 Сергеева, С. И. Энергоемкость и капиталоемкость создания защитных лесных насаждений на светло-каштановых почвах Волгоградской области / И. С. Сергеева, С. Ю. Турко // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 12. – С. 84–85.

4 Оценка почвозащитного влияния лесных полос с учетом их возрастного аспекта при новых условиях землепользования на пашне сухой степи Нижнего Поволжья / И. С. Сергеева, Ю. И. Васильев, Н. Н. Овечко [и др.]. – Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 8(70). – С. 64–66.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

УДК 636.082

Н. М. Ворожбит

Тернопольская государственная сельскохозяйственная опытная станция Института кормов и сельского хозяйства Подолья, Тернополь, Украина

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МИКРОКЛИМАТ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Как показывают исследования, микроклимат помещений в стойловый период не всегда соответствует зоогигиеническим требованиям. Зимой температура воздуха в помещениях обычно не превышает плюс 5–6 °С, а в некоторых случаях опускается ниже нуля. Относительная влажность нередко достигает 98–100 %. Содержание аммиака превышает допустимую норму в 2–4 раза. Температура пола и стен опускается до плюс 1–2 °С. Недостаточное внимание к состоянию микроклимата животноводческих помещений оборачивается большими потерями для производства: в молочном стаде потери молока могут составить 10–20 %, уменьшение прироста живой массы – 20–30 %, отход молодняка – 5–40 %, сокращение срока хозяйственного использования животных – 15–20 %. В целом расходы на производство единицы продукции возрастают на 20–35 %.

Ключевые слова: микроклимат, животноводческие помещения, животные, температура воздуха, относительная влажность, концентрация вредных газов.

Современные технологии производства продукции животноводства требуют максимального соответствия условий содержания животных их природным параметрам внешней среды.

Основным резервом при направленном выращивании ремонтного молодняка крупного рогатого скота, наряду с обеспечением кормовой базы, является создание оптимальных технологических условий, к которым относятся показатели микроклимата [1, 2].

На микроклимат животноводческих помещений оказывают существенное влияние природно-климатические условия района, в котором находится хозяйство: интенсивность солнечной радиации, количество пасмурных и солнечных дней в году, движение воздушных масс, температура летних и зимних месяцев, содержание влаги в воздухе, количество атмосферных осадков.

Многочисленными исследованиями установлено, что поддержание благоприятных параметров воздушной среды (например, температуры, влажности) дает значительный экономический эффект. При низкой температуре животноводческих помещений повышается расход кормов и снижается прирост веса животных. Практика показывает, что снижение температуры на 1 °С увеличивает расход энергии на 5–6 %. Колебания температуры в помещении не должны превышать 3 °С, вредна также излишняя влажность [3].

Содержание животных в холодных, сырых, плохо вентилируемых, со сквозняками зданиях приводит к снижению производительности, увеличению затрат кормов на единицу продукции, росту заболеваний, особенно молодняка. Ухудшается качество животноводческой продукции: молоко загрязняется, приобретает аммиачный запах, повышаются его кислотность и бактериальная загрязненность [4].

Как показывают исследования, микроклимат помещений в стойловый период, а также физиологическое состояние животных не всегда соответствует зоогигиеническим

требованиям. Зимой температура воздуха в помещениях обычно не превышает плюс 5–6 °С. В некоторых случаях она опускается даже ниже нуля. Относительная влажность нередко достигает 98–100 %. Содержание аммиака превышает допустимую норму в 2–4 раза. Температура пола и стен опускается до плюс 1–2 °С. Такой неблагоприятный микроклимат вызывает заболеваемость животных, особенно молодняка, на 20–35 % увеличиваются расходы на производство единицы продукции [1].

При содержании коров в помещениях с температурой воздуха ниже 5 °С снижаются надои на 1–2 литра в сутки, а прирост массы телят – на 15–20 % [5].

В климатических условиях летнего периода важным является контроль за состоянием здоровья животных. Важно не допустить возникновения теплового стресса, используя при этом как простые средства защиты от солнца, так и сложные системы активного охлаждения.

Согласно нормам, в воздушной среде помещения для коров углекислого газа должно быть не более 0,25 %, аммиака – не более 20 мг/м³, а сероводорода – только следы (таблица 1).

Таблица 1 – Предельно допустимая концентрация вредных газов в воздухе производственных помещений для содержания животных

Группа животных	Углекислый газ		Аммиак, мг/м ³	Сероводород, мг/м ³
	%	л/м ³		
Телята до 3-месячного возраста	0,20	2,0	10	5
Телята от 3- до 6-месячного возраста	0,25	2,5	15	10
Молодняк и взрослые животные	0,25	2,5	20	10

Вредные газы при достаточно хорошей вентиляции удаляются из животноводческих помещений вместе с водяными парами. Зимой вентиляция должна обеспечить приток не менее 15 м³ свежего воздуха в час на 100 кг массы коров. Это способствует поддержанию нормальной относительной влажности, не превышающей 70–75 %. Когда из помещений непрерывно удаляется избыточная влажность, животные лучше переносят морозы.

Нормы технологического проектирования содержат научно обоснованные параметры микроклимата для всех видов и возрастных групп животных и являются обязательными для соблюдения, правда, при условии, что руководители и специалисты животноводческого предприятия хотят получить максимальное количество продукции при минимальной ее себестоимости.

В противном случае недостаточное внимание к состоянию микроклимата на животноводческих фермах и комплексах со стороны руководителей и специалистов всегда оборачивается большими потерями для производства, которые можно подтвердить следующими цифрами: в молочном стаде потери только по молоку составят 10–20 %, уменьшение прироста живой массы – 20–30 %, отход молодняка – 5–40 %, сокращение срока хозяйственного использования животных – 15–20 %, сокращение срока использования помещений и технологического оборудования в 2,0–2,5 раза [6].

Список использованных источников

1 Зайцев, А. М. Влияние микроклимата на продуктивность животных / А. М. Зайцев, В. И. Жильцов, А. В. Шавров // Микроклимат животноводческих комплексов. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 5–12.

2 Ткаченко, Т. Е. О приспособлении животных к условиям окружающей среды / Т. Е. Ткаченко // Молочное и мясное животноводство. – 2003. – № 3. – С. 36–37.

3 Астанкова, Е. Ф. Использование полезной энергии корма молодняком крупного рогатого скота при повышенных температурах окружающей среды / Е. Ф. Астанкова, С. П. Зазимко, Х. Кайтаева // Труды Кубанского сельскохозяйственного института, 1984. – Вып. 239. – С. 58–63.

4 Симонова, О. Г. Выращивание молодняка при пониженной температуре воздуха / О. Г. Симонова // Ветеринария. – 1984. – № 10. – С. 18–20.

5 Величко, В. О. Фізіологічний стан організму тварин, біологічна цінність молока і яловичини та їх корекція за різних умов середовища / В. О. Величко. – Львов: Кварт, 2007. – 294 с.

6 Третьяков, И. С. Влияние микроклимата на естественную резистентность телят / И. С. Третьяков // Ветеринария. – 1993. – № 10. – С. 13–15.

УДК 634.75:631.53.03(477.7)

Г. В. Карашук, С. О. Лавренко, Т. С. Рыбалкина

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДГОТОВКИ РАССАДЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ ЮГА УКРАИНЫ

Целью исследований являлось изучение влияния способа подготовки рассады на урожайность сортов земляники садовой при капельном орошении в условиях юга Украины в период 2013–2014 гг. Установлено, что показатель приживаемости растений садовой земляники различных сортов был наибольшим при способе подготовки укорененной рассады в горшках (97,8–99,2 %). Среди сортов приживаемость растений лучшей была у Клери. Применение способа подготовки рассады «фриго» увеличивало количество цветков на одном растении у сортов Ольвия и Хоней на 1,0 шт., у Клери – на 1,5 шт., у Дарселекта – на 1,1 шт., а способа укоренения в горшках – на 1,6; 1,7; 2,7 и 2,4 шт. соответственно. Наибольшее количество цветков на одном растении было у сорта Клери (5,2–7,9 шт. в зависимости от способа подготовки рассады), а наименьшее – у Хоней (4,8–6,5 шт. соответственно). Применение способа подготовки рассады «фриго» увеличивало урожайность земляники на 11,8–19,8 % в сравнении с контролем (свежезаготовленной рассадой), а при высаживании укорененной рассады в горшках данный показатель увеличивался соответственно на 30,9–36,6 %. Самую высокую урожайность в среднем за годы исследований сформировал сорт Клери (17,2–23,5 т/га в зависимости от способа подготовки рассады). При орошении в условиях юга Украины для получения урожайности земляники садовой на уровне 23 т/га с высокими показателями качества ягод с целью потребления в свежем виде и переработки рекомендуется выращивать сорта Клери и Дарселект и использовать укорененную рассаду в горшках.

Ключевые слова: земляника, сорт, рассада, приживаемость, плодоношение, урожайность.

Введение. Одним из основных и наиболее важных элементов современных технологий выращивания ягодных культур является использование высококачественного посадочного материала.

Рынок ягод, и в частности рынок свежей земляники садовой, сегодня находится в стремительном развитии практически во всем мире. Стимулом к ежегодному расширению мировых земляничных плантаций является растущий спрос на свежие ягоды. Правильный выбор сорта имеет большое значение для получения высоких урожаев любой культуры, в том числе и земляники садовой. Экономическая значимость земляники обуславливается увеличением объема производства этой культуры. Современные производители большое внимание уделяют сортам интенсивного типа – высокопродуктивным и раннеспелым, которые могут обеспечить гарантированный урожай ягод высокого качества.

Уже сейчас активно эксплуатируются земляничные плантации по интегрированной

интенсивной технологии, основанной на использовании специальным образом подготовленной «фриго»-рассады, специализированной автотехники, капельного орошения, высокой плотности высадки и мульчирующей пленки. Средняя урожайность ягодных культур при интенсивной технологии выращивания выше традиционной более чем в 2 раза. Для промышленного выращивания применяют новые высокопродуктивные сорта, в том числе сорта, которые плодоносят в конце лета – начале осени [1, 2].

В связи с этим разработка и внедрение в производство усовершенствованных элементов технологии выращивания земляники садовой при капельном орошении на юге Украины, в частности определение оптимального способа подготовки рассады и лучших сортов, которые обеспечат стабильный уровень урожайности культуры с высокими показателями качества ягод, являются важными и актуальными.

Материал и методы. Урожайность сортов земляники садовой в зависимости от способа подготовки рассады при капельном орошении изучали в полевых опытах, которые были проведены в течение 2012–2014 гг. в ООО «Франко» Белозерского района Херсонской области (Украина).

Анализ формирования урожайности сортов земляники садовой в зависимости от способа подготовки рассады при капельном орошении проводили в двухфакторном опыте. Схема опыта: фактор А (сорт): Ольвия, Хоней, Клери, Дарселект; фактор В (способ подготовки рассады): свежезаготовленная, укорененная в горшках, «фриго». Повторность опыта четырехкратная, посевная площадь делянки – 200 м², учетная – 50 м².

Агротехника земляники садовой была общепринятой для условий орошаемой зоны юга Украины. Предшественник – ячмень яровой. Обработка почвы под землянику включала глубокую зяблевую вспашку с внесением 400–600 кг/га суперфосфата и 300–500 кг/га хлористого калия. До высадки растений поле поддерживали в состоянии черного пара. Перед высадкой подготовленной рассады сформировали гряды высотой 25 см, шириной 70 см с помощью агрегата AL-S14 Checchi & Magli с одновременной укладкой капельной ленты и мульчирующей пленки. Отверстия в пленке делали с помощью специального колеса, которое устанавливалось на агрегате, расстояние между отверстиями – 20 см. Высаживали подготовленную различными способами рассаду земляники садовой вручную в конце августа в хорошо увлажненную почву. После высадки проводили полив нормой 150 м³/га. Сбор урожая начинался в первой декаде мая и осуществлялся вручную до третьей декады июня. Из каждого сорта было произведено 4 выборки. Собирали землянику садовую в специальные картонные ящики по 2,0–2,5 кг.

Результаты и обсуждение. У разных сортов земляники садовой в зависимости от способа подготовки рассады приживаемость была не одинакова (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние способа подготовки рассады земляники садовой на приживаемость растений (среднее за 2013–2014 гг.)

В процентах

Способ подготовки рассады	Приживаемость			
	Ольвия	Хоней	Клери	Дарселект
Свежезаготовленная (контроль)	89,5	87,3	94,5	89,3
Укорененная в горшках	98,0	97,8	99,2	99,0
«Фриго»	96,5	96,2	98,4	96,9

Наименьшим этот показатель был у свежезаготовленной рассады, в среднем за 2013–2014 гг. он составил 87,3–94,5 % в зависимости от сорта. В условиях применения способа подготовки рассады «фриго» приживаемость растений составила от 96,2 % (у сорта Хоней) до 98,4 % (у Клери).

Наибольшим показатель приживаемости растений земляники садовой различных сортов был при применении способа подготовки укорененной рассады в горшках (97,8–99,2 %).

Среди сортов приживаемость растений лучшей была у Клери.

Результаты наших исследований показали, что способ подготовки рассады влияет на показатели плодоношения сортов земляники садовой (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели плодоношения сортов земляники садовой в зависимости от способа подготовки рассады (среднее за 2013–2014 гг.)

Способ подготовки рассады	Количество цветков на одном растении, шт.	Средняя масса ягоды по всем сборам, г	Масса ягод с одного растения, г
Ольвия			
Свежезаготовленная (контроль)	5,0	18,7	353,4
Укорененная в горшках	6,6	22,2	472,4
«Фриго»	6,0	20,4	405,8
Хоней			
Свежезаготовленная (контроль)	4,8	14,7	331,9
Укорененная в горшках	6,5	21,3	439,1
«Фриго»	5,8	18,4	379,6
Клери			
Свежезаготовленная (контроль)	5,2	21,5	410,5
Укорененная в горшках	7,9	25,1	560,7
«Фриго»	6,7	23,2	489,1
Дарселект			
Свежезаготовленная (контроль)	4,4	26,1	398,3
Укорененная в горшках	6,8	27,8	550,4
«Фриго»	5,5	20,8	493,5

Применение способа подготовки рассады «фриго» в среднем за 2013–2014 гг. увеличивало количество цветков на одном растении у сортов Ольвия и Хоней на 1,0 шт., у Клери – на 1,5 шт., у Дарселекта – на 1,1 шт., а применение укоренения в горшках – соответственно на 1,6; 1,7; 2,7 и 2,4 шт.

Среднее наибольшее количество цветков на одном растении отмечалось у сорта Клери и изменялось в пределах 5,2–7,9 шт. в зависимости от способа подготовки рассады, а наименьшее – у сорта Хоней (4,8–6,5 шт. соответственно).

Результаты наших исследований показали, что применение способа подготовки рассады «фриго» увеличило урожайность земляники садовой в среднем по сортам за 2013–2014 гг. на 11,8–19,8 % в сравнении с контролем (свежезаготовленной рассадой), а при высаживании укорененной рассады в горшках данный показатель увеличился соответственно на 30,9–36,6 % (таблица 3).

Самую высокую урожайность в среднем за 2013–2014 гг. сформировал сорт Клери (17,2–23,5 т/га в зависимости от способа подготовки рассады). Среди других сортов земляники садовой самый высокий показатель был у сорта Дарселект (15,8–22,8 т/га). Самой низкой урожайностью была у сорта Хоней (от 13,6 т/га при использовании свежезаготовленной рассады до 17,8 т/га при укоренении рассады в горшках).

Сорт украинской селекции Ольвия сформировал урожайность в среднем за 2013–2014 гг. на уровне 14,4–18,9 т/га.

Следует отметить, что урожайность земляники садовой в 2013 г. была выше урожайности в 2014 г. в среднем по опыту на 8,3–21,1 %.

Таблица 3 – Урожайность сортов земляники садовой в зависимости от способа подготовки рассады

В т/га

Способ подготовки рассады (В)	Год исследований		Среднее за 2013–2014 гг.	
	2013	2014		
Ольвия (А)				
Свежезаготовленная (контроль)	15,5	13,3	14,4	
Укорененная в горшках	19,9	17,9	18,9	
«Фриго»	17,3	14,9	16,1	
Хоней (А)				
Свежезаготовленная (контроль)	14,9	12,3	13,6	
Укорененная в горшках	19,4	17,1	17,8	
«Фриго»	16,9	14,6	15,8	
Клери (А)				
Свежезаготовленная (контроль)	18,2	16,1	17,2	
Укорененная в горшках	24,5	22,6	23,5	
«Фриго»	21,5	19,8	20,6	
Дарселект (А)				
Свежезаготовленная (контроль)	16,7	14,9	15,8	
Укорененная в горшках	23,2	22,3	22,8	
«Фриго»	18,9	16,9	17,9	
НСР ₀₅ , т/га	А	0,92	0,57	0,81
	В	0,34	0,21	0,27

Выводы. При орошении в условиях юга Украины для получения урожайности земляники садовой на уровне 23 т/га с высокими показателями качества ягод с целью потребления в свежем виде и переработки рекомендуется выращивать сорта Клери и Дарселект с использованием рассады, укорененной в горшках.

Список использованных источников

1 Медведева, О. П. Земляника. О сортах. Основные различия / О. П. Медведева // Садовод и огородник. – 2011. – № 13. – С. 8–9.

2 Выращивание садовой земляники [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://planeta2012.com.ua>, 2015.

УДК 633.15:631.527.5:631.67(477.7)

Н. А. Иванов, Е. В. Сидякина

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОЗДНЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ ЮГА УКРАИНЫ

Один из самых эффективных приемов снижения энергозатратности выращивания кукурузы на зерно в условиях орошения – использование гибридов с высокой адаптивной способностью. При этом оценку потенциала гибрида целесообразно проводить в экологических испытаниях, в которых можно выявить адаптивность к почвенно-климатическим условиям, установить реакцию генотипа на варьирование факторов внешней среды и определить наиболее перспективные образцы для конкретных регионов. Изучение реакции позднеспелых гибридов кукурузы при орошении в условиях четырех агроэкологических пунктов Херсонской области (Украина) показало, что выращивание гибрида Перекон СВ позволит стабилизировать уровень урожайности,

минимизировать расходы и получить максимальную прибыль на фоне высокой энергетической эффективности. При оптимальном агротехническом обеспечении и уборке урожая в початках (без принудительного искусственного досушивания) данный гибрид обеспечит получение высоких показателей урожайности зерна (102,4–121,0 ц/га), уровня рентабельности (2,3–7,2 %) и энергетического коэффициента (1,84–2,35).

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, группа спелости, урожайность, экологический пункт исследований, экономическая эффективность, энергетическая эффективность.

Введение. Агроэкологические основы районирования сельскохозяйственных культур в последнее время привлекают пристальное внимание растениеводов. Известно, что для получения высокой урожайности с высокими показателями качества продукции в той или иной почвенно-климатической зоне необходимы определенные параметры метеорологических и почвенных условий.

Несовершенная технология и недостаточно тщательно подобранный тип гибрида являются основной причиной низкой урожайности и чрезвычайно высокого уровня ее колебаний как по годам, так и по отдельным территориям. Каждый гибрид может иметь определенные преимущества в той или иной агроклиматической зоне при определенном технологическом обеспечении. Поэтому научным работам, которые направлены на оптимизацию сортового состава для конкретного региона, уделяется большое внимание [1, 2].

Существуют различные способы выбора лучших гибридов для конкретных условий выращивания, однако большой выбор гибридов не дает качественной характеристики отдельных генотипов, поэтому процесс выбора должен быть системным [3]. Наиболее обоснованным и совершенным средством оценки сортового состава являются изучение новейших генотипов в конкретных агроэкологических условиях, определение параметров проявления урожайности и экологической стабильности [4, 5].

Материал и методы. Основной задачей проведенных авторами исследований было изучение реакции позднеспелых гибридов кукурузы Перекоп СВ и Борисфен 600СВ на агроэкологические параметры выращивания при орошении в условиях Херсонской области (Украина). Опыты проводили в течение 2006–2008 гг. в четырех пунктах Херсонской области (в трех административных районах: Днепропетровском, Каховском, Ивановском). Границы районов не соответствуют базовым элементам разделения по почвенно-экологическим требованиям зонального районирования, поэтому подробную характеристику опытных участков приводим по специальным разработкам [6].

В полевых опытах изучали следующие факторы и их варианты:

- фактор А – экологические пункты исследований:

а) опытное поле Херсонского государственного аграрного университета (Ивановский район; подзона сухостепная сухая; педопарцелла 3,29; $ГТК_{V-IX} = 0,51-0,60$);

б) опытное поле Института земледелия южного региона (Днепропетровский район; подзона сухостепная сухая; педопарцелла 3,15; $ГТК_{V-IX} = 0,51-0,60$);

в) опытное хозяйство «Каховское» (Каховский район; подзона степная южно-умеренная; педопарцелла 2,27; $ГТК_{V-IX} = 0,61-0,66$);

г) опытное хозяйство «Асканийское» (Каховский район; подзона степная южно-умеренная; педопарцелла 2,29; $ГТК_{V-IX} = 0,61-0,66$);

- фактор В – гибриды кукурузы: Перекоп СВ, Борисфен 600СВ.

Полевые опыты были заложены в четырехкратной повторности. Учетная площадь участков составляла 50 м². Во время осуществления исследований руководствовались общепринятыми методиками проведения полевых опытов.

Поливы проводили агрегатом ДДА-100МА (ОП Института земледелия южного региона) и дождевальная установка «Фрегат» (ГПОХ «Асканийское», ГПОХ «Каховское», ОП Херсонского ГАУ).

Сбор и учет урожая проводили в фазу полной спелости зерна (конец третьей декады сентября) вручную путем взвешивания початков со всей учетной площади участков.

Предшественником кукурузы в орошаемом севообороте была соя. Технология возделывания была общепринятой, кроме факторов, которые были поставлены на изучение.

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных исследований показали, что наиболее высоким агроклиматический потенциал был в опытном хозяйстве «Асканийское», в котором урожайность зерна кукурузы в среднем составила 121,0–123,6 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность позднеспелых гибридов кукурузы на зерно в разных почвенно-экологических пунктах

Экологический пункт исследований (фактор А)	Гибрид (фактор В)	Урожайность			
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	средняя
Ивановский р-н, опытное поле ХГАУ	Перекоп СВ	116,7	111,5	107,6	111,9
	Борисфен 600СВ	118,2	116,7	110,6	115,2
Институт земледелия южного региона	Перекоп СВ	109,3	100,0	97,9	102,4
	Борисфен 600СВ	108,3	98,1	97,0	101,1
Опытное хозяйство «Каховское»	Перекоп СВ	75,6	70,3	69,3	71,7
	Борисфен 600СВ	60,7	55,9	55,4	57,3
Опытное хозяйство «Асканийское»	Перекоп СВ	126,3	120,8	115,9	121,0
	Борисфен 600СВ	131,0	121,9	118,0	123,6

Примечание – НСР₀₅ за годы исследований составляла для фактора А от 2,3 до 3,2; для фактора В – от 3,7 до 5,1; для взаимодействия АВ – от 7,3 до 10,2.

Значительно меньшую урожайность получили в опытном хозяйстве «Каховское» (57,3–71,7 ц/га), хотя и находились эти хозяйства в одном административном районе. Уровень урожайности в двух других пунктах исследований (на опытных полях ХГАУ и Института земледелия южного региона) был промежуточным (соответственно 111,9–115,2 и 101,1–102,4 ц/га). Колебания урожайности гибридов кукурузы в пределах одного административного района и одной подзоны с амплитудой в 57,8 ц/га говорят о существенном агротехническом влиянии на раскрытие потенциальных возможностей генотипа. И если в условиях высокой агротехники существуют предпосылки для четкого определения урожайности в зависимости от группы спелости, то невыполнение агротехнических требований при выращивании кукурузы приводит к нарушению ранжирования гибридов относительно их группы спелости и потенциала продуктивности. Самая низкая урожайность была зафиксирована в подзоне степной южно-умеренной, что не соответствует биоклиматическому потенциалу.

Нашими исследованиями не было предусмотрено определение просчетов в технологии возделывания. Однако результаты полученных данных об урожайности свидетельствуют о системности нарушений агротехники в опытном хозяйстве «Каховское», а также о постоянной контролируемости технологии возделывания в других пунктах исследований.

Максимальную урожайность зерна (от 115,2 до 123,6 ц/га) на опытном поле ХГАУ и в опытном хозяйстве «Асканийское» обеспечил гибрид Борисфен 600СВ. Его урожайность на 2,6–3,3 ц/га превысила урожайность гибрида Перекоп СВ. В Институте земледелия южного региона и опытном хозяйстве «Каховское», наоборот, наблюдали преимущество гибрида Перекоп СВ: урожайность зерна оказалась выше на 1,3–14,4 ц/га. Максимальную разницу в урожайности зерна между выращиваемыми гибридами кукурузы наблюдали в опытном хозяйстве «Каховское». В других агроэкологических пунктах

тах исследований она была несущественной и находилась в пределах ошибки опыта.

Расчет экономической эффективности выращивания гибридов кукурузы в условиях орошения на юге Украины проводили по ценам, которые фактически сложились в хозяйствах южного региона страны на 1 сентября 2009 г. (таблица 2).

Таблица 2 – Экономическая эффективность выращивания позднеспелых гибридов кукурузы (среднее за 2006–2008 гг.)

Экологический пункт исследований (фактор А)	Гибрид (фактор В)	Стоимость вадной продукции, грн./га	Производственные затраты, грн./га	Себестоимость, грн./ц	Чистая прибыль, грн./га	Уровень рентабельности, %
Ивановский р-н, опытное поле ХГАУ	Перекоп СВ	10071	9390	83,9	681	7,2
	Борисфен 600СВ	10368	10059	87,3	309	3,1
Институт земледелия южного региона	Перекоп СВ	9216	9010	88,0	206	2,3
	Борисфен 600СВ	9099	8957	88,6	142	1,6
Опытное хозяйство «Каховское»	Перекоп СВ	6453	7112	99,2	-659	-9,3
	Борисфен 600СВ	5157	7202	125,7	-2045	-28,4
Опытное хозяйство «Асканийское»	Перекоп СВ	10890	10318	85,3	572	5,5
	Борисфен 600СВ	11124	10377	84,0	747	7,2

Меньшую себестоимость 1 ц зерна, большую чистую прибыль и уровень рентабельности во всех агроэкологических пунктах исследований обеспечил гибрид Перекоп СВ. Исключение составляет опытное хозяйство «Асканийское», в котором экономические показатели исследуемых гибридов существенно не отличались.

Выращивание обоих гибридов в опытном хозяйстве «Каховское» оказалось убыточным, что обусловлено очень низким уровнем урожайности и высокими показателями уборочной влажности зерна.

Наименьшую себестоимость выращенной продукции (83,9 грн./ц), высокую чистую прибыль (681 грн./га) и максимальный уровень рентабельности (7,2 %) обеспечило выращивание гибрида Перекоп СВ на опытном поле ХГАУ Ивановского района Херсонской области.

Затраты энергии при выращивании гибрида Борисфен 600СВ в среднем на 3,7 ГДж/га превышали аналогичные затраты для гибрида Перекоп СВ (таблица 3). Показатели прихода и прироста энергии существенно колебались в зависимости от пункта экологического исследования и гибридного состава кукурузы. Так, на опытном поле ХГАУ и в опытном хозяйстве «Асканийское» меньшим приходом энергии с урожаем и ее приростом характеризовался гибрид Перекоп СВ, а в Институте земледелия южного региона и опытном хозяйстве «Каховское» – гибрид Борисфен 600СВ.

Таблица 3 – Энергетическая эффективность выращивания позднеспелых гибридов кукурузы (среднее за 2006–2008 гг.)

Экологический пункт исследований (фактор А)	Гибрид (фактор В)	Затраты энергии, ГДж/га	Приход энергии с урожаем, ГДж/га	Прирост энергии, ГДж/га	Энергетический коэффициент
1	2	3	4	5	6
Ивановский р-н, опытное поле ХГАУ	Перекоп СВ	47,7	147,9	100,3	2,10
	Борисфен 600СВ	51,4	152,3	100,9	1,96
Институт земледелия южного региона	Перекоп СВ	47,7	135,4	87,7	1,84
	Борисфен 600СВ	51,4	133,7	82,3	1,60

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Опытное хозяйство «Каховское»	Перекоп СВ	47,7	94,8	47,1	0,99
	Борисфен 600СВ	51,4	75,8	24,4	0,47
Опытное хозяйст-во «Асканийское»	Перекоп СВ	47,7	160,0	112,3	2,35
	Борисфен 600СВ	51,4	163,4	112,0	2,18

Минимальный приход энергии с урожаем (75,8 ГДж/га) отмечен у гибрида Борисфен 600СВ в опытном хозяйстве «Каховское», максимальный (163,4 ГДж/га) – у этого же гибрида в опытном хозяйстве «Асканийское». Разница между исследуемыми гибридами по приросту энергии колебалась в пределах от 0,3 ГДж/га в опытном хозяйстве «Асканийское» до 22,7 ГДж/га в опытном хозяйстве «Каховское». Наибольшее значение прироста энергии (112,3 ГДж/га) зафиксировано в варианте с гибридом Перекоп СВ при выращивании в опытном хозяйстве «Асканийское».

Важным показателем энергетического анализа является энергетический коэффициент, отражающий соотношение между затратами энергии на выращивание продукции и количеством энергии, полученной с урожаем. По данному показателю во всех агроэкологических пунктах испытания более эффективным оказался гибрид Перекоп СВ.

Наименьшие значения энергетического коэффициента установлены при выращивании исследуемых гибридов в опытном хозяйстве «Каховское» (0,99 для Перекопа СВ и 0,47 для Борисфена 600СВ), максимальные – в опытном хозяйстве «Асканийское» (2,35 для Перекоп СВ и 2,18 для Борисфена 600СВ).

Выводы. В благоприятных почвенно-экологических условиях при оптимальном агротехническом обеспечении и уборке урожая в початках (без принудительного искусственного досушивания) из группы позднеспелых рекомендуется выращивать гибрид кукурузы Перекоп СВ, который обеспечит получение высоких показателей урожайности зерна (102,4–121,0 ц/га), уровня рентабельности (2,3–7,2 %) и энергетического коэффициента (1,84–2,35).

Список использованных источников

1 Хромяк, В. М. Оцінка агрокліматичного потенціалу кукурудзи на Луганщині / В. М. Хромяк // Збірник наукових праць Луганського НАУ. – Луганськ: ЛНАУ, 2005. – № 47(70). – С. 182–188.

2 Агроекологічні моделі гібридів кукурудзи ФАО 190-300 для південного Степу / В. Г. Найдюнов, М. О. Іванів, О. О. Нетреба, Ю. О. Лавриненко // Енергозберігаючі технології в землеробстві за ринкових умов господарювання: матер. наук.-практ. конф., Чабани, 27–29 лист. 2006 р. – Київ: ЕКМО, 2006. – С. 55–57.

3 Селекційно-технологічні аспекти підвищення стійкості виробництва зерна кукурудзи в умовах південного Степу / Ю. О. Лавриненко, С. В. Коковіхін, В. Г. Найдюнов, О. О. Нетреба // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2006. – № 28–29. – С. 136–143.

4 Андриевский, С. Как выбрать гибриды кукурузы и сэкономить при этом немалые деньги / С. Андриевский // Зерно. – 2006. – № 4. – С. 36–39.

5 Адаптивна характеристика нових гібридів кукурудзи / Ю. О. Лавриненко, С. В. Коковіхін, С. Я. Плоткін, В. Г. Найдюнов // Таврійський науковий вісник: наук. журн. – Херсон: Айлант, 2007. – Вип. 52. – С. 76–82.

6 Демьохін, В. А. Земельні ресурси Херсонської області – базовий фактор регіональної економічної політики / В. А. Демьохін, В. Г. Пелих, М. І. Полупан. – Київ: Аграрна наука, 2007. – 152 с.

УДК 631.893:631.874.2:631.432.4(477.46)

Г. Н. Господаренко, А. Л. Лысянский

Уманский национальный университет садоводства, Умань, Украина

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ СИДЕРАТОВ И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Установлено влияние различных видов и доз минеральных удобрений на показатели суммарного водопотребления, коэффициента водопотребления и транспирационного коэффициента сидератов, возделываемых на черноземе оподзоленном в условиях лесостепной части Правобережной Украины. Показано, что применение минеральных удобрений способствует увеличению запасов влаги в почве после сидеральных паров во время сева пшеницы озимой.

Ключевые слова: влажность почвы, сидеральный пар, минеральные удобрения, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления, транспирационный коэффициент.

Введение. Ключевым фактором достижения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур в условиях неустойчивого увлажнения лесостепи Украины являются накопление и рациональное использование влаги. Это один из важнейших нерегулируемых факторов, лимитирующих продуктивность растений [1]. Повысить эффективность использования влаги можно за счет оптимизации условий минерального питания и улучшения водно-физических свойств почвы, что обеспечивает интенсивное поглощение воды из более глубоких слоев почвы и уменьшение ее потерь на физическое испарение [2]. По данным В. Ф. Кормилицына [3], сидераты больше, чем навоз, способствуют улучшению физических свойств почвы: повышают водостойкость структуры, увеличивают пористость и влагоемкость, уменьшают уплотненность не только пахотного, но и подпахотных слоев за счет биологического дренажа корневой системы.

Одним из основных факторов, сдерживающих широкое внедрение сидеральных паров, является проблема влагообеспеченности почв [4]. Отрицательная роль зеленых удобрений может проявляться из-за того, что сидераты, используя влагу для формирования своей биомассы, высушивают почву для последующих культур. Также потеря влаги происходит при вспашке поля во время их заделки в почву [5]. Многолетними исследованиями А. Бердникова и В. Волкогона [6] установлено, что большинство полевых культур, которые используются для сидерации, для формирования урожайности зеленой массы на уровне 20–25 т/га или сухого вещества на уровне 3–4 т/га используют 120–200 мм осадков. Вместе с тем запасы влаги в сидеральных парах заметно увеличиваются или являются такими же, как и в чистых парах под следующими культурами севооборота [7].

Исследования, проведенные на Хмельницкой государственной сельскохозяйственной опытной станции, позволили разработать способ снижения влияния метеорологических условий на продуктивность культур пятипольного зернового севооборота за счет пожнивных посевов горчицы белой на зеленое удобрение. В экстремально засушливые периоды выращивания зерновых в этом севообороте под влиянием заделанных в почву сидератов запасы продуктивной влаги в верхнем слое почвы (0–40 см) были на 15–25 % выше [8, 9].

Исследования С. Крамарева и др. [10] по накоплению продуктивной влаги в почве после различных предшественников перед вхождением пшеницы озимой в зиму показали, что в полуметровом слое накопилось после чистого пара 186,4 мм продук-

тивной влаги, а по сидеральному пару (редьке масличной) – 123,6 мм. В то же время В. А. Теней утверждает, что при применении сидератов в условиях юго-западной лесостепи Украины увеличивается количество продуктивной влаги [11].

В исследованиях Н. П. Юмашева и др. [12] перед заделкой фитомассы сидеральных культур запасы продуктивной влаги в верхнем слое почвы (0–60 см) под сидеральными парами были на 20,8–35,2 мм, а в полутораметровом – на 62,1–85,1 мм ниже, чем под чистым паром. Однако во всех вариантах опыта продуктивной влаги для дружных всходов озимых и хорошего их развития в осенний период было достаточно.

Целью исследований было определить режим влажности почвы, величины показателей суммарного водопотребления, коэффициента водопотребления и транспирационного коэффициента посевов сидеральных паров в зависимости от применения минеральных удобрений.

Материал и методы. Полевые исследования проводили в условиях Средне-Днепровско-Бугского округа лесостепной части Правобережной Украины на опытном поле Уманского национального университета садоводства. Почвенный покров – чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый на лессе. Посевная площадь опытной делянки – 36 м², учетная – 25 м². Размещение делянок последовательное, повторность опыта трехкратная.

Для сидерации использовали донник белый сорта Донецкий однолетний с нормой высева семян 20 кг/га, горчицу белую сорта Ослава (20 кг/га), редьку масличную сорта Журавка (20 кг/га), вику яровую сорта Елизавета (150 кг/га) и гречиху сорта Антария (150 кг/га). Были изучены следующие варианты режима питания сидератов: без удобрений (контроль); N₄₀; P₄₀K₄₀; N₄₀K₄₀; N₄₀P₄₀; N₄₀P₄₀K₄₀; N₈₀P₄₀K₄₀.

Сев сидератов проводили в конце марта – середине мая в зависимости от видовых особенностей исследуемых культур сеялкой СЗТ-3,6. Предшественником была пшеница озимая.

При наступлении фазы начала цветения донника белого, цветения – плодообразования гречихи, цветения – начала образования бобов вики яровой и стручков капустных культур сидераты скашивали с помощью мульчирователя МР-2,7. Заделку зеленой массы проводили плугом ПЛН-4-35 на глубину 25–27 см.

Влажность почвы определяли гравиметрическим методом перед заделкой зеленой массы сидератов и посевом озимой пшеницы после различных паров в слое 0–60 см через каждые 10 см. Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления определяли общепринятыми методами.

Результаты и обсуждение. Особенности периода проведения исследований были повышение температурного режима и недостаточное количество осадков в летний период. В годы исследований наблюдалось меньшее количество осадков относительно среднемноголетнего количества, которое, по данным метеостанции Умани, составляет 633 мм/год. Количество осадков в 2013 и 2014 гг. составило соответственно 555 и 572 мм. За период с декабря 2013 г. по март 2014 г. в виде снега и дождя выпало 75,1 мм атмосферных осадков. За апрель – сентябрь 2014 г. их выпало на 70,6 мм меньше среднемноголетнего количества. Тенденция к недобору осадков прослеживалась с октября по декабрь 2013 г. и в марте, июне – августе 2014 г. Сухим оказался период с июня по август, когда разница между фактическими и многолетними значениями составила 91,5 мм. Только за апрель, май и сентябрь 2014 г. количество осадков на 52,0; 70,5 и 39,6 мм превышало обычные значения, поэтому суммарный недобор осадков в конце года был на уровне 66,2 мм.

Средняя температура воздуха за 2013/14 сельскохозяйственный год составила 9,7 °С и была на 2,3 °С выше многолетнего показателя. Наблюдалась высокая относительная влажность воздуха. Наибольшие отклонения от среднемноголетних значений в сторону увеличения (на 9 %) отмечены в октябре, ноябре и мае, а в сторону уменьшения

(на 3–18 %) – соответственно в марте, сентябре, августе и декабре. В рамках года относительная влажность воздуха в январе и феврале была близка к среднемуголетнему показателю. В среднем за год отмечено повышение относительной влажности воздуха на 0,9 % по отношению к среднемуголетнему значению. Неравномерное распределение осадков как по годам, так и в течение вегетационного периода, повышенная температура и пониженная относительная влажность воздуха оказали влияние на режим влажности чернозема оподзоленного и водопотребления сидератов.

Запасы влаги в почве постоянно меняются, а непосредственное влияние на них оказывают выращиваемые культуры. Поглощая воду согласно собственным биологическим потребностям, они обуславливают высушивание почвы на глубину проникновения корневой системы и определяют перераспределение влаги по ее профилю в зависимости от продолжительности вегетационного периода [13].

Так, в наших исследованиях к моменту заделки сидератов запасы влаги в слое почвы 0–60 см в среднем за два года уменьшались на 60,4–83,4 мм по сравнению с предпосевным периодом в зависимости от культуры и удобрения. За этот же период запасы влаги в поле чистого пара снижались на 40,1 мм. Меньше всего снижение запасов влаги под сидеральными культурами наблюдалось в варианте без удобрений. Ко времени заделки под посевом оставалось 114,6–122,6 мм влаги, что по сравнению с весенним показателем меньше на 60,4–69,8 мм. Внесение только азотных (40 кг/га д. в.) и совместное внесение калийных и фосфорных (P₄₀K₄₀), азотных и калийных (N₄₀K₄₀) удобрений приводило к высушиванию корнеобитаемого слоя на 60,6–81,2 мм. Наименьшее количество влаги было в вариантах опыта с внесением минеральных удобрений в дозах N₄₀P₄₀K₄₀ и N₈₀P₄₀K₄₀ (99,6–112,0 мм, или на 83,4–71,0 мм меньше, чем ранней весной) (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние удобрения сидератов на запасы влаги в слое почвы 0–60 см перед заделкой зеленой массы (2013–2014 гг.)

В мм

Вариант опыта	Чистый пар*	Чистый пар**	Сидеральный пар				
			Донник белый	Горчица белая	Редька масличная	Вика яровая	Гречиха
Без удобрений	183,0	142,9	122,6	114,6	113,2	121,1	122,0
N ₄₀			120,3	108,1	104,7	116,7	118,3
P ₄₀ K ₄₀			122,2	106,7	103,8	118,1	115,1
N ₄₀ K ₄₀			122,4	104,9	101,8	114,2	111,9
N ₄₀ P ₄₀			120,3	103,7	101,8	116,8	112,7
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀			112,0	102,9	100,0	113,0	111,9
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀			110,1	100,5	99,6	109,9	108,9
* В начале весны. ** Во время заделки сидератов.							

При этом под посевами сидеральных культур общей влаги содержалось на 20,3–43,3 мм меньше, чем в чистом паре.

Исследованиями установлено существенное влияние различных доз минеральных удобрений и их сочетания на показатели суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления сидератов (таблица 2).

В вариантах с внесением только азотных (вариант N₄₀) и совместным внесением фосфорных и калийных (вариант P₄₀K₄₀) удобрений показатель водопотребления был примерно на одинаковом уровне: соответственно 2047–3042 и 2079–3024 м³/га в зависимости от культуры. Коэффициент водопотребления при этом соответственно составил 269–346 и 260–307 м³/т. В варианте опыта без применения минеральных удобрений коэффициент водопотребления был равен 296–361 м³/т в зависимости от культуры.

В вариантах с применением минеральных удобрений в дозах $N_{40}K_{40}$ и $N_{40}P_{40}$ водопотребление сидеральных культур составило 2111–3022 и 2103–3043 $m^3/га$, коэффициент водопотребления – 262–335 и 235–313 $m^3/т$ соответственно. Наибольшие показатели суммарного водопотребления сидератов (2111–3126 и 2141–3115 $m^3/га$) получены в вариантах опыта, в которых применяли минеральные удобрения в дозах $N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{80}P_{40}K_{40}$. В вариантах опыта без применения минеральных удобрений суммарное водопотребление сидератов составляло 1970–2959 $m^3/га$. Однако наиболее эффективно растения использовали запасы влаги в почве на формирование единицы урожая при выращивании сидератов на участках, где вносили $N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{80}P_{40}K_{40}$. При этом коэффициенты водопотребления составляли соответственно 238–289 и 222–285 $m^3/т$, что соответственно на 44–72 и 50–76 $m^3/т$ меньше, чем в варианте без удобрений.

Таблица 2 – Урожайность и водопотребление сидератов в зависимости от видов и доз минеральных удобрений (2013–2014 гг.)

Вариант опыта		Урожайность сухого вещества, т/га	Суммарное водопотребление, $m^3/га$	Коэффициент водопотребления, $m^3/т$	Транспирационный коэффициент
1		2	3	4	5
Без удобрения	Донник белый	9,9	2959	296	167
	Горчица белая	9,7	2664	282	176
	Редька масличная	8,4	2888	361	209
	Вика ярая	8,6	2599	302	195
	Гречиха	6,0	1970	332	280
N_{40}	Донник белый	11,5	3042	269	149
	Горчица белая	9,9	2759	285	171
	Редька масличная	8,9	2993	346	193
	Вика ярая	9,6	2673	281	176
	Гречиха	6,6	2047	316	256
$P_{40}K_{40}$	Донник белый	11,7	3024	260	144
	Горчица белая	10,6	2773	267	161
	Редька масличная	8,6	3002	361	201
	Вика ярая	10,6	2659	254	160
	Гречиха	6,9	2079	307	246
$N_{40}K_{40}$	Донник белый	11,2	3022	262	143
	Горчица белая	10,4	2792	270	162
	Редька масличная	9,2	3022	335	185
	Вика ярая	10,1	2698	272	168
	Гречиха	6,9	2111	315	250
$N_{40}P_{40}$	Донник белый	13,1	3043	235	130
	Горчица белая	11,1	2803	254	151
	Редька масличная	10,0	3022	313	173
	Вика ярая	10,6	2711	259	159
	Гречиха	8,0	2103	268	211
$N_{40}P_{40}K_{40}$	Донник белый	13,2	3126	238	127
	Горчица белая	11,8	2811	238	142
	Редька масличная	10,8	3040	289	158
	Вика ярая	11,1	2725	248	152
	Гречиха	8,1	2111	264	208

Продолжение таблицы 2

	1	2	3	4	5
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	Донник белый	14,2	3115	222	119
	Горчица белая	10,9	2835	265	156
	Редька масличная	10,9	3054	285	156
	Вика ярая	11,0	2741	252	154
	Гречиха	7,9	2141	274	213

Следует отметить, что среди сидератов, которые изучались в опыте, независимо от дозы удобрений в среднем наибольший показатель суммарного водопотребления имели донник белый и редька масличная, наименьший – гречиха. Наибольший коэффициент водопотребления имели посеы редьки масличной и гречихи, наименьший – донника белого.

Применение минеральных удобрений способствовало снижению транспирационного коэффициента на 9–27 % в зависимости от культуры и особенностей ее удобрения. Наименьшее снижение транспирационного коэффициента отмечено в варианте опыта P₄₀K₄₀, наибольшее – при применении полного минерального удобрения в дозах N₄₀P₄₀K₄₀ и N₈₀P₄₀K₄₀.

Таким образом, применение минеральных удобрений способствует улучшению условий минерального питания растений, повышению эффективности использования влаги почвы и снижает количество влаги, необходимой для формирования единицы урожая сухого вещества посевами исследуемых сидератов.

Одним из основных критериев оценки культур для сидерации является их влияние на режим влажности почвы под следующими посевами озимых [12]. Особенно важны запасы влаги в почве на момент сева озимых. Для получения дружных и полноценных всходов зерновых достаточными считаются запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–10 см на уровне 20–30 мм. При наличии 5–10 мм доступной влаги появление всходов задерживается, а при 5 мм семена вообще не прорастают [14, 15].

В наших исследованиях запасы влаги в слое почвы 0–10 см во время сева пшеницы озимой как после чистого пара, так и после сидеральных паров во всех вариантах удобрения были примерно на одинаковом уровне (23,0–27,4 мм) (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние удобрения сидератов на запасы влаги в почве перед посевом пшеницы озимой (2013–2014 гг.)

В мм

Вариант опыта	Сидеральный пар									
	Донник белый		Горчица белая		Редька масличная		Вика яровая		Гречиха	
	0–10 см	0–60 см	0–10 см	0–60 см	0–10 см	0–60 см	0–10 см	0–60 см	0–10 см	0–60 см
Без удобрений	23,0	164,5	24,5	156,0	25,4	161,7	26,7	154,3	25,3	159,8
N ₄₀	28,4	171,3	23,1	163,0	23,8	170,7	23,6	170,4	23,0	166,7
P ₄₀ K ₄₀	28,2	175,0	22,8	168,6	23,8	173,2	23,4	171,9	24,2	164,9
N ₄₀ K ₄₀	27,9	176,3	24,8	179,9	24,7	179,4	25,5	174,4	25,5	166,0
N ₄₀ P ₄₀	27,8	177,4	27,2	176,0	25,7	180,9	24,5	182,2	27,5	183,9
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	26,1	176,1	25,6	176,1	24,1	183,0	25,0	179,2	26,6	180,3
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	25,8	179,4	27,4	179,8	25,0	178,0	26,5	182,8	26,2	176,0

Примечание – Под чистым паром в слое 0–10 см 26,0 мм; в слое 0–60 см – 175,9 мм.

Вместе с тем контрастными были показатели запасов влаги в слое почвы 0–60 см. Так, в варианте без удобрений сидеральные пары уступали чистому пару на 11,4–21,6 мм влаги. Внесение только азотных (вариант N_{40}) и совместное внесение фосфорных и калийных (вариант $P_{40}K_{40}$) удобрений способствовали увеличению запаса влаги после донникового пара соответственно на 6,8 и 10,5 мм; горчичного – на 7,0 и 12,6 мм; редькового – на 9,0 и 11,5 мм; викового – на 16,1 и 17,6 мм и гречевого – на 6,9 и 5,1 мм, но этот параметр был ниже на 0,9–12,9 мм, чем в чистому пару.

Совместное внесение азотных и фосфорных ($N_{40}P_{40}$) и применение одинарной и двойной дозы азотных удобрений на фосфорно-калийном фоне ($N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{80}P_{40}K_{40}$) в среднем за два года проведения исследований способствовали большему накоплению влаги, чем в варианте без удобрений, после донникового пара на 11,6–14,9 мм; горчичного – на 20,0–23,8 мм; редькового – на 16,3–21,3 мм; викового – на 24,9–28,5 мм и гречевого – на 16,2–24,1 мм. Именно при таком удобрении влажность почвы после сидеральных паров была на уровне чистого пара или частично превышала его. Это подтверждает данные других авторов [16].

Выводы. Внесение минеральных удобрений под сидераты на черноземе оподзоленном лесостепной части Правобережной Украины приводит к увеличению высыхания почвы в связи с формированием большей биомассы и способствует повышению эффективности использования влаги на формирование единицы урожая сухого вещества. Использованная сидеральными культурами почвенная влага не полностью пополняется за счет атмосферных осадков на момент сева пшеницы озимой осенью в варианте без удобрений, вариантах N_{40} ; $P_{40}K_{40}$; $N_{40}K_{40}$. При совместном внесении азотных и фосфорных ($N_{40}P_{40}$) и применении одинарной и двойной дозы азотных удобрений на фосфорно-калийном фоне ($N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{80}P_{40}K_{40}$) наблюдается восстановление и частичное увеличение запасов влаги по сравнению с чистым паром.

Список использованных источников

1 Запорожець, Л. М. Вплив основного обробітку ґрунту на запаси продуктивної вологи при вирощуванні сільськогосподарських культур / Л. М. Запорожець // Особистість С. Ф. Третякова в формуванні засад сучасного екологічного землеробства: матер. Міжнар. наук.-практ. конференції, присвяченої С. Ф. Третякову, м. Полтава, 13–14 травня 2014 р. / за ред. А. В. Кохан, І. В. Колісник. – Полтава, 2014. – С. 39–40.

2 Изменение мощности корнеобитаемого слоя и продуктивности сельскохозяйственных культур в зависимости от доз удобрений и глубины их заделки / Н. С. Немцев, В. И. Каргин, А. А. Моисеев [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2002. – № 1. – С. 20–22.

3 Кормилицын, В. Ф. Развивать сидерацию в Поволжье / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 28.

4 Серединський, С. М. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу / С. М. Серединський, І. С. Борщак // Агроєкологічний журнал. – 2007. – № 4. – С. 52–56.

5 Доминанта почвы. Баланс гумуса и питательных веществ в севооборотах с сидеральными и занятыми парами / Н. Цандур, В. Друзяк, С. Бурыкина [и др.] // Зерно. – 2013. – № 12. – С. 29–30.

6 Бердников, А. Аграрии за «зеленых» / А. Бердников, В. Волкогон // Зерно. – 2013. – № 5. – С. 58–61.

7 Галеева, Л. П. Физико-химические свойства и фосфатный режим черноземов выщелоченных Приобья при внесении сидератов / Л. П. Галеева // Агрохимия. – 2009. – № 3. – С. 22–28.

8 Перспективи застосування зеленого добрива (сидератів) на Хмельниччині: метод. рекомендації. – Самчики: Хмельницька ДСГДС ІКСГП НААН. – 2013. – 24 с.

9 Пат. 32505 Україна, МПК АО 1 С 21/00, СО 5 F11/00. Спосіб зниження впливу погодних умов на продуктивність культур в зерновій сівозміні / Квасницька Л. С., Савченко Г. І.; заявник і патентовласник Хмельницька держ. с.-г. дослідна станція. – № 200503004; заява 01.04.05; опубл. 26.05.08, Бюл. № 10. – 4 с.

10 Виды на рекорд / С. Крамарев, С. Артеменко, В. Исаев [и др.] // Зерно. – 2012. – № 12. – С. 44–56.

11 Тіней, В. А. Інтенсифікація технології вирощування гречки в умовах Південно-Західного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09 / Тіней Віктор Анатолійович. – Кам'янець-Подільський, 2007. – 19 с.

12 Роль сидератов в сохранении плодородия черноземных почв / Н. П. Юмашев, И. А. Трунов, А. П. Полтинин, В. А. Дубовик // Агро XXI. – 2008. – № 10–12. – С. 36–37.

13 Бегей, С. В. Промежуточные культуры и плодородие почвы / С. В. Бегей, И. А. Шувар // Земледелие. – 1991. – № 3. – С. 32–34.

14 Шубин, М. М. Зеленое удобрение в Алтайском крае / М. М. Шубин // Агрохимия. – 1966. – № 5. – С. 64–68.

15 Назаренко, Л. В. Факторы внешней среды, их влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур длинного дня на примере пшеницы [Электронный ресурс] / Л. В. Назаренко // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 93(09). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/91.pdf>.

16 Синих, Ю. Н. Динамика влажности почвы при длительном использовании пожнивного зеленого удобрения / Ю. Н. Синих // Земледелие. – 2010. – № 8. – С. 21–22.

УДК 631.67:631.8

В. А. Шадских, В. О. Пешкова, В. Е. Кижаяева, А. Г. Лапшова

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс, Российская Федерация

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ СОИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ

Целью исследований являлось изучение влияния биопрепаратов на урожайность сортов сои из разных эколого-географических регионов соосеяния, возделываемых в условиях сухостепной зоны Поволжья при орошении. Установлено наличие положительной связи между числом, массой клубеньков, урожайностью сои и восстановлением плодородия почвы. Доказана эффективность применения инокуляции семян сои перед севом. Отмечена положительная корреляция семи испытываемых сортов сои: Соер 4, Бара, Арлета, Самер 1, Самер 2, Самер 3, Л-09-0077 – с получением высоких урожаев в интервале от 2,5 до 3,5 т/га. За три года исследований урожайность в варианте с обработкой семян биопрепаратами была в среднем на 11 % выше, чем в контрольном варианте без обработки. При этом чистый доход от реализации семян сои, выращенной с предпосевной инокуляцией семян, был на 15 % выше, чем без предпосевной обработки семян в производственных посевах.

Ключевые слова: биопрепараты, азотофиксация, «Ризобакт СП», семенные посевы, плодородие почв, ризобинальный комплекс, клубеньки.

Расширение посевов сои в сухостепной зоне Поволжья способствует восстановлению плодородия почв, снижению экологической нагрузки за счет обогащения азотом почвы в процессе азотофиксации, улучшает мелиоративное состояние орошаемых земель.

Внедрение сои как в севообороты с короткой ротацией, так и в многопольные севообороты оказывает положительное влияние на плодородие почвенного покрова, так как при обработке семян перед севом биопрепаратами в почве за период вегетации

накапливаются клубеньки, которые обогащают почву азотом, а также корневые остатки и азотофиксирующие бактерии [1].

Соя отличается специфичностью питания, потребляя для формирования урожая больше питательных веществ, чем многие другие культуры, неравномерно поглощая элементы питания по фазам развития. В результате проведенной инкрустации семян недостаток азота в питательные фазы компенсируется способностью культуры ассимилировать азот из воздуха посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями и предотвращается снижение урожайности семенных посевов сои. Последующее внесение азотных удобрений в более поздние фазы развития растений не может компенсировать потери урожая при нехватке азота в почве и приводит к экологическому загрязнению почв.

Семена сои к посеву должны быть тщательно подготовлены и отвечать посевным качествам установленного стандарта. Перед посевом семена сои обязательно следует обработать биопрепаратами, особенно в новых районах возделывания сои [2].

Эффективные штаммы «Ризобакта СП» обеспечивают фиксацию до 60–80 кг/га атмосферного азота. Ризосферная микрофлора продолжает питать растения даже при дефиците влаги, когда минеральные удобрения не могут ими использоваться.

В полевом опыте, проводимом ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» с целью разработки этапов ресурсосберегающего технологического процесса формирования высокопродуктивных агроценозов сои, изучалось влияние обработки семян биопрепаратами (рисунок 1).

Исследования проводились в соответствии с общепринятой методикой опытного дела («Методика опытного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», 1985; «Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте», НИИСХ Юго-Востока, 1973; ВНИИМК, 1983; «Методика полевого опыта», Б. А. Доспехов, 1985).

Подсчет клубеньков на корнях сои проводился в фазу цветения. Определялись дата появления клубеньков на корневой системе сои, количество и масса клубеньков на 1 растении в 20-кратной повторности.

Урожайность определена поделючно, зерно убрано с экспериментального поля со стандартной 14%-й влажностью и приведено к 100%-й чистоте.

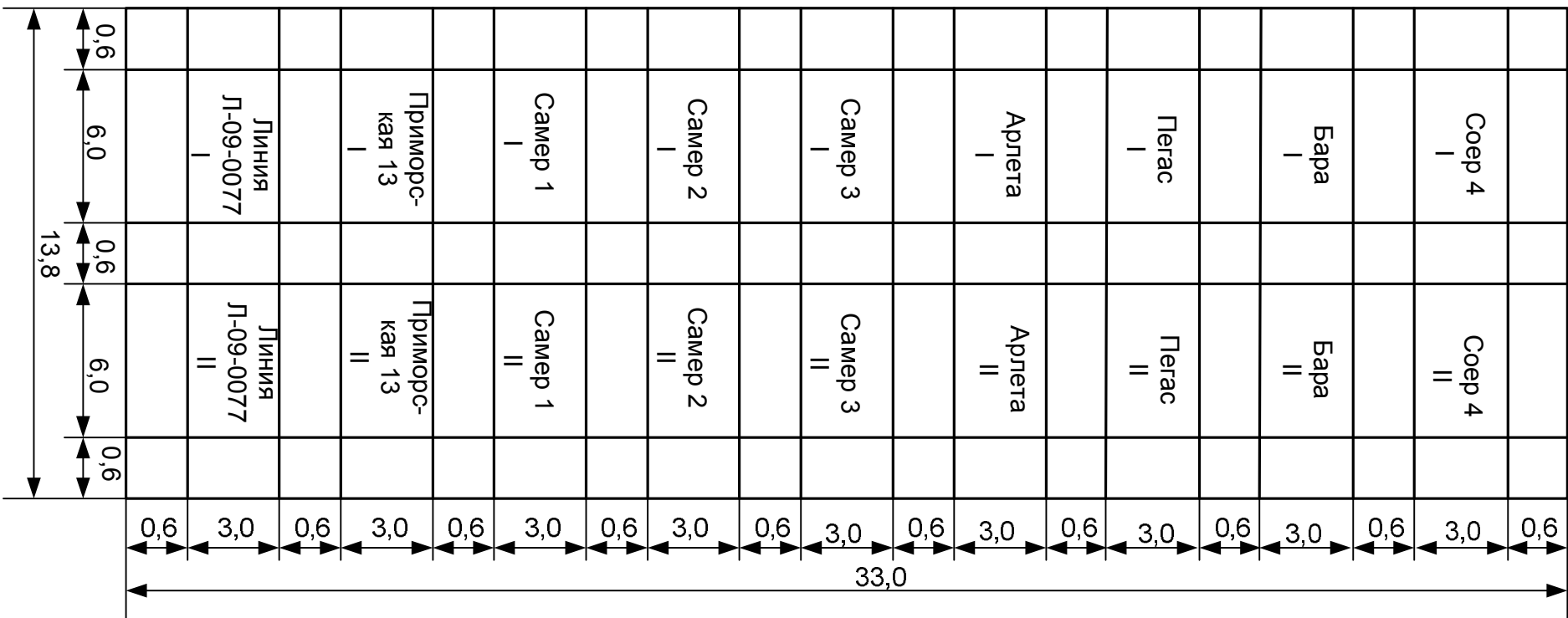
Водно-физические свойства опытного участка «ОПХ ВолжНИИГиМ» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные водно-физические свойства опытного участка «ОПХ ВолжНИИГиМ»

Глубина, см	Объемная масса, г/см ³	Наименьшая влагоемкость		Глубина, см	Объемная масса, г/см ³	Наименьшая влагоемкость	
		% от веса почвы	м ³ /га			% от веса почвы	м ³ /га
0–10	1,27	28,3	359	60–70	1,43	19,1	273
10–20	1,34	22,3	299	70–80	1,44	19,0	274
20–30	1,32	21,9	289	80–90	1,49	19,3	288
30–40	1,34	20,6	276	90–100	1,57	19,8	311
40–50	1,36	19,5	265	0–30	1,31	24,2	946
50–60	1,39	19,0	264	0–50	1,33	22,5	1487

Из таблицы 1 видно, что основные параметры водно-физических свойств опытного участка удовлетворительные. Это положительно влияет на рост и развитие сои.

Использование в технологическом процессе возделывания наиболее современных биопрепаратов способствует более активному функционированию симбиотрофного процесса фиксации атмосферного азота и, соответственно, формирует наибольшую продуктивность агроценозов сои, улучшает комплексную устойчивость к болезням, вредителям, полеганию, осыпанию. Использование эффективных биопрепаратов позволяет получать зерно сои, пригодное для механизированной уборки [3].



Площадь опыта – 455 м²
 Площадь опытной делянки – 18 м²
 Площадь учетной делянки – 15 м²
 Защитные полосы – 0,6 м
 Междурядье на делянках – 0,3 м

Обработка биопрепаратами:
 I – обработка «Ризобактом СП»
 II – без обработки

Рисунок 1 – Схема полевого опыта по применению биопрепаратов при возделывании семенных посевов сои

Применение препарата «Ризобакт СП» позволяет отказаться от использования минеральных азотных удобрений и способствует существенному увеличению содержания протеина в зерне, обеспечивает экологическую устойчивость агроценозов сои.

«Нитрофикс П» и «Ризобакт СП» имеют одинаковый спектр действия, действующее вещество – это ризосферные бактерии, которые оказывают позитивное влияние на растения главным образом за счет активного синтеза стимуляторов роста и супрессии фитопатогенов.

Способ инокуляции – полусухой, с увлажнением семян водой и добавлением прилипателей (КМЦ, сыворотки). Срок хранения обработанных семян – 1 день. Срок годности препарата – 6 месяцев.

Бобовые растения, возделываемые с применением «Нитрофикса П», «Ризобакта СП», оставляют на поле пожнивные остатки, богатые азотом, и поэтому являются прекрасными предшественниками для последующих культур.

Биопрепараты представляют собой сыпучую массу влажностью 50–55 %, расфасованную в полиэтиленовые пакеты, хранятся при температуре 12–14 °С, срок годности – 4 месяца.

В одном грамме препаратов содержится не менее 2,5 млрд активных клубеньковых бактерий. Пакеты вскрывают в день посева. Норма расхода «Ризобакта СП» на 1 гектарную порцию семян – 300–400 г.

Предпосевная обработка семян сои препаратами выполняется следующим образом. Необходимое количество препаратов в день посева разводят в чистой воде, сыворотке из расчета 5–6 литров на 1 тонну семян и, не давая суспензии отстаиваться, наносят ее на семена, которые затем тщательно перемешивают до равномерного распределения. При инокуляции здорового посевного материала целесообразно отказаться от протравливания семян.

В связи с этим изучение влияния биопрепаратов как стимуляторов роста на продуктивность сортов сои имеет теоретический и практический интерес. Применяемая ранее в технологическом процессе возделывания сои листовая подкормка NP-удобрениями перестала быть актуальной и эффективной, так как высокоэффективные природные стимуляторы роста способствуют повышению продуктивности и экологической устойчивости агроценозов сои [4].

Применение биопрепаратов позволяет свести к минимуму необходимость обработки посевов фунгицидами или совсем отказаться от них и тем самым снизить экологические последствия для плодородия почв, а значит, и для мелиоративного состояния земель. Обработка семян «Ризобактом СП» нормализует пищевой режим сои, не загрязняет почву и дает возможность получать экологически чистую продукцию [5].

Анализ исследований показал наличие положительной связи между числом, массой клубеньков и урожайностью сортов сои (таблица 2).

Таблица 2 – Структурный анализ ризобияльного комплекса и урожайности сои (обработка «Ризобактом СП»)

Сорт	Количество клубеньков, шт.	Вес сухих клубеньков, г	Количество клубеньков > 3 мм, шт.	Содержание азота в клубеньках, %	Урожайность семян при междурядье 0,15 м, т/га
1	2	3	4	5	6
Приморская 13	17,90	0,17	4,71	4,06	Не вызрел
Линия Л-09-0077	36,40	0,20	2,50	5,93	3,86
Самер 1	23,20	0,10	1,50	4,52	2,83
Самер 2	14,10	0,08	1,50	4,10	3,05
Самер 3	17,40	0,07	0,86	4,66	2,54

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Арлета	41,20	0,18	4,00	3,81	2,93
Пегас	25,40	0,15	3,09	5,69	Не вызрел
Бара	17,20	0,16	5,20	4,84	3,05
Соер 4	19,60	0,11	5,00	4,90	3,58

Отмечено, что у девяти испытываемых сортов сои вес сухих клубеньков находился в пределах от 0,08 до 0,20 г, обогащение азотом – от 3,81 до 5,93 %. У семи сортов сои: Соер 4, Бара, Арлета, Самер 1, Самер 2, Самер 3, Л-09-0077 – выявлена высокая урожайность зерна, достигающая 3,5 т/га и не опускающаяся ниже 2,5 т/га [6].

При соблюдении рекомендуемой технологии, обеспечивающей получение высоких урожаев, эффективность этой культуры возрастает.

Экономическая эффективность возделывания сои на семена с предпосевной обработкой семян биопрепаратом представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания сои при обработке семян биопрепаратом «Ризобакт СП»

Вариант	Урожайность, т/га	Себестоимость возделывания сои, руб./га	Чистый доход, руб./га
Без обработки «Ризобактом СП»	2,5	8218	29284
С обработкой «Ризобактом СП»	3,0	8367	36633
Примечание – Реализация семян сои – 15 тыс. руб./т; цена «Ризобакта СП» – 149 руб./га.			

Анализ данных таблицы 3 показывает, что с учетом затрат урожайность в варианте с обработкой семян биопрепаратом в среднем на 11,0 % выше, чем в контрольном варианте без обработки. При этом чистый доход от реализации семян сои, выращенной с обработкой биопрепаратами, на 15,0 % выше, чем в инокулируемых производственных посевах.

Инокуляция семян биопрепаратами является важным агротехническим приемом в технологии возделывания сои, обеспечивающим прибавку урожая зерна 15–20 % и высокий экономический эффект.

При обработке перед севом биопрепаратом исключается необходимость внесения удобрений в почву, происходит экономия на проведении минеральных подкормок, что позволяет получать экологически чистую продукцию. Применение этого ресурсосберегающего технологического этапа способствует экологической безопасности возделывания посевов сои.

В результате разработки этапов ресурсосберегающего технологического процесса возделывания высокопродуктивных агроценозов сои установлено положительное влияние на формирование бобово-ризобияльного комплекса предпосевной обработки семян препаратом «Ризобакт СП». Такая обработка способствует получению высококачественного зерна сои при орошении в сухостепной зоне Поволжья и улучшению плодородия почв.

Список использованных источников

1 Рекомендации по совершенствованию зональной сортовой технологии возделывания сои на семена в Центральной левобережной микронеоне Саратовской области / В. К. Брель, В. А. Шадских, Е. В. Кудряшов, В. О. Пешкова, В. Е. Кижаяева, Л. Г. Романова, Н. А. Тимофеева; ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». – Саратов, 2012. – 24 с.

2 Бородычев, В. В. Рекомендации по технологии возделывания сои на орошаемых землях Нижнего Поволжья: деп. рукопись / В. В. Бородычев, Ю. А. Губаюк, М. Н. Лытов. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2000. – 50 с.

3 Беляк, В. Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика) / В. Б. Беляк. – Пенза: «ИПК «Пензенская правда», 2008. – С. 8–9.

4 Рекомендации по возделыванию сои на семена на орошаемых землях Саратовского Заволжья / В. А. Нагорный, В. А. Шадских, П. Е. Губанов, Ю. И. Панченко; ФГНУ «ВолжНИИГиМ». – Саратов, 2009. – 15 с.

5 Шадских, В. А. Особенности типового технологического процесса возделывания сои на зерно в Саратовском Поволжье / В. А. Шадских, В. О. Пешкова, В. Е. Кизжаева // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы междунар. конф. / МичГАУ. – Мичуринск, 2014. – С. 62–69.

6 Панченко, Ю. И. Влияние обработки семян ризоторфином (штамм 9024) на урожайность зерна сои и формирование бобово-ризобиального комплекса на почвах, зараженных азотфиксирующими бактериями / Ю. И. Панченко, Н. А. Тимофеева // Проблемы повышения эффективности использования водных и земельных ресурсов Поволжья: сб. науч. тр. / ФГНУ «ВолжНИИГиМ». – Саратов: Научная книга, 2011. – С. 159–161.

УДК 63316:631.5:338.31(477.7)

С. В. Карашук, Г. В. Карашук, С. О. Лавренко

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

Целью исследований являлось изучение эффективности выращивания ячменя ярового. Установлено, что на урожайность ячменя ярового сильно влияют фон питания и агрометеорологические условия года. В среднем за 2005, 2006 и 2008 гг. урожайность зерна исследуемых сортов культуры без удобрений была сформирована на уровне 1,81–2,17 т/га. Прибавка от удобрений составила для сорта Адапт 17,1–33,7 %, для сорта Сталкер – 14,8–36,2 % и для сорта Вакула – 29,0–49,8 %. Окупаемость единицы удобрения была максимальной на фоне расчетной дозы удобрения. Неблагоприятные условия вегетации 2007 г. отрицательно сказались на продуктивности ячменя ярового. Очень низкий биологический урожай зерна сформировали сорта Адапт и Сталкер, а сорт Вакула совсем не сформировал зерно. Наибольший прирост энергии обеспечивали сорта Сталкер и Вакула на фоне расчетной дозы удобрений, а энергетический коэффициент колебался от 1,52 до 1,89.

Ключевые слова: ячмень яровой, сорт, фон питания, доза, урожайность, энергетическая эффективность.

Введение. Современные технологии выращивания зерновых культур основываются на заметном увеличении энергетических затрат на технику, удобрения, пестициды и др. Поэтому правильное использование энергии необходимо рассматривать как одно из важных условий увеличения производства продукции сельского хозяйства.

Введение энергетического анализа позволяет оценивать эффективность интенсивных технологий в полеводстве. Такой подход дает возможность изучить целесообразность использования в земледелии удобрений, пестицидов, топлива, различных типов тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных орудий, природных ресурсов, почвенно-климатических условий, солнечной радиации и других факторов, которые влияют на формирование урожая и его качество.

Как свидетельствуют научные данные и передовой опыт, положительное действие интенсивных ресурсо- и энергосберегающих технологий выращивания сельскохозяйственных культур зависит от своевременного и качественного выполнения всех элементов технологии. Основными задачами этих технологий являются повышение

плодородия почвы, и в частности содержания гумуса, уменьшение затрат энергии на единицу выращиваемой продукции и улучшение экологического состояния окружающей среды. Положительных результатов при таких технологиях можно достичь только тогда, когда хозяйства будут экономно расходовать различные виды энергии на единицу продукции.

Интенсификация земледельческой отрасли сельскохозяйственного производства и охрана окружающей среды – это тесно связанные между собой процессы. Полностью использовать возможности интенсивных технологий выращивания культуры без загрязнения окружающей среды можно только при реализации потенциала ценоза сорта с учетом его биологических свойств (экологической устойчивости к засухе, низким температурам и другим негативным факторам), а отсюда и повышение потенциальной продуктивности каждого растения в сообществе.

Современные сорта ячменя ярового имеют высокую потенциальную продуктивность. В основном в производственных условиях урожай этих сортов гораздо ниже. Причин невысокой продуктивности много, а основная среди них – нарушение технологической дисциплины. Потенциальная урожайность растений является главным фактором формирования возможно высокого урожая, а реализация его зависит от оптимизации условий выращивания, что достигается созданием оптимальных условий среды в ценозах, то есть приближением на разных этапах роста и развития культуры целесобразного количества факторов и необходимого соотношения их. При таких оптимизированных условиях растения способны лучше противостоять экологическим стрессам и приблизиться к максимальной реализации продуктивности.

На создание оптимальных условий роста, развития растений в ценозах и получение урожая расходуется большое количество энергии. Поэтому экономическую оценку интенсивных технологий дополняют результаты определения энергетической эффективности. Результаты энергетического анализа дают возможность оценить и сравнить традиционные и новые технологии, их перспективность с точки зрения уровня энергосбережения. Показателем энергетической оценки технологий выращивания сельскохозяйственных культур является коэффициент энергетической эффективности, который рассчитывается путем деления количества энергии, содержащейся в выращенной продукции, на количество энергии, затраченной на ее получение.

При эффективной технологии полученный коэффициент должен превышать 1,0. Для расчета общей энергии, потраченной на производство той или иной сельскохозяйственной продукции, пользуются соответствующими энергетическими эквивалентами совокупной энергии на основные и оборотные средства производства, трудовые ресурсы, готовую продукцию [1].

Материал и методы. Исследования проводили с сортами ячменя ярового (фактор А) Адапт, Сталкер и Вакула. Минеральные удобрения (фактор В) – аммиачную селитру и гранулированный суперфосфат – вносили вразброс вручную под вспашку согласно схеме опыта. Расчетную дозу удобрений определяли по методике ИОЗ НААН Украины [2]. В зависимости от фактического содержания элементов питания в почве она составляла под ячмень яровой урожая 2005 г. $N_{68}P_0K_0$, 2006 г. – $N_{79}P_0K_0$, 2008 г. – $N_{57}P_0K_0$, что в среднем за 2005, 2006 и 2008 гг. составило $N_{68}P_0K_0$. Агротехника в опытах была общепринятой для зоны южной степи Украины.

Результаты и обсуждение. Наши исследования показали, что в среднем за 2005, 2006 и 2008 гг. урожайность зерна ячменя ярового без удобрений была сформирована на уровне 1,81–2,17 т/га в зависимости от сорта (таблица 1). Прибавка от удобрений для сорта Адапт составила 17,1–33,7 %, для сорта Сталкер – 14,8–36,2 %, а для сорта Вакула – 29,0–49,8 %. Окупаемость единицы внесенного действующего вещества удобрения возрастала на фоне применения расчетной дозы. Самым высоким уровнем урожайности характеризовался сорт Вакула. Неблагоприятные погодные условия вегетации 2007 г.

отрицательно сказались на продуктивности ячменя ярового. Невысокий биологический урожай зерна сформировали сорта Адапт и Сталкер, а минеральные удобрения несколько повысили его.

Таблица 1 – Энергетическая эффективность выращивания сортов ячменя ярового на разных фонах питания (среднее за 2005, 2006, 2008 гг.)

Показатель	Фон питания (В)			
	без удоб- рений	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₆₈ P ₀ K ₀
Адапт (А)				
Урожайность, т/га	1,81	2,12	2,45	2,42
Приход энергии с урожаем, ГДж/га	29,78	34,88	40,31	39,81
Затраты энергии на выращивание, ГДж/га	17,33	21,96	26,03	26,21
Прирост энергии, ГДж/га	12,44	12,91	14,27	13,60
Энергетический коэффициент	1,72	1,59	1,55	1,52
Сталкер (А)				
Урожайность, т/га	1,96	2,25	2,61	2,67
Приход энергии с урожаем, ГДж/га	32,25	37,02	42,94	43,93
Затраты энергии на выращивание, ГДж/га	18,00	22,54	26,74	27,31
Прирост энергии, ГДж/га	14,25	14,48	16,20	16,61
Энергетический коэффициент	1,79	1,64	1,61	1,61
Вакула (А)				
Урожайность, т/га	2,17	2,80	3,19	3,25
Приход энергии с урожаем, ГДж/га	35,70	46,07	52,48	53,47
Затраты энергии на выращивание, ГДж/га	18,93	24,97	29,30	29,88
Прирост энергии, ГДж/га	16,77	21,09	23,18	23,59
Энергетический коэффициент	1,89	1,84	1,79	1,79

Затраты энергии при выращивании сортов ячменя ярового на различных питательных фонах были самыми низкими при внесении минимальной дозы азотного удобрения в варианте N₃₀P₃₀. Объясняется это тем, что энергетические затраты на производство и внесение фосфорных удобрений меньше, чем на производство и внесение азотных. То есть затраты энергии на получение высокого уровня урожая зерна ячменя ярового значительно зависят от азотных удобрений и с повышением их дозы увеличиваются. На фоне внесения N₆₀P₃₀ энергетические затраты были больше в сравнении с N₃₀P₃₀ на 17,3–18,6 % (в зависимости от сорта). Приход энергии при этом изменился соответственно на 15,6–17,3 %.

Прирост энергии наибольшим был у сорта ячменя ярового Адапт при внесении N₆₀P₃₀ (14,27 ГДж/га), а у сортов Сталкер и Вакула – расчетной дозы удобрений (16,61 и 23,59 ГДж/га соответственно).

Энергетический коэффициент был минимальным на фоне применения N₆₀P₃₀ и расчетной дозы удобрений и составил соответственно у сорта Адапт 1,52–1,55; у сорта Сталкер – 1,61; у сорта Вакула – 1,79.

Выводы. В среднем за 2005, 2006 и 2008 гг. урожайность зерна исследуемых сортов ячменя ярового без удобрений сформировалась на уровне 1,81–2,17 т/га. Прибавка от удобрений составила для сорта Адапт 17,1–33,7 %, для сорта Сталкер – 14,8–36,2 %, для сорта Вакула – 29,0–49,8 %. Окупаемость единицы действующего вещества была максимальной на фоне расчетной дозы удобрения. Наибольшим прирост энергии был при выращивании сортов Сталкер и Вакула и внесении расчетной дозы удобрений, а энергетический коэффициент во всех вариантах опыта колебался от 1,52 до 1,89. Приведенные данные свидетельствуют об энергетической эффективности выращивания ячменя ярового в условиях южной степи Украины.

Список использованных источников

1 Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / В. О. Ушкаренко, П. Н. Лазер, А. І. Остапенко, І. О. Бойко. – Херсон, 1997. – 21 с.

2 Гамаюнова, В. В. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения / В. В. Гамаюнова, И. Д. Филиппев // Вестник аграрной науки. – Киев, 1997. – № 5. – С. 15–19.

УДК 635.657:631.5:631.6

В. А. Ушкаренко, Н. Н. Лавренко, С. О. Лавренко

Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, Украина

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ НА ПОСЕВАХ НУТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СУХОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния обработки почвы и условий увлажнения на ее физические свойства. Определены причины ухудшения физических свойств почвы в зависимости от изучаемых факторов. Представлены материалы по влиянию долгосрочного орошения на плотность сложения и порозность почвы в условиях Сухой Степи. Определено, что при выращивании нута наилучшие физические свойства почвы были при обработке на глубину 28–30 см в неорошаемых условиях. В этих условиях плотность сложения в слое 0–30 см составила 1,11 г/см³ по всходам культуры и 1,22 г/см³ при уборке, а порозность 57,7 и 53,7 % соответственно.

Ключевые слова: нут, основная обработка почвы, условия увлажнения, орошение, плотность сложения, порозность.

Введение. Интенсификация технологий выращивания сельскохозяйственных культур в современном производстве привела к трансформации всех свойств почвы, особенно физических. К сожалению, этот процесс связан с деградацией почв, которые особенно чувствительно реагируют на дегумификацию изменением своей структуры и плотности. Все эти свойства ухудшаются от применения на производстве тяжелой, устаревшей (морально и физически), энергетически неэффективной техники, проведения интенсивного орошения малопригодной водой (с большим количеством и неблагоприятным составом солей), избыточного разрыхления, отказа от внесения органических удобрений и т. п.

К сожалению, многие ученые почвенные условия роста и развития растений учитывают не в полной мере, что иногда приводит к получению труднообъяснимых экспериментальных данных; считая, что орошение в одностороннем порядке только улучшает условия произрастания растений, полностью исключают негативную составляющую. В условиях выращивания сельскохозяйственных культур на мелиорируемых почвах необходимо в обязательном порядке учитывать антропогенное влияние всех факторов на их физические свойства. Опыты, проведенные в условиях южной степи Украины, свидетельствуют о том, что орошение водой с критическими показателями качества приводит к осолонцеванию, переуплотнению почв и т. п., а это может кардинально изменить существующую технологию выращивания и ареал распространения культур [1–9].

По мнению ведущих ученых-почвоведов Украины (М. И. Ромащенко, В. В. Медведева, С. А. Балюка), основными причинами развития неудовлетворительного физического (структурного) состояния орошаемых почв являются низкий уровень культуры

земледелия, качества оросительной воды, техники полива (создает дополнительное давление на почву) и недостаточные объемы мелиоративных мероприятий для почвы и воды [6, 7].

Решение поставленных задач с целью снижения антропогенного влияния на почву позволит максимально реализовать потенциальный уровень урожайности выращиваемых сортов и гибридов и перейти на новые, совершенные технологии.

Материал и методы. Исследования по усовершенствованию элементов технологии выращивания нута в условиях юга Украины были проведены в течение 2012–2014 гг. на землях сельскохозяйственного кооператива «Радянська земля» Белозерского района Херсонской области (Украина).

В полевых опытах изучались следующие факторы и их варианты: основная обработка почвы: отвальная на глубину 20–22 см, отвальная на глубину 28–30 см; фон питания: без удобрений, $N_{45}P_{45}$, $N_{90}P_{90}$; загущение растений, млн шт./га: 0,5; 1,0; 1,5; условия увлажнения: без орошения, на фоне орошения.

Полевые опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение вариантов осуществлялось методом расщепленных делянок. Учетная площадь делянок четвертого порядка составляла 57,6 м². В исследованиях руководствовались общепринятыми методиками проведения полевых опытов.

Агротехника выращивания нута была общепринятой для условий юга Украины. В опытах выращивали сорт нута Розанна. После уборки предшественника (озимой пшеницы на зерно) проводили двукратное дискование стерни на глубину 6–8 и 10–12 см. Основную обработку почвы выполняли на глубину, соответствующую вариантам схемы опытов. Под основную обработку вносили минеральные удобрения сеялкой СЗ-3,6 в дозах, соответствующих вариантам схемы опыта. С целью дополнительного уничтожения сорняков и выравнивания почвы выполняли культивацию на глубину 12–14 см. При наступлении физической спелости почвы весной проводили боронование. Предпосевную культивацию выполняли на глубину заделки семян. Посев осуществлялся на глубину 5–7 см трактором John Deere 8400 с сеялкой John Deere 740А. Норму высева устанавливали согласно вариантам схемы опытов.

Семена за 1–2 часа до посева обрабатывали биопрепаратами селекционных высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий («Ризобифит нутовый» + «Фосфоэнтерин» + «Биополицид») при расчетной дозе инокулюма 106 бактерий/1 семя. После посева поле прикатывали. Для борьбы с сорняками до всходов культуры вносили почвенный гербицид «Гезагард 500 FW к. с.» нормой 3,0 л/га. Против вредителей в фазу «бутонизация – начало цветения» использовали инсектицид «Нурел Д» нормой 1,0 л/га. Влажность почвы в орошаемых вариантах поддерживали на уровне 75–80 % НВ. Уборку зерна проводили прямым комбайнированием при полной спелости бобов.

Результаты и обсуждение.

Исследования, проведенные на орошаемых и неорошаемых фонах, выявили существенную разницу в показателях плотности сложения почвы (таблица 1).

Обработка почвы существенно влияла на плотность сложения обрабатываемых слоев почвы. При ее выполнении на глубину 20–22 см плотность сложения в слое 0–30 см составила 1,13 г/см³ в неорошаемых вариантах опыта. Увеличение глубины обработки на 8 см уменьшило показатель на 1,8 % (до 1,11 г/см³), что было вызвано рыхлением нижнего горизонта почвы.

Другим было строение почвы при орошении. В связи с изменением водно-солевого режима на протяжении многих лет на орошаемых участках уменьшилась доля агрономически ценных агрегатов, а доля илистых частиц, наоборот, увеличилась. Также при содержании в орошаемой воде значительного количества хлора, карбонатов, натрия и других элементов возникает процесс диспергации и осолонцевания почвы [1]. Все указанные процессы вызвали увеличение плотности сложения почвы в слое 0–30 см

на 9,4 % по сравнению с неорошаемыми условиями. При отвальной обработке на глубину 28–30 см плотность сложения почвы в пахотном слое составила 1,22 г/см³, а при уменьшении глубины до 20–22 см – 1,23 г/см³.

Таблица 1 – Плотность сложения почвы в посевах нута в зависимости от основной обработки почвы и условий увлажнения, среднее за 2012–2014 гг.

В г/см³

Основная обработка почвы (фактор А)	Слой почвы, (фактор С), см	Условие увлажнения (фактор В)			
		без орошения		на фоне орошения	
		Срок определения			
		во время всходов	во время уборки	во время всходов	во время уборки
Отвальная на глубину 20–22 см	0–10	1,06	1,17	1,17	1,25
	10–20	1,12	1,23	1,23	1,32
	20–30	1,20	1,31	1,29	1,37
	0–30	1,13	1,24	1,23	1,31
Отвальная на глубину 28–30 см	0–10	1,06	1,16	1,17	1,24
	10–20	1,12	1,20	1,23	1,30
	20–30	1,16	1,29	1,25	1,34
	0–30	1,11	1,22	1,22	1,29

Примечание – НСР₀₅ за годы исследований колебалась, г/см³:
 - во время всходов: для факторов А, В – от 0,01 до 0,02; для фактора С – от 0,01 до 0,03; для взаимодействия АВ – от 0,02 до 0,03; для взаимодействий АС, ВС – от 0,02 до 0,04; для комплексного взаимодействия АВС – от 0,03 до 0,05;
 - во время уборки: для факторов А, В – от 0,01 до 0,02; для фактора С – от 0,02 до 0,03; для взаимодействия АВ – от 0,02 до 0,03; для взаимодействий АС, ВС – от 0,03 до 0,04; для комплексного взаимодействия АВС – от 0,04 до 0,06.

До конца вегетации нута произошло уплотнение пахотного слоя в обоих вариантах регулирования увлажнения, что было вызвано влиянием растений, осадков, сельскохозяйственной техники, а при орошении еще и оросительной воды (механическим воздействием ее капель).

Без орошения плотность сложения почвы в посевах нута при вспашке на глубину 20–22 см увеличилась в слое почвы 0–30 см на 9,7 %, составив 1,24 г/см³, а при орошении эти параметры составили 6,5 % и 1,31 г/см³ соответственно. Увеличение слоя обработки до 30 см уменьшило показатель по сравнению с предыдущей обработкой. При орошении нута плотность сложения почвы во время уборки составила 1,29 г/см³, а без орошения – 1,22 г/см³.

Пористость почвы функционально связана с плотностью ее сложения (таблица 2).

Таблица 2 – Общая пористость почвы в посевах нута в зависимости от исследуемых факторов, среднее за 2012–2014 гг.

В процентах

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Условие увлажнения			
		без орошения		на фоне орошения	
		Срок определения			
		во время всходов	во время уборки	во время всходов	во время уборки
1	2	3	4	5	6
Отвальная на глубину 20–22 см	0–10	59,5	55,3	55,3	52,3
	10–20	57,4	53,2	53,2	49,8
	20–30	54,5	50,4	51,1	48,1
	0–30	57,2	53,0	53,2	50,1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Отвальная на глубину 28–30 см	0–10	59,5	55,7	55,3	52,7
	10–20	57,4	54,4	53,2	50,6
	20–30	56,1	51,1	52,7	49,2
	0–30	57,7	53,7	53,7	50,8

При всходах культуры пористость почвы во всех исследуемых слоях была удовлетворительной. Так, в вариантах без орошения пористость почвы в слое 0–30 см составляла 57,2–57,7 % и не зависела от глубины обработки. При орошении пористость почвы значительно уменьшилась и составила 53,2–53,7 %, что объясняется увеличением плотности сложения. К уборке зерна нута пористость почвы в пахотном слое уменьшилась до наименьших удовлетворительных показателей, но закономерности сохранились прежние.

Выводы. При выращивании нута наилучшие физические свойства почвы были при обработке на глубину 28–30 см в неорошаемых условиях. В этих условиях плотность сложения в слое 0–30 см составила 1,11 г/см³ по всходам культуры и 1,22 при уборке, а порозность 57,7 и 53,7 % соответственно.

Список использованных источников

- 1 Ковда, В. А. Опыт оросительных мелиораций / В. А. Ковда // Мелиорация почв в СССР. – М.: Изд-во «Наука», 1971. – С. 94–114.
- 2 Антипов-Каратаев, И. Н. Влияние длительного орошения на процессы почвообразования и плодородие почв степной полосы Европейской части СССР (черноземы и каштановые почвы) / И. Н. Антипов-Каратаев, В. Н. Филиппова. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 205 с.
- 3 Медведев, В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Предварительные результаты. Задачи / В. В. Медведев. – Харьков: Антиква, 2002. – 428 с.
- 4 Медведев, В. В. Переуплотнение почв: генетико-экологические и агропроизводственные аспекты / В. В. Медведев // Грунтознавство. – Днепропетровск: Днепропетровский госуниверситет, 2002. – Т. 3, № 3–4. – С. 14–20.
- 5 Медведев, В. В. Плотность сложения почв. Генетический, экологический и агрономический аспект / В. В. Медведев, Т. Е. Лындина, Т. Е. Лантионова. – Харьков: Изд-во «13 типография», 2004. – 244 с.
- 6 Ромащенко, М. И. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М. И. Ромащенко, С. А. Балюк. – Київ: Свіч, 2000. – 114 с.
- 7 Медведев, В. В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана) / В. В. Медведев. – Харьков: Изд-во «13 типография», 2008. – 405 с.
- 8 Изменение свойств южных черноземов и темно-каштановых почв Украины под влиянием орошения и пути повышения плодородия орошаемых земель / И. Н. Гоголев, С. Д. Лысогоров, Л. П. Кравчик, Г. С. Сухорукова, С. П. Позняк // Совершенствование методов оценки засоленных почв, прогнозирование и предупреждение вторичного засоления: тез. Всесоюз. совещ. – М., 1972. – С. 4–5.
- 9 Зборищук, Н. Г. Изменение некоторых физических свойств черноземов при орошении / Н. Г. Зборищук, Г. В. Стома, Б. В. Тимофеев // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны. – М.: Изд-во «Наука», 1980. – С. 79–91.

УДК 338.439:633.21:631.67(477.7)

Н. В. Цуркан, Л. К. Антипова

Николаевский национальный аграрный университет, Николаев, Украина

ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЮГА УКРАИНЫ

В статье приведены результаты исследования развития производства продукции многолетних трав. Установлено, что на рынке продукции многолетних трав на протяжении 2009–2012 гг. наблюдался дефицит всех видов товаров; баланс рынка, в частности сена и зеленой массы, был отрицательным. Дефицит кормов из трав составлял на юге Украины в среднем за 2009–2012 гг. 494,6 тыс. ц сена и 15700,6 тыс. ц зеленой массы. Баланс рынка семян тоже был отрицательным (11,41 тыс. ц). Орошение кормовых культур обеспечивает высокие экономические показатели при производстве сена. Прямые затраты на орошаемых землях увеличиваются, но повышается урожайность в 2,4 раза, увеличивается выход кормовых единиц, переваримого протеина, кормопротеиновых единиц, обменной энергии с единицы площади, возрастает прибыль в 1,4 раза. Урожайность сена при внесении минеральных удобрений на орошаемых землях повышается с 73,0 до 101,0 ц/га (на 38,3 %), уменьшается его себестоимость на 20,1 %, уровень рентабельности увеличивается с 41,3 до 76,8 % (на 35,5 процентных пунктов). Благодаря наличию орошаемых земель, проведению вегетационных и влагонакопительных поливов, внесению удобрений прибыль повышается в 3,0 раза.

Ключевые слова: многолетние травы, рынок продукции, орошение, удобрения, урожайность, экономическая эффективность, энергетическая эффективность.

Введение. Известно, что важными составляющими рационов кормления крупного рогатого скота являются сено и зеленая масса многолетних трав, особенно бобовых. От себестоимости и реализационной цены этой продукции существенным образом зависят экономические показатели производства продукции животноводства.

Внимание к проблеме повышения экономической и энергетической эффективности возделывания многолетних трав обусловлено необходимостью решения вопроса роста прибыльности сельскохозяйственных предприятий как в настоящее время, так и в дальнейшем за счет повышения плодородия почв и конкурентоспособности продукции этих культур на внутреннем и мировом рынках. Следовательно, вопросы изучения эффективности производства продукции многолетних трав, поиск путей повышения экономических и энергетических показателей при этом являются весьма актуальными.

Цель и задачи исследований – установить состояние производства продукции многолетних трав на кормовые цели, определить экономическую и энергетическую эффективность применения орошения и удобрений при возделывании этих культур, в частности люцерны, в южной степи Украины.

Материалы и методы исследования. Материалом наших исследований были технологии выращивания трав и данные государственных статистических наблюдений. Исследования проводили с применением экономическо-статистического, расчетно-конструктивного, логического и монографического методов. Расчет экономической эффективности производства сена из трав осуществляли, опираясь на общепринятые методики [1], с использованием технологических карт хозяйств, в основу которых положены предложения экономистов по нормативам затрат [2]. Расчет энергетической эффективности производили согласно О. К. Медведовскому, В. О. Ушкаренко, А. С. Шпакову и др. [3–5].

Результаты исследования. Проанализировав статистические данные, установили, что в целом по Украине за период с 1990 по 2013 г., несмотря на ценность многолетних трав и их положительное влияние на ведущие направления развития сельскохозяйственного производства, площади их посевов стремительно уменьшались. Так, в 1990 г. эти культуры размещали на площади 3495,6 тыс. га (10,8 % в структуре всех посевных площадей), а в 2013 г. их количество не превышало 1092,8 тыс. га (3,9 % всей посевной площади). Таким образом, за последнее двадцатилетие на Украине площади многолетних трав на сено и зеленую массу сократились на 68,7 %.

В 1990 г. удельный вес этих культур в структуре общей посевной площади на юге Украины составлял 9,0 %, а в 2011 г. – только 1,5 %. Как следствие, наблюдалось и сокращение объемов производства продукции многолетних трав, в том числе сена и зеленой массы.

На рынке продукции многолетних трав наблюдался дефицит всех видов товаров. Баланс рынка продукции многолетних трав, в частности сена и зеленой массы, на протяжении 2009–2012 гг. был отрицательным, что указывает на диспропорции рыночной конъюнктуры, а именно на дефицит такого товара для кормления крупного рогатого скота, как корм из многолетних трав, для постепенного увеличения площадей, а следовательно, и восстановления или хотя бы сохранения плодородия почв.

Дефицит кормов для имеющегося количества скота составлял в среднем за 2009–2012 гг. 494,6 тыс. ц сена и 15700,6 тыс. ц зеленой массы для использования в кормлении животных в качестве зеленых кормов, для изготовления сенажа и т. п.

Баланс рынка семян в среднем за вышеуказанный период тоже был отрицательным (11,41 тыс. ц). Дефицит семян вызван действием многих факторов, и прежде всего низким уровнем семенной продуктивности трав, обусловленным использованием старовозрастных травостоев, ограничением и даже отсутствием внесения минеральных удобрений в связи с их высокой ценой. Практически отсутствуют в южных регионах страны посеvy многолетних трав в условиях орошения. Не применяют в хозяйствах такой эффективный способ, как широкорядный сев трав в беспокровных посевах. Даже государственные предприятия недостаточно обеспечены техникой для производства семян трав. Отсутствуют также специализированные сеялки для мелкосемянных культур, комбайны для уборки семян трав, семяочистительные машины и т. п.

Рассчитано, что потенциальная емкость рынка основных видов продукции многолетних трав на юге Украины в среднем за 2009–2012 гг. составляла 378,9 млн грн., при этом реальная его величина отмечена на уровне 113,6 млн грн., т. е. более чем в 3 раза меньше. Как следствие, на сегодня не наблюдается положительных тенденций относительно постепенного развития рынка исследуемой продукции, а ограниченное предложение и в дальнейшем будет приводить к повышению цен на корма. При этом возрастает себестоимость животноводческой продукции в связи с повышением удельного веса затрат на корма, в частности на покупные. Так, в сельскохозяйственных предприятиях юга Украины в 2012 г. удельный вес затрат на покупные корма в структуре материальных затрат, которые вошли в себестоимость продукции животноводства, возросли по сравнению с 2005 г. на 5,5 процентных пункта (п. п.) и составили 35,2 %. В целом по Украине часть вышеупомянутого показателя возросла еще более существенно (на 8,6 п. п.) и охватила более трети таких затрат.

Существенное сокращение посевных площадей под многолетними травами на сено и зеленый корм обусловило рост реализационной цены на продукцию этих культур в течение последних лет. Цена зависела как от объемов заготовленных кормов, их ассортимента, качества, так и от срока их реализации. Товаропроизводители продукции многолетних трав на кормовые цели, которые реализовывают ее на внутреннем рынке, не имея собственного поголовья, заинтересованы в росте цены для получения надлежащих прибылей.

К тому же надо заметить, что на юге орошаемые земли используют в основном для производства овощных культур. Вместе с тем в отдельных агроформированиях орошение как прием интенсификации возделывания трав обеспечивает высокие экономические показатели при производстве сена.

В неорошаемых условиях в исследованных хозяйствах с посевов собирали два укоса, а благодаря орошению (двум вегетационным и одному влагозарядковому поливу, в сумме за год 2400 м³/га) травы формировали урожайность листостебельной массы для заготовки сена с четырех-пяти укосов.

Расчеты в среднем за 2011 и 2012 гг. свидетельствуют о том, что на орошаемых землях как закономерность увеличиваются прямые затраты на единицу площади посева при возделывании многолетних трав (на примере люцерны) почти в 4,4 раза. Большая часть дополнительных затрат в структуре затрат на орошение приходится на горюче-смазочные материалы (42,5 %) и воду для полива (27,1 %). Незначительная доля (1,7 %) приходится на оплату услуг по нарезанию временного оросительного канала и его закрытие. Увеличение прямых затрат на проведение оросительных работ сказывается на уровне производственных затрат. Они повышаются в 3,3 раза. Основная часть (75,7 %) в структуре дополнительных затрат на проведение вегетационных и влагозарядкового поливов приходится именно на прямые затраты.

Следует заметить, что применение орошения на юге Украины при возделывании люцерны существенным образом и положительно сказывается на показателях эффективности производства сена. Прежде всего, повышается урожайность на 42,5 ц/га, то есть в 2,4 раза, увеличивается выход кормовых единиц, переваримого протеина, кормопроteinных единиц, обменной энергии с единицы площади, возрастает прибыль (таблица 1).

Таблица 1 – Экономическая эффективность возделывания многолетних трав на сено в зависимости от технологии (с учетом арендной платы) в среднем за 2011–2012 гг.

Показатель	Технология		
	традиционная (без орошения и удобрений)	инновационная А (при орошении без удобрений)	инновационная Б (при орошении и удобрении)
Урожайность, ц/га	30,5	73,0	101,0
Себестоимость 1 ц, грн.	61,64	84,93	67,86
Реализационная цена 1 ц, грн.	120,0	120,0	120,0
Стоимость произведенной продукции на 1 га, грн.	3660,0	8760,0	12120,0
Прибыль (грн.) в расчете на:			
1 га	1779,94	2559,78	5266,05
1 чел. ч	91,14	37,06	72,20
Продуктивность труда на 1 чел. ч, ц	1,56	1,06	1,27
Уровень рентабельности, %	94,7	41,3	76,8

Вместе с тем нужно отметить ухудшение таких показателей, как себестоимость 1 ц сена (повышается от 61,64 до 84,93 грн.) и уровень рентабельности (уменьшается на 53,4 п. п.). Причинами этого является отсутствие в хозяйстве техники для подбирания прессованных тюков, погрузки их на площадки для перевозки и складирования на хранение, вследствие чего используется нанимаемый человеческий труд. С увеличением урожайности существенным образом повышаются и затраты на уборку сена.

О целесообразности внесения минеральных удобрений свидетельствуют показатели экономической оценки производства сена из этих трав. Урожайность сена на орошаемых землях, благодаря подкормке растений удобрениями, повышается от 73,0

до 101,0 ц/га (на 38,3 %), уменьшается его себестоимость на 20,1 %, а уровень рентабельности увеличивается от 41,3 до 76,8 % (на 35,5 п. п.).

Благодаря наличию орошаемых земель, проведению вегетационных и влагозарядкового поливов, внесению удобрений повышается такой важный экономический показатель, как прибыль на 1 га, в 3,0 раза по сравнению с традиционной технологией в условиях естественного (природного) увлажнения.

Итак, результатом орошения являются повышение урожайности трав и рост производительности земли как основного средства производства.

При внесении минеральных удобрений на орошаемых землях улучшаются и другие производственные показатели: повышаются производительность работ и эффективность затрат.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что внесение удобрений под посевы и размещение многолетних трав на орошаемых землях являются важными факторами укрепления кормовой базы животноводства и, как следствие, повышения экономической эффективности животноводческой продукции благодаря уменьшению себестоимости кормов.

При экономической оценке производства многолетних бобовых трав к стоимости их продукции необходимо прибавлять стоимость синтезированного травами экологически чистого азота, считая его также продукцией. Вместе с тем аналогичную сумму необходимо относить к статье затрат «Удобрения» следующей за травами культуры.

В последнее время учеными все больше внимания уделяется понятиям «энерго-сберегающий» и «ресурсосберегающий», а научные труды дополняются расчетами энергетической эффективности разработанных технологий.

По мнению А. К. Медведовского, П. И. Иваненко [3], основной целью энергетического анализа является поиск и планирование методов сельскохозяйственного производства, которые обеспечивают рациональное применение невозобновляемой и возобновляемой (природной) энергии, охрану окружающей среды.

Установлено, что благодаря внесению удобрений на орошаемых землях сбор энергии с урожаем сена увеличивается от 39,84 до 55,12 ГДж/га, прирост дополнительной невозобновляемой энергии на 1 га – от 5,62 до 17,93 ГДж, а коэффициент энергетической эффективности – от 1,2 до 1,5 (таблица 2).

Таблица 2 – Энергетическая эффективность возделывания многолетних трав на сено в зависимости от технологии (в среднем за 2011–2012 гг.)

Показатель	Технология		
	традиционная (без орошения и удобрений)	инновационная А (при орошении без удобрений)	инновационная Б (при орошении и удобрениях)
Урожайность, ц/га	30,5	73,0	101,0
Содержание энергии в урожае на 1 га, ГДж	16,65	39,84	55,12
Затраты невозобновляемой энергии на 1 га, ГДж	5,97	34,22	37,19
Затраты невозобновляемой энергии на 1 ц, МДж	195,7	468,8	368,2
Получено дополнительно невозобновляемой энергии на 1 га, ГДж	10,68	5,62	17,93
Коэффициент энергетической эффективности	2,8	1,2	1,5

Следует отметить, что при традиционной технологии (без орошения и удобрений) коэффициент энергетической эффективности был самым высоким (2,8). Так как сбор невозобновляемой энергии с урожаем увеличился от 10,68 ГДж/га (при традиционной технологии) до 17,93 ГДж (при выращивании многолетних трав на сено в орошаемых условиях с внесением удобрений), то предпочтение следует отдавать технологии, включающей оба фактора интенсификации.

Выводы. Внесение минеральных удобрений на орошаемых землях обеспечивало формирование 101,0 ц/га сена (на 28 ц/га больше, чем без удобрений), повышение выхода кормопротеиновых единиц, общей энергии с единицы площади, а также уровня рентабельности производства сена люцерны от 41,3 до 76,8 %, улучшение показателей продуктивности работы и эффективности производственных затрат, увеличение коэффициента энергетической эффективности.

Список использованных источников

1 Круш, П. В. Економіка підприємства: навчальний пос. / П. В. Круш, В. І. Подвічна, Б. М. Сердюк. – 2-е вид., стереот. – Київ: Ельга-Н: КНТ, 2009. – 778 с.

2 Технології та нормативи витрат на вирощування кормових та зернофуражних культур / за ред. П. Т. Саблука, Д. Д. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. – Київ: ННЦІАЕ, 2009. – 756 с.

3 Медведовский, О. К. Энергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовский, П. І. Іваненко. – Київ: Урожай, 1988. – 204 с.

4 Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / В. О. Ушкаренко, П. Н. Лазер, А. І. Остапенко, І. О. Байко. – Херсон, 1997. – 21 с.

5 Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур / под ред. Ю. К. Новоселова, Г. Д. Харькова, А. С. Шпакова [и др.]. – М.: ВАСХНИЛ, 1989. – 69 с.

УДК 631.445

М. П. Волокитин

Институт фундаментальных проблем биологии, Пущино, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ

Целью исследований являлось изучение влияния орошения на эколого-мелиоративное состояние природной среды и выявление неблагоприятных последствий, которые часто проявляются при ирригации. Показано, что при соблюдении основ мелиорации существенных изменений в вещественном составе орошаемых в течение 20 лет предкавказских черноземов не происходит. Отмечено некоторое увеличение подвижности карбонатов, которые диагностируются морфологическими (белоглазка становится более рыхлой, пятна заметно увеличиваются) и химическими методами. Наиболее масштабные негативные явления происходят при орошении исходно засоленных и осолонцованных почв. За сравнительно непродолжительный период орошения (12 лет) южных черноземов в Ставропольском крае без устройства дренажа, так как рассчитывали на естественную дренированность территории, уровень грунтовых вод повысился до 2,0–1,4 м. При близком залегании минерализованных грунтовых вод (14 г/л) содержание солей в орошаемом черноземе даже увеличилось. Возросло содержание анионов (Cl^- , HCO_3^-), образующих токсические соли. Большая часть посевов на этих участках погибла. Изучение почвенных растворов орошаемых черноземов показало, что они формируются в зависимости от расположения почв по рельефу. Было ус-

тановлено, что за десять лет орошения водой низкого качества активность иона кальция в пахотном горизонте снизилась с 7,5 до 2,6 мг-экв./л, а активность натрия возросла с 0,4 до 17 мг-экв./л. Орошение исходно засоленных и осолонцованных черноземов без проведения соответствующих мелиоративных мероприятий приводит к их деградации, подъему уровня грунтовых вод и резкому снижению урожая сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: орошение, свойства почв, вещественный состав, почвенные растворы, засоление, осолонцевание.

Разработка научных основ прогнозирования изменения свойств почв, мероприятий по предупреждению в них негативных явлений и восстановлению плодородия деградированных земель являются важнейшими задачами современного почвоведения и агрономической науки. Площадь деградированных земель в России достигла угрожающих размеров. По данным А. Н. Каштанова [1] площадь земель, подверженных эрозии, составляет 70 млн га, имеющих повышенную кислотность – 73 млн га, а засоленные почвы занимают площадь более 40 млн га. Вовлечение деградированных почв в сельскохозяйственное производство не простая задача, поэтому к выбору объекта мелиорации должны предъявляться научно обоснованные подходы [2–4]. Так, например, по мнению Н. Г. Минашиной, Л. Л. Шишова, Г. К. Гавриловой [5] гажевые солончаки юго-западной части Голодной степи «трудны в освоении, дороги в эксплуатации, под интенсивные культуры с высоким водопотреблением они малоперспективны».

Целью исследований являлось изучение влияния орошения на эколого-мелиоративное состояние природной среды и выявление неблагоприятных последствий, которые часто проявляются при ирригации [6].

Объектами исследований были предкавказские черноземы (Ростовская обл., Багаевский район), южные солонцевато-глубокосолончаковатые черноземы (Ставропольский край, Андроповский район), а также обыкновенные и карбонатные черноземы (Республика Молдова, Каушанский район). Данные регионы исследований в значительной степени различаются по своим природным и почвенно-мелиоративным условиям, хотя им и присущи некоторые общие черты.

Исследования показали, что при правильном выборе объекта орошения и соблюдении основ эксплуатации оросительных систем орошение не вызывает существенных изменений в вещественном составе почв (таблица 1). Так, содержание солей, гумуса, обменных катионов после 20 лет орошения предкавказских черноземов (Ростовская обл.) оставалось на уровне их неорошаемых аналогов. Отмечено некоторое увеличение подвижности карбонатов, которые диагностируются морфологическими (белоглазка становится более рыхлой, пятна заметно увеличиваются) и химическими методами. Залегание грунтовых вод оставалось стабильным. Вместе с тем, необходимо отметить, что благоприятная почвенно-мелиоративная обстановка отмечается не на всех гидротехнических оросительных системах Ростовской области. Ошибки, допущенные при их строительстве и эксплуатации, привели к деградационным процессам и выводу из сельскохозяйственного использования нескольких десятков тысяч гектар орошаемых земель. Отмечены случаи, когда неправильная закладка дренажа способствовала ускоренному подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию почв. К этому следует добавить, что до сих пор ведутся дискуссии о целесообразности устройства дренажа (при определенных условиях) и глубины его закладки.

При орошении почв равновесное состояние ионов устанавливается между твердой фазой почвы и почвенным раствором, поэтому необходимо учитывать процесс осаждения или растворения кальцита при испарении оросительных вод в результате эвапотранспирации. Исследования показали, что величина коэффициента селективности обмена (К) натрия-кальция на обыкновенных и карбонатных черноземах зависит от сте-

пени заполнения почвенно-поглощающего комплекса обменным натрием. При содержании обменного натрия менее 1 % от суммы поглощенных катионов наблюдается большое сродство почвы к натрию, что выражается в увеличении коэффициента селективности. Резкое снижение K_{Na-Ca} с ростом содержания обменного натрия означает, что в первые годы орошения при содержании обменного натрия до 2 % адсорбция натрия почвой снижается. Это приводит к накоплению натрия в почвенном растворе, что вызывает повышение пептизируемости органо-минеральных коллоидов, снижение водопроницаемости и слитизации почв. В интервале от 2 до 30 % обменного натрия величина K_{Na-Ca} меняется незначительно. Причем для разных почв эта величина близка. Среднее значение K_{Na-Ca} при широком соотношении натрия в поглощенном комплексе почвы (*sodium adsorption ratio*) от 2 до 30 % равно 0,14 моль/л.

Таблица 1 – Влияние орошения на физико-химические свойства предкавказских черноземов

Разрез	Глубина, см	С, %	Обменные основания, мг-экв./100 г		Подвижные формы, мг/100 г		СО ₂ карбонатов, %	SO ₄ гипса, %
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Орошение 20 лет	0–24	1,95	24,6	2,7	23,0	30,1	0,94	0,004
	24–34	1,53	22,6	3,6	11,3	10,5	1,12	0,001
	34–58	1,38	28,6	4,4	4,8	4,5	1,31	0,006
	58–93	0,64	28,4	3,4	0,25	2,5	3,66	0,010
	93–115	0,47	23,9	6,1	0,37	1,9	5,17	0,009
	115–135	0,30	22,8	7,9	0,25	2,3	6,48	0,004
	135–158		20,8	12,7	0,25	2,3	5,73	0,008
	158–205		19,7	12,5	0,25	2,2	5,17	0,317
	300–320		29,8	6,0	0,47	4,4	4,04	0,756
Неорошаемый участок	0–24	2,00	23,6	2,8	13,0	13,1	1,31	0,004
	24–35	1,62	26,5	1,8	12,5	2,9	1,51	0,003
	35–58	1,41	30,0	2,4	4,5	4,7	1,5	0,002
	58–89	0,76	29,5	3,8	0,25	2,22	4,04	0,004
	89–120	0,59	25,2	5,9	0,47	1,98	4,6	0,168
	120–140	0,23	22,2	8,3	0,25	2,22	5,26	0,016
	140–164		22,1	8,0	0,25	2,64	5,26	0,007
	164–203		20,7	11,0	0,37	2,16	4,60	0,021
	300–320		31,4	4,6	0,47	4,15	4,13	0,281

Коэффициент селективности обмена магния-кальция также зависит от содержания обменного магния. При снижении обменного магния в почвах до 7–8 % K_{Mg-Ca} возрастает до 2. Для того, чтобы не допустить нежелательных изменений в составе обменных катионов, необходимо оценивать качество воды по активности ионов натрия и кальция в почвенной пасте. Соотношение квадрата активности натрия к активности кальция не должно превышать 0,024. Наши исследования показали, что за десять лет орошения водой низкого качества, активность иона кальция в пахотном горизонте снизилась с 7,5 до 2,6 мг-экв./л, а активность натрия возросла с 0,4 до 17 мг-экв./л. Содержание обменного натрия в карбонатном черноземе увеличилось до 9,7 %. В верхней части почвенного профиля образовалась трещиноватая, глыбистая корка мощностью 5–7 см.

Наиболее масштабные негативные явления происходят при орошении исходно засоленных и осолонцованных почв (таблица 2). За сравнительно непродолжительный период орошения (12 лет) южных черноземов (Ставропольский край, Андроповский район) без устройства дренажа, так как рассчитывали на естественную дренирован-

ность, уровень грунтовых вод повысился до 2,0–1,4 м. При близком залегании минерализованных грунтовых вод (14 г/л) содержание солей в орошаемом черноземе даже увеличилось. Возросло содержание анионов (Cl^- , HCO_3^-), образующих токсические соли. Изучение почвенных растворов орошаемых черноземов показало, что они формируются в зависимости от расположения почв по рельефу. Так, в случае расположения черноземов на водораздельной части формирование почвенных растворов происходит под влиянием взаимодействия оросительных вод с твердой фазой почвы. При расположении в пониженной части склона на формирование почвенных растворов оказывают влияние еще и грунтовые воды. В первом случае происходит рассоление почв в результате снижения солей в почвенных растворах за счет пресных оросительных вод. Сумма ионов в орошаемом черноземе на водоразделе в слое 25–87 см в 2,2–4,3 раза была ниже, чем в неорошаемой почве на склоне. Вместе с тем токсичная щелочность (HCO_3^- , Mg^{2+} , Na^+) почвенного раствора оставалась достаточно высокой, а рН – щелочным.

Таблица 2 – Состав почвенных растворов черноземов южных солонцевато-глубокосолончаковатых, мг/л

Чернозем	Глубина, см	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}
Орошаемый на водоразделе	0–25	60	36	315	-	85	46	288
	25–63	60	42	601	3,0	232	46	337
	63–85	20	48	790	54,0	68	184	480
	85–120	60	840	850	42,0	512	670	457
Неорошаемый на склоне	0–25	80	50	380	-	65	184	229
	25–55	100	114	1300	2,0	293	461	650
	55–87	140	216	3200	36,0	476	1321	1820
	87–120	130	354	4700	54,0	390	2903	2035
Орошаемый на склоне	10–20	90	168	1480	-	146	1244	380
	20–45	280	612	4890	2,0	329	3641	2017
	50–71	530	1806	8890	2,0	256	6912	4830
	80–120	580	1840	8760	36,0	293	6914	4940
Ирригационная верховодка	140	380	570	6750	36,0	293	2627	3710

В орошаемом южном черноземе, расположенном на склоне, происходило концентрирование почвенных растворов. Начиная с глубины 20–45 см концентрация почвенного раствора превышала в 3 раза допустимую величину, которая при хлоридно-сульфатном типе засоления не должна превышать 3 г/л. Из-за высокого содержания токсичных солей в почвенном растворе всходы люцерны на значительной площади погибли.

Таким образом, орошение исходно засоленных южных черноземов без проведения комплексной мелиорации не приводит к их рассолению и рассолонцеванию.

Особо следует отметить практику инициативного орошения на местном стоке, осуществляемую на подчиненных и транзитных ландшафтах склонов и в долинах малых рек. Использование для орошения минерализованных и щелочных вод за короткий период привело к засолению и осолонцеванию почв. Сооружение местных водоемов для накопления воды при незначительной облесенности территории сопровождается заилением водоемов и аккумуляцией в них загрязняющих веществ. Искусственное регулирование стока пагубно сказывается и на экологии пойменных ландшафтов. Подобные последствия орошения отмечаются практически во всех южных регионах.

Анализ изучения агрофизических свойств почв при орошении показывает, что наиболее быстрые изменения происходят в структуре, плотности сложения, инфильтрационной и водоудерживающей способностях почв [7]. Было установлено, что пере-

уплотнение черноземов не происходило при обработке их в условиях оптимальной влажности и правильно выбранной технике и технологии полива. Как правило, увеличение плотности сложения отмечается по следу ходовых систем машин и агрегатов. В районах исследований увеличение плотности сложения черноземов по ходу сельскохозяйственных машин достигало 1,40–1,58 г/см³. Воздействие, которое оказывала техника на плотность сложения, проявлялось на глубину, превышающую пахотный горизонт. При орошении дождеванием уплотняющее действие дождя не превышало 3–5 см.

При орошении неизбежны периоды увлажнения–иссушения, сопровождающиеся процессами набухания и усадки почв. Эти процессы усиливаются при несоблюдении поливных режимов. Как переполивы, так и недополивы, особенно овощных культур, отмечаются практически на всех исследуемых оросительных системах. Это ведет не только к недобору растениеводческой продукции, но и к снижению устойчивости почв к антропогенным воздействиям. В связи с этим оросительные системы должны быть обеспечены тензиометрами или другими приборами для осуществления мониторинга влажности орошаемых почв с целью автоматизации поливов.

На переувлажненных участках проявляются застойные явления с ярко выраженным гидроморфизмом. В почвенном растворе снижается содержание кальция, а в почве возрастает содержание воднопептизируемого ила и гидрофильных коллоидов, что вызывает дезагрегацию и диспергацию почвенного материала. Механические обработки усиливают этот процесс. В дальнейшем такое «растирание» агрегатов приводит к сплыванию почвы в бесформенную массу, а при высыхании – к образованию крупных блоков с плотностью сложения 1,50–1,60 г/см³ и более. К следующему вегетационному сезону полного разуплотнения таких блоков не происходит. Дальнейшие критические нагрузки приводят систему в необратимое состояние. На таких полях механизаторы часто выпаживают так называемые «чемоданы», которые образовались в результате переуплотнения почв.

Для предотвращения физической слитизации необходим контроль плотности сложения почв. Установлено, что для глинистых и тяжелосуглинистых черноземов критической плотностью является плотность сложения пахотного горизонта, равная 1,40 г/см³. А полив должен проводиться при влажности не ниже влажности завядания (14–17 %) для сохранения комковато-зернистой структуры почв.

Большой проблемой при орошении почв является ирригационная эрозия. Под ирригационной эрозией понимаются водозрозионные процессы в пределах орошаемого контура, приводящие к разрушению и смыву почвы вследствие энергетического воздействия искусственного дождя на почву. Поскольку более 70 % пашни располагаются на склонах различной крутизны (более 1°), то проявление эрозии возможно на больших территориях. При орошении без проведения соответствующих противоэрозионных мероприятий потери почвы могут достигать 15–30 т/га в год при предельно допустимой не более 6 т/га в год. Смыв почвенной массы сопровождается загрязнением водоемов, их эвтрофикацией, т. е. нарушением не только наземных, но и водных экосистем.

Одним из основных технологических требований, предъявляемых к способу орошения дождеванием, является осуществление полива без образования луж и стока. Поэтому при орошении дождеванием необходим правильный выбор техники и технологии полива. Эрозионное воздействие капель дождя на почву зависит от физических характеристик дождя – диаметра капель, высоты и угла их падения, кинетической энергии и силы удара о поверхность почвы, интенсивности дождя и его продолжительности, а также от водно-физических свойств почв, исходной влажности, плотности сложения, гранулометрического и структурно-агрегатного состава. Капли дождя, выпадая на незащищенную растительным покровом поверхность почвы, отделяют и перемещают почвенные частицы, уплотняют поверхностный слой почвы, заиливают (кольматируют) ее поры, заметно уменьшая инфильтрационную способность почвы и вызывая образование корки.

Мелкокапельный дождь (1–1,5 мм) невысокой интенсивности не вызывает деградационных явлений. При орошении среднеструйными дождевальными машинами «Днепр», «Фрегат», «Шлейф», «Волжанка» в зоне крупнокапельного дождя (около 10 м) образуются капли размером 2,5–4,0 мм. В этой зоне происходит разрушение структуры почвы, снижение ее фильтрационной и водопоглотительной способности. Содержание в обыкновенных и карбонатных черноземах водопрочных агрегатов снижалось с 40–60 до 32–45 %. В результате механических обработок, роста и развития растений, содержание водопрочных агрегатов повышалось. Содержание водопрочных агрегатов после подготовки пашни к следующему вегетационному сезону в целом по полю отличалось незначительно. При увеличении скорости капель их воздействие на почву усиливалось. Так, при увеличении скорости падения капель диаметром 5 мм с 1,0 до 4,0 м/с и интенсивности дождя 2,36 мм/мин допустимая норма полива уменьшалась с 106 до 14 мм. Коэффициент фильтрации снижался с 1,35 до 0,20 мм/мин, а сток на делянках, где дождевание проводили при скорости падения капель 4,0 м/с, начинался через 6 минут. Образовавшаяся на поверхности почвы корка обеднялась илистыми и пылеватыми частицами, которые перемещались со стоком вниз по склону. Образование ручейковой сети в средней части склона (уклон 3°) усиливало разрушительную силу водного потока. Линейный размыв по склону составлял 1–5 см, а потери карбонатного чернозема превышали 26 т/га. В зависимости от свойств почв, растительности, техники и технологии полива эрозионно-допускаемые поливные нормы (ЭДПН) для обыкновенных и карбонатных черноземов составляли от 220 до 680 м³/га.

Для предотвращения эрозии почв при поливах дождеванием необходимо полностью исключить формирование стока на орошаемых полях. Однако величина ЭДПН не всегда соответствует поливной норме, установленной исходя из физиологической потребности растений. Она для крупнокапельной зоны дождя всегда меньше. Для повышения ЭДПН до уровня агротехнической поливной нормы необходимо при поливах дождеванием на орошаемых полях осуществлять соответствующие противоэрозионные мероприятия. Из агротехнических мер наиболее приемлемым для условий дождевания является комплекс приемов, позволяющих эффективно переводить поверхностный сток во внутрпочвенный. Установлено, что в этом отношении наиболее эффективно щелевание.

При контурной организации территории пропашные культуры можно размещать на склонах с крутизной до 3–5°, но при этом следует обязательно проводить предполивную культивацию и нарезку щелей. Рекомендации по нарезке щелей и размещению на склонах разной крутизны разработаны нами с учетом гранулометрического состава и плотности сложения почвы для крупнокапельной зоны дождя. При соблюдении технологии полива на исследуемых черноземах можно распределить до 60 мм осадков. Распределение меньших поливных норм (30–40 мм) можно осуществить без щелевания, но с проведением предполивной культивации. Однако щелевание трав второго года пользования, как показали наши исследования, менее целесообразно, чем полив 20–25 мм на склонах крутизной до 3°. Обусловлено это тем, что после 2–3 укосов люцерны из-за переуплотнения почвы щели следует нарезать через каждые 0,5–1,2 м. Такая густота размещения щелей может оказать существенное влияние на продуктивности трав, возделываемых на тяжелосуглинистых почвах, из-за их повреждения. На среднесуглинистых почвах травы второго года пользования можно размещать на склонах крутизной до 5° без проведения щелевания. На тяжелосуглинистых почвах таким же образом можно орошать травы первого года пользования, если плотность сложения почвы не превышает 1,30–1,35 г/см³. Щелевание также эффективно на пропашных культурах. Следует отметить, что эффективность щелей на пропашных культурах может резко снижаться после первого полива. Поэтому предполивная культивация на пропашных культурах должна быть обязательным приемом орошаемого земледелия. Дифференциация

густоты нарезки щелей с учетом типа и уклонов будет способствовать снижению затрат на агротехнику возделывания культур при исключении ирригационной эрозии.

Таким образом, можно заключить, что процессы деградации почв проявляются на оросительных системах с неудовлетворительными почвенно-мелиоративными условиями. Наличие солей в почвах или близко залегающих породах, недостаточная естественная дренированность территорий, отсутствие дренажа или его невысокая эффективность сопровождаются подтоплением, засолением и осолонцеванием почв. В результате этого сотни тысяч гектаров земель были выведены из сельскохозяйственного использования.

Список использованных источников

1 Каштанов, А. Н. Концепция устойчивого развития земледелия России в XXI веке / А. Н. Каштанов // Почвоведение. – 2001. – № 3. – С. 263–265.

2 Гузеева, С. А. Состояние солонцовых почв юга Тюменской области и аспекты их освоения: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03 / Гузеева Светлана Анатольевна. – Тюмень, 2007. – 18 с.

3 Картвелишвили, Л. Н. Направления развития сельскохозяйственной мелиорации / Л. Н. Картвелишвили, А. А. Ерхов // Вестник РГАЗУ. – 2011. – № 1. – С. 15–21.

4 Ларионова, А. М. Проблемы развития мелиорации в России / А. М. Ларионова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. / под общ. ред. Ю. А. Мажайского. – Вып. 2. – Рязань: Мещерский филиал ВНИИГиМ, 2006. – С. 3–11.

5 Минашина, Н. Г. Гажевые солончаки юго-западной части Голодной степи, их почвенные растворы и генезис / Н. Г. Минашина, Л. Л. Шишов, Г. К. Гаврилова // Почвоведение. – 2004. – № 5. – С. 527–536.

6 Новикова, А. Ф. Мелиоративное состояние и деградационные процессы на орошаемых землях России / А. Ф. Новикова // Почвоведение. – 1999. – № 5. – С. 614–625.

7 Бондарев, А. Г. Физика и механика почв в решении современных проблем почвенного плодородия / А. Г. Бондарев // Почвоведение: аспекты, проблемы, решения. – М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2003. – С. 553–564.

МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.674

Л. Г. Романова

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс;
Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, Саратов,
Российская Федерация

В. А. Шадских, В. Е. Кижяева, А. Г. Лапшова

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс,
Российская Федерация

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ОРОШАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Объектом исследований являются орошаемые почвы степной и сухостепной зон Поволжья (черноземы, темно-каштановые, каштановые), уровень плодородия которых в значительной мере предопределяется, помимо характеристик почвенного покрова и инженерно-технического состояния оросительных систем, комплексом гидрогеолого-мелиоративных факторов. Цель работы заключается в разработке системы показателей для оперативной диагностики изменения состояния орошаемых земель степного и сухостепного Поволжья. Состав и значения показателей изменения состояния земель при ирригации определены на основе анализа специфики протекания процессов почвообразования в условиях орошения, выявления степени отличия основных свойств почв от их богарных аналогов, конечного использования этой информации в решении прикладных задач (оценке качества земель, экологического ущерба, разработке мероприятий и т. д.)

Ключевые слова: орошаемые земли, плодородие, мелиорация, орошаемая территория, экологическая ситуация, почвообразовательный процесс, деградация почвенного покрова, агроландшафт, экологическая устойчивость, орошаемый агроценоз, система критериев оценки, параметры, оценочные градации.

Экологический подход к мелиорации земель служит основой рационального природопользования, делает возможным длительную эксплуатацию природных ресурсов, в том числе и почв, без их истощения и загрязнения. Устойчивое экологически безопасное развитие сельхозпроизводства возможно только при рациональном регулировании мелиоративных, водохозяйственных и сельскохозяйственных воздействий на все природные системы, в том числе на почвообразовательные процессы. Первостепенное значение имеет сохранение экологической устойчивости природных систем, включая плодородие почв. Экологическая устойчивость природных систем рассматривается как динамически равновесное функционирование природных процессов в течение длительного периода времени. Антропогенное вмешательство в результате водохозяйственной, мелиоративной, сельскохозяйственной и другой деятельности может вывести природную систему из равновесного устойчивого состояния, привести к необратимым негативным процессам. Однако крупномасштабная ирригация очень часто сопровождается ухудшением экологической обстановки в регионе. Это объясняется упущенным подходом к почве, относительно небольшим опытом орошения в степной зоне, отсутствием ландшафтного подхода при проектировании объектов мелиорации, а также низкой культурой земледелия.

При мелиорации земель очень важно учитывать специфику природной обстановки

каждого конкретного региона не только на локальном (местном), но и на региональном (бассейновом) и даже глобальном уровнях. Ландшафтно-экологический подход к вопросам орошения предполагает решение экологических проблем с учетом оптимизации природной среды и характера взаимосвязи между компонентами ландшафта: водой, климатом, почвой, растительностью, животным миром, морфологическими частями ландшафта и др. [1]. Воздействие антропогенных факторов, какими являются оросительные мелиорации, вызывает коренные изменения природной среды как на мелиорируемой, так и на прилегающей территории, резко изменяя объемы и скорости процессов энерго-массообмена. С ними связаны такие проявления, как подтопление орошаемых и прилегающих земель, их вторичное заболачивание и засоление, деградация и многие другие негативные процессы. Негативные изменения в гидросфере приводят к нарушениям гидрологического и гидрогеологического режимов: изменяются физические, механические, химические, бактериологические и другие показатели почвы и воды, угнетаются водная флора и фауна, истощаются поверхностные и подземные воды, изменяются объемы водного стока и соотношения между его поверхностной и подземной составляющими, нарушаются естественные пути движения вод, коренным образом изменяя структуру водного баланса территорий. При этом часто наблюдаются заболачивание орошаемых и смежных территорий, засоление и осолонцевание почв, подтопление городов и др.

В ходе оценки происходящих изменений эколого-мелиоративного состояния орошаемых территорий необходимо учитывать почвенно-климатические условия, геоморфологию, гидрологию и гидрогеологию конкретной ландшафтно-географической зоны. Орошение должно обеспечивать соответствие величины водоподачи интенсивности впитывания влаги почвой и водопотреблению сельхозкультур, сохранение структуры, водно-физических и физико-химических свойств пахотного горизонта, оптимизацию и строгое выдерживание сроков и норм полива с учетом складывающихся погодных условий, получение оптимальных урожаев при сохранении благоприятной экологической обстановки в орошаемом агроландшафте и на прилегающей территории [2].

Объектами оценки при оперативной диагностике изменения состояния орошаемых земель являются сами орошаемые почвы, грунтовые, дренажные, оросительные и сбросные воды, гидротехнические сооружения в границах мелиоративной системы, а также водоприемники и прилегающие территории.

При разработке критериев оценки использованы результаты многолетних исследований ВолжНИИГиМ [3–6], а также работы И. П. Айдарова, Н. И. Парфёновой, Н. М. Решёткиной, А. Г. Бондарева, Л. В. Кирейчевой, А. В. Колганова, В. Н. Щедрина и др. [2, 7–9].

Нами предложена система критериев оценки состояния компонентов орошаемого агроландшафта для зон Поволжья, составленная в табличной форме.

При составлении системы критериев были выбраны основные компоненты природной среды, которые подвергаются воздействию оросительных мелиораций:

- экологическая устойчивость агроландшафта, характеризуемая природными и антропогенными факторами (таблица 1);
- гидрогеологический режим – уровень и минерализация грунтовых вод;
- гидрологические параметры, в первую очередь показатели качества оросительной воды (таблица 2);
- орошаемый агроценоз, который включает севообороты, запас продуктивной влаги, урожайность и качество сельхозкультур (таблица 3);
- плодородие почв, включает агрофизические свойства, содержание и состав гумуса, физико-химические свойства, элементы питания растений, деграционные процессы, санитарно-гигиеническое состояние.

Таблица 1 – Критерии оценки экологической устойчивости агроландшафта для зоны Поволжья

Группа факторов	Показатель экологического состояния агроландшафта	Значение критерия оценки экологического состояния		
		оптимальное	требуемое специальных природоохранных мероприятий	система переходит в неустойчивое экологическое состояние
Природные факторы	Мощность зоны аэрации, м	> 30	20–30	10–20
	Естественная дренированность территории, мм/год	100–700	300–500	50–150
	Степень засоления и осолонцевания почвенного профиля	незасоленный, неосолонцованный	слабозасоленный, слабоосолонцованный	среднезасоленный, среднеосолонцованный
	Минерализация грунтовых вод, г/л	< 3	3–5	5–10
	Напорность грунтовых вод	отсутствует	в понижениях рельефа	присутствует повсеместно
Антропогенные факторы – мелиоративная нагрузка на агроландшафт	Сельхозугодья, % от площади агроландшафта степная зона / сухостепная зона	70–80 / 65–75		
	Доля мелиорируемых земель от площади сельхозугодий степная зона / сухостепная зона	0,3–0,5 / 0,5–0,6		
	Оптимальная площадь оросительных систем, тыс. га степная зона / сухостепная зона	5–6 / 10–30		
	Экологически благоприятная оросительная норма, мм степная зона / сухостепная зона	130–275 / 350–550		
	Экологически допустимый уровень грунтовых вод, м степная зона / сухостепная зона	5–7 / 3–5		
	Опасность ирригационной эрозии: - уклон поверхности - коэффициент горизонтального расчленения	0,02–0,05 0,6–1,0	0,05–0,08 1,1–1,2	0,08–0,10 1,3–1,5

Таблица 2 – Критерии оценки гидрогеологического режима и гидрологических параметров агроландшафта Поволжья в условиях орошения

Фактор оценки	Показатель	Значение критерия оценки экологического состояния		
		оптимальное	требуемое специальных природоохранных мероприятий	система переходит в неустойчивое экологическое состояние
1 Поверхностные водные источники, используемые для орошения	Минерализация воды для орошения почв, г/л:			
	а) тяжелый мехсостав, ППК > 30	0,2–0,5	0,5–0,8	0,8–1,2
	б) средний мехсостав, ППК 15–30	0,2–0,6	0,6–1,0	1,0–1,5
	в) легкий мехсостав, ППК < 15	0,2–0,7	0,7–1,2	1,2–2,0
	Качество поливной воды по опасности развития деградационных процессов в почве:			
а) хлоридного засоления Cl^-	< 2,0	2,0–4,0	4,0–10,0	
б) натриевого осолонцевания $Na^+ : Ca^{2+}$	< 0,5	0,5–1,0	1,0–2,0	
в) магниевое осолонцевания $Mg^{2+} : Ca^{2+}$	< 1,0	1,0–1,5	1,5–2,5	
г) содообразования ($CO_3^{2-} + HCO_3^-$) – ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$)	< 1,00	1,00–1,25	1,25–2,50	
	Качество поливной воды по опасности техногенного загрязнения почв	< ПДК по всем элементам	на уровне ПДК для элементов I и II классов	на уровне ПДК для элементов III класса опасности
	Качество поливной воды по опасности воздействия на сооружения	I класс качества	II класс качества	III класс качества
2 Подземные воды первого водоносного горизонта	УГВ, м	7–10	5–7	< 5
	Минерализация, г/дм ³	< 3	3–5	5–10
	Техногенное загрязнение	ниже ПДК	в пределах гигиенических нормативов (ПДК)	превышение ПДК хотя бы по одному показателю

Таблица 3 – Критерии оценки орошаемого агроценоза в зоне Поволжья

Фактор оценки орошаемого агроценоза	Показатель состояния орошаемого агроценоза	Критерий оценки экологического состояния		
		оптимальное	требующее специальных природоохранных мероприятий	система переходит в неустойчивое экологическое состояние
1 Севообороты	а) Площадь культур, стабилизирующих агроландшафт (однолетних и многолетних трав, повторных посевов)	> 1,0	0,5–1,0	< 1,0
	б) площадь дестабилизирующих культур (пропашных, зерновых) ln биомассы пожнивных и корневых остатков ln производства биомассы	0,95–1,00 ≥ 0,85–0,95		
2 Запас продуктивной влаги на начало вегетационного периода, мм	слой 0–20 см	> 40	40–20	< 20
	слой 0–100 см	160–130	130–90	90–60
3 Урожайность сельхозкультур	зерновые	проектная	снижение на 15 %	снижение на 15–40 %
	кормовые	проектная	снижение на 20 %	снижение на 30–40 %
4 Качество сельхозпродукции	тяжелые металлы, мг/кг	< ПДК	на уровне ПДК	выше ПДК по одному из показателей
	нитраты, мг/кг	< ПДК	на уровне ПДК	выше ПДК на 10–15 %

Экологические требования к орошению должны обеспечить, наравне с оптимизацией параметров агромелиоративного и гидромелиоративного состояния, сохранение базовых свойств орошаемых почв. В связи с этим в перечень основных экологических критериев оценки компонентов орошаемых агроландшафтов необходимо включить практически все показатели свойств почв, которые в той или иной степени свидетельствуют о развитии тех или иных изменений: агрофизические, физико-химические, биохимические, критерии гидроморфизма почв, качество оросительной воды, критерии эрозионной опасности [10].

Разработанные критериальные показатели позволят:

- оценить направленность изменений состояния орошаемых земель при их многолетнем сельскохозяйственном использовании;
- уточнить и конкретизировать перечень параметров для оценки деграционных процессов в почве зоны ирригации, дать числовые и интервальные значения данных параметров для основных типов почв степной и сухостепной зон Поволжья, оценить изменения свойств этих почв с точки зрения проявления деграционных процессов;
- обосновать критерии экологической устойчивости орошаемых территорий с точки зрения современных условий сельскохозяйственного производства;
- разработать комплекс предложений по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель степного и сухостепного Поволжья.

Список использованных источников

- 1 Принципы ландшафтно-экологического подхода к мелиорации земель / А. В. Колганов, В. Н. Щедрин, Г. А. Сенчуков, А. А. Бурдун // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 5. – С. 12–16.
- 2 Кирейчева, Л. В. Концепция создания устойчивых мелиоративных агроландшафтов / Л. В. Кирейчева, Н. М. Решёткина. – М., 1997.
- 3 Методическое руководство по методам контроля и критериям оценки мелиоративного состояния орошаемых земель Поволжья. – Саратов, 1991. – 35 с.
- 4 Брель, В. К. Принципы организации и ведения учета мелиорированных земель в современных условиях / В. К. Брель, В. А. Шадских, Л. Г. Романова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 4. – С. 8–11.
- 5 Морковин, В. Т. Управление плодородием орошаемых земель Поволжья / В. Т. Морковин, Л. Н. Шмыгля // Проблемы повышения эффективности использования водных и земельных ресурсов Поволжья: сб. науч. тр., посвящ. 45-летию ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». – Энгельс, 2011. – С. 239–247.
- 6 Пронько, Н. А. Изменение плодородия орошаемых каштановых почв Поволжья в процессе длительного использования и научные основы его регулирования / Н. А. Пронько, Л. Г. Романова, А. С. Фалькович. – Саратов, 2005. – 219 с.
- 7 Парфёнова, Н. И. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель / Н. И. Парфёнова, Н. М. Решёткина. – СПб.: Гидрометеиздат, 1995.
- 8 Айдаров, И. П. Оптимизация мелиоративных режимов / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990.
- 9 Бондарев, А. Г. Физические основы повышения плодородия почв / А. Г. Бондарев, И. В. Кузнецова // Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева. – М., 1987. – С. 28–36.
- 10 Романова, Л. Г. Основные показатели оперативной диагностики изменения орошаемых почв Поволжья / Л. Г. Романова // Актуальные вопросы образования и науки: сб. науч. тр. по материалам межд. науч.-практ. конф. – Тамбов: Изд-во «Консалт. компания Юником», 2014. – С. 120–122.

УДК 631.67(470.64)

Р. М. Хачетлов

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова,
Нальчик, Российская Федерация

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЛИОРАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Целью исследований являлось проведение анализа современного состояния и использования мелиорированных земель в Кабардино-Балкарии. Снижение продуктивности орошаемых земель в республике обусловлено низким уровнем агротехники, несоблюдением севооборотов и норм внесения органических и минеральных удобрений, нарушением поливного режима, сильной засоренностью полей сорняками, снижением качества орошаемых земель. По данным ФГБУ «Каббалкмелиоводхоз», из 129,95 тыс. га орошаемых земель 13,40 тыс. га имеют неудовлетворительное мелиоративное состояние, а 62,30 тыс. га – удовлетворительное по глубине залегания грунтовых вод, степени их минерализации и засоленности земель. Орошаемые площади с глубиной залегания грунтовых вод менее 3,0 м занимают 36,20 тыс. га, из которых 2,80 тыс. га – с залеганием грунтовых вод на глубине менее 2,0 м. В рамках ФЦП «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы» на восстановление мелиоративных объектов с 2012 г. выделено бюджетных средств более 1 млрд руб.

Ключевые слова: мелиоративное земледелие, орошение, грунтовые воды, засоление, мелиоративная техника, состояние, проблемы, перспективы, эффективность.

В Концепции федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы» отмечается, что в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. одним из приоритетов государственной политики в сфере развития производственного потенциала является мелиорация земель сельскохозяйственного назначения.

Кризисная ситуация в мелиоративном комплексе в значительной степени обуславливается отсутствием концептуальных решений по развитию мелиоративных водохозяйственных организаций на региональном уровне.

Площадь орошаемых земель в Кабардино-Балкарии на 1 января 2015 г. составляет 129,95 тыс. га. Эти земли в недалеком прошлом обеспечивали получение более 50 % растениеводческой продукции в год. Урожайность кукурузы достигала 80 ц/га и более, озимой пшеницы – 50 ц/га, овощей – 200–300 ц/га. К сожалению, в сельскохозяйственном производстве КБР за последние 25 лет, так же как и в России в целом, отмечается заметное снижение продуктивности орошаемых земель.

Такое положение в орошаемом земледелии республики явилось следствием ряда объективных и субъективных причин, основными из которых, на наш взгляд, являются следующие [1]:

- низкое качество основной и предпосевной обработки орошаемых почв; нарушение технологии сева, поливного режима; несоблюдение норм внесения органических и минеральных удобрений, системы чередования пропашных культур с культурами сплошного сева; сильная засоренность поливных земель сорной растительностью.

В абсолютном большинстве хозяйств не только перестали применять интенсивные технологии на орошаемых землях, но и до невозможности упростили элементарную агротехнику, что привело к сильному засорению полей сорняками, распространению болезней и вредителей. Можно сказать, что это технологический кризис, так как

агротехника зачастую сводится к некачественной пахоте плугами без предплужников, дискование и лущение стерни зачастую не проводятся, боронование осуществляется в один след, для сева используются низкокачественные семена;

- в настоящее время намного хуже обстоит дело с использованием хозяйствами органических удобрений: их применение за последние 10 лет сокращено примерно в 4 раза. Это привело к заметному снижению плодородия почв, особенно орошаемых черноземов, в которых при недостатке органических удобрений и низкой доле бобовых многолетних трав за последние годы потери гумуса резко возросли.

Доказано, что в условиях орошения при различной степени насыщения севооборотов пропашными культурами необходимо вносить, согласно системе удобрений, компенсирующие нормы органических удобрений до 30–40 т/га.

Вместе с тем стабилизация гумусового режима за счет органических удобрений на всей площади невозможна из-за резкого сокращения поголовья общественного скота, что привело к тому, что в 1994–1995 гг. в Кабардино-Балкарии в среднем на один гектар было внесено всего по 1 тонне навоза, а в 2014 г. – 0,5 т;

- на стабильности валовых сборов зерновых, кормовых и других культур губительно сказывается неэффективное использование орошаемых земель во многих хозяйствах республики. Так, из 129,6 тыс. га орошаемых земель ежегодно ни разу не поливается более 60 тыс. га.

Одна из основных причин недобора урожая сельскохозяйственных культур – нехватка воды в период поливов из-за неисправностей оросительной сети и, как следствие, нарушение норм, сроков, количества и способов полива. Установлено, что для формирования урожая 60–80 ц/га и более кукуруза потребляет воды 5,5–6,5 тыс. м³/га, а озимая пшеница – 2,5–3,2 тыс. м³/га. Дефицит влаги в сухие и полусухие годы превышает 3,0–3,5 тыс. м³/га для кукурузы и 1,8–2,0 тыс. м³/га – для пшеницы. Этот дефицит должен восполняться за счет проведения влагозарядковых и вегетационных поливов.

Основным способом полива пропашных культур должен быть поверхностный по бороздам, а полива озимой пшеницы, люцерны, сои, гороха и овощных – дождевальными машинами. Вместе с тем из года в год в хозяйствах республики снижается количество дождевальных машин, установок и агрегатов. Достаточно отметить, что если в 1991 г. исправных дождевальных машин и установок в управлениях оросительных систем КБР было 1132 шт. (из них 223 «Фрегата», 884 ДДН-100 и ДДН-70), то на 01.01.2015 исправных соответственно было 3, 13 и 9 шт., остальные или разграблены, или демонтированы;

- в последние годы степень засоренности орошаемой пашни сорняками возрастает. Особенно широкое распространение получили злостные сорняки гумай и амброзия полыннолистная. Сильно засорены гумаем орошаемые участки в хозяйствах Терского, Майского, Урванского, Баксанского, Лескенского и Чегемского районов. Земель, засоренных сорняками в сильной степени, насчитывается более 70 тыс. га.

В период дефицита химических средств для борьбы с сорной растительностью в орошаемых севооборотах необходимо ввести следующие звенья севооборотов с чередованием культур: первое звено: озимая пшеница с подсевом трав, травы первого и второго года пользования, озимая пшеница; второе звено: горох, озимая пшеница. Эти звенья хорошо очищают поля от сорняков;

- особую тревогу вызывает уплотнение орошаемых почв тяжелыми колесными тракторами, автомашинами и другой колесной техникой, особенно в периоды сева и уборки урожая. Установлено, что увеличение плотности почвы свыше 1,3 г/см³ под действием движителей тракторов и сельскохозяйственных машин в процессе возделывания культурных растений приводит к снижению урожайности на 10–50 %. Поэтому необходимы минимализация обработки почвы за счет совмещения операций, выполнение всех работ при физической спелости почвы, ограничение применения на полевых

работах колесных тракторов типа К-700, преимущественное использование гусеничных тракторов, особенно на тяжелых почвах.

В настоящее время, когда появились новые формы землепользования (арендные, фермерские, коллективно-долевые и др.), многоукладность сельского хозяйства стала уже реальностью, и это обстоятельство следует обязательно учитывать. Речь идет о том, что арендатор, например, сегодня будет брать максимум возможного из земли и меньше думать о том, чтобы поддержать плодородие этой почвы на должном уровне. В этих условиях, как нам кажется, требуются закон, предусматривающий ответственность землепользователей, и соответствующий действенный контроль за соблюдением этого закона;

- в настоящее время вся мелиоративная сеть в республике приходит в негодность из-за отсутствия достаточных средств на ее содержание: производство капитальных и текущих ремонтов, оснащение техническими средствами автоматизации и телемеханизации водозабора и водораспределения, оплату труда работников систем и т. д. Это приводит к грубому нарушению системных планов водораспределения, внутрихозяйственных планов водопользования, снижению эффективности использования орошаемых земель.

Вместе с тем за последние 20 лет (1994–2014 гг.) погодно-климатические условия республики заметно изменились с тенденцией к повышению степени засушливости, что связано с глобальным изменением климата в сторону потепления. По прогнозам, эта тенденция сохранится в предстоящие годы.

Следовательно, при отсутствии средств и возможностей для дальнейшего развития орошаемого земледелия с целью получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо изыскать способы поддержания существующих мелиоративных фондов и тем самым исключить полный развал мелиоративных систем и функционирующих служб их эксплуатации.

В целях дальнейшего повышения эффективности использования орошаемых земель в республике необходимо особое внимание уделять мелиоративному состоянию этих земель.

По данным ФГБУ «Каббалкмелиоводхоз» (таблица 1), из 129,95 тыс. га орошаемых земель 13,40 тыс. га имеют неудовлетворительное мелиоративное состояние, а 62,30 тыс. га – всего лишь удовлетворительное по глубине залегания грунтовых вод, степени их минерализации и засоленности земель. В целях недопущения заболачивания и засоления орошаемых земель на этих участках целесообразно проводить частые поливы небольшими поливными нормами (300–400 м³/га).

Выбор способов и техники полива диктуется водно-физическими свойствами почв, рельефом, гидрогеологическими и другими условиями. В этом отношении территория республики имеет сложные физико-географические условия с вертикальной зональностью элементов ландшафта, большое разнообразие почвенно-гидрогеологических и климатических условий [2].

Из приведенных выше данных видно, что орошаемые площади с залеганием грунтовых вод на глубине менее 3,0 м составляют 36,20 тыс. га, из которых 2,80 тыс. га – с залеганием грунтовых вод на глубине менее 2,0 м. На этих землях практически исключается возможность проведения поверхностных поливов, чтобы не допустить заболачивания и частичного засоления почв в результате достижения поливной водой уровня грунтовых вод. Такое опасение вызывает наличие большого количества сухих остатков солей в грунтовых (подземных) водах, имеющее место во всех шести филиалах оросительных систем.

Допустимое содержание растворимых солей в поливной воде составляет около 0,1 %, то есть 1 г/л. При этом в почву поступает около 1000 г растворимых солей на каждую 1000 м³ воды. При минерализации воды от 2 до 5 г/л необходимо учитывать химический состав солей, свойства почвы и орошаемые культуры [3].

Таблица 1 – Показатели мелиоративного состояния орошаемых земель КБР по филиалам на 01.01.2015

В га

Наименование филиала	Площадь орошаемых земель	Распределение орошаемых земель по глубине залегания грунтовых вод			Распределение орошаемых земель по минерализации грунтовых вод		Распределение орошаемых земель по засоленности			Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель	
		1,0–2,0 м	2,0–3,0 м	3,0 м и более	менее 1 г/л	1–2 г/л и более	незасоленные	слабозасоленные	средне- и сильнозасоленные	хорошо и удовлетворительно	неудовлетворительно
Баксанский	18221	1000	2520	14701	17918	303	17539	499	183	17055	1166
Майский	12352	-	5423	6929	11954	398	10657	1094	601	12352	-
Прохладненский	42267	1182	6326	34759	38870	3397	36677	4148	1442	38677	3590
Терский	24826	-	4962	19864	24116	710	23960	554	312	24498	328
Урванский	20028	425	8142	11461	20028		19877	151	-	12223	7805
Чегемский	12256	230	5992	6034	12106	150	11913	343	-	11746	510
Всего по КБР	129950	2837	33365	93748	124992	4958	120623	6789	2538	116551	13399

Из 129,95 тыс. га в 2014 г. из плана поливов было исключено 10,90 тыс. га, в том числе из-за неисправности внутривозвратной сети 3,00 тыс. га и неисправности поливного оборудования (насосных станций, дождевальных установок) – 7,90 тыс. га. В 2014 г. в план полива по республике было включено 117,90 тыс. га, фактически полив осуществлен на всей этой площади при кратности полива в 1,8 раза. При этом полив зерновых культур осуществлен на площади 62,50 тыс. га, овощных – 8,30 тыс. га, кормовых – 13,30 тыс. га и прочих культур – 33,80 тыс. га. Урожайность зерновых с обозначенной площади составила 39,3 ц/га, овощных – 188,9 ц/га, картофеля – 166,7 ц/га, садов – 93,1 ц/га. Для условий орошения приведенные данные об урожайности более чем скромные, что объясняется высокими температурами, малой кратностью поливов, отсутствием в достаточном количестве удобрений, средств защиты растений и во многих случаях общим низким уровнем агротехники, недостатком дождевальной и другой мелиоративной техники.

Такое положение создает существенные трудности для организации и качественного проведения поливов на значительных площадях с близким залеганием грунтовых вод и галечника, а также на участках с просадочными почвогрунтами.

Эффективность орошаемого земледелия в значительной степени зависит от технического состояния гидромелиоративных систем на орошаемых землях.

По состоянию на 01.01.2015 из общей площади орошаемых земель (129,95 тыс. га) площади, на которых требуются улучшение земель и повышение технического уровня мелиоративных систем, составляют 64,20 тыс. га. Комплексную реконструкцию необходимо выполнить на площади 34,20 тыс. га, капитальный ремонт – на 8,10 тыс. га.

В целях повышения эффективности орошаемого земледелия КБР оценку мелио-

ративного состояния необходимо проводить на основании гидрогеологических, почвенных и климатических условий территории. В республике в основном почвы незасоленные, но имеются площади с недопустимыми показателями уровня грунтовых вод и степени засоления почв. При этом сильное сплошное засоление почв не наблюдается, что исключает необходимость проведения промывочных поливов. При сезонно-обратном пятнистом (очаговом) засолении рекомендуется тщательно выравнивать поверхность почвы, проводить осенне-зимние влагозарядковые поливы и соблюдать правила технологии возделывания культур.

Следует также осуществлять постоянный контроль за мелиоративным состоянием орошаемых земель, реализующий следующие задачи: определение степени и типа засоления почв, выявление их причин; установление связи между динамикой засоления, динамикой солевого баланса почв, режимом уровня и химсоставом грунтовых вод; установление направленности изменения засоленности пород за многолетний период.

При несоблюдении вышеобозначенных положений происходит и деградация орошаемых земель. В перспективе с целью предотвращения этих нежелательных явлений необходимо завершить затянувшийся процесс закрепления мелиоративного фонда и гидротехнических сооружений в федеральную собственность, в собственность регионов, муниципальных образований и хозяйствующих субъектов. Следует разработать законодательную и нормативную базу, позволяющую поощрять сохранение мелиоративного фонда и повышать ответственность за его уменьшение.

В перспективе по возрождению мелиорации в России, в том числе и в Кабардино-Балкарии, особые надежды возлагаются на реализацию утвержденной 12 октября 2013 г. Постановлением Правительства России № 922 федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы».

По Кабардино-Балкарии в программу включены шесть объектов, три из которых находятся в ведении ФГБУ «Управление Каббалкмелиоводхоз». Это такие объекты, как реконструкция плотинного гидроузла «Аксыра», магистрального канала «Аксыра», головного гидроузла на р. Чегем. Реконструкция первых двух объектов позволит предотвратить выбытие из сельскохозяйственного оборота 25 тыс. га сельскохозяйственных угодий, реконструкция третьего объекта – 18,45 тыс. га, что, в свою очередь, увеличит производство основных видов продукции растениеводства за счет гарантированного обеспечения урожайности сельскохозяйственных культур вне зависимости от природных условий.

Актуальность развития мелиорации для агропромышленного региона стала особенно очевидной в условиях засушливого 2009 г., когда общий ущерб от засухи в целом по республике составил около 392 млн руб.

По подсчетам специалистов, объем получаемой продукции с орошаемых сельхозугодий в 2,0–2,5 раза выше, чем с аналогичных участков без орошения. Если говорить об эффективности использования материально-технических ресурсов, в том числе удобрений, то она при орошении увеличивается в 2–3 раза. С учетом всех этих показателей в Кабардино-Балкарии и была разработана ведомственная целевая программа, направленная на увеличение производства сельхозпродукции за счет расширения площади мелиорируемых земель в республике.

По этой программе только в 2012 г. на строительство, реконструкцию и техническое перевооружение мелиоративных систем было выделено более 132 млн руб. бюджетных средств, в том числе 99,1 млн руб. из федерального бюджета. Оказанная государственная поддержка позволила увеличить площадь орошаемых земель в этом году на 5,5 тыс. га.

В 2013 г. на реализацию программы по мелиорации земель в Кабардино-Балкарии на 2014–2020 гг. выделено более 1 млрд руб. из федерального бюджета.

Кабардино-Балкария для выполнения целевой программы в 2014 г. получила 70 млн руб. из федерального бюджета, а из республиканского бюджета – 15,3 млн руб.

Соглашение о выделении средств было подписано Министерством сельского хозяйства РФ и Правительством Кабардино-Балкарской Республики. За счет выделенных средств выполнены строительные работы, реконструкция, техническое перевооружение мелиоративных систем общего и индивидуального пользования, гидротехнических сооружений.

Увеличение финансирования мелиоративной отрасли республики из федерального и регионального бюджетов за последние годы и на перспективу, его целевое использование, а также реализация принятых программ вселяют надежду на возрождение в ближайшие годы мелиоративного земледелия в Кабардино-Балкарской Республике.

Список использованных источников

1 Хачетлов, Р. М. Мелиоративное земледелие Кабардино-Балкарии / Р. М. Хачетлов. – Нальчик: КБГАУ им. В. М. Кокова, 2014. – 316 с.

2 Интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях / Б. Х. Жеруков, В. Ш. Кегадуев, Р. М. Хачетлов, Х. М. Унежев. – Нальчик: КБГСХА им. В. М. Кокова, 2006. – 246 с.

3 Хачетлов, Р. М. Орошаемое земледелие Кабардино-Балкарии и повышение его эффективности / Р. М. Хачетлов, В. Ш. Кегадуев, К. А. Ныров. – Нальчик, 1999. – 202 с.

ЭКОНОМИКА МЕЛИОРАЦИИ

УДК 631.67

А. А. Балыхина

Институт водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук
Украины, Киев, Украина

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ В ПЛАТНОМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ

Для улучшения платного водопользования проведена формализация системы рисков, которые не позволяют эффективно проводить платное водопользование. Рассмотрены технические риски, экологический риск, организационные и финансовые риски, риск альтернативных водных источников, погодные риски водопоставщиков и водопотребителей. Основным критерием оценки хозяйственной деятельности для водопоставщиков является поступление средств за услуги по подаче воды, для водопотребителей – дополнительная чистая прибыль. Системное моделирование рисков позволяет принять компромиссное решение о стоимости услуг по подаче воды, наметить пути уменьшения рисков и оптимизации водопользования.

Ключевые слова: система рисков, платное водопользование, моделирование рисков, матрица игры с природой, критерии оценки, двухкритериальная оптимизация.

Постановка задачи. Для регулирования взаимоотношений между водопоставщиками и водопотребителями, обеспечения надежности и экономической стабильности работы всего водохозяйственного комплекса, рационального использования воды как в сфере коммунального хозяйства, так и в промышленности и сельском хозяйстве актуальным является научно-технологическое обоснование водопользования [1].

Водохозяйственная система – это сложная технологическая и экономико-организационная система с иерархической, многоуровневой структурой, состоящей из взаимосвязанных разнотипных функциональных элементов, сосредоточенных на определенной территории. Водопользование в такой сложной системе осуществляется в условиях воздействия ряда неблагоприятных факторов, т. е. в условиях риска, что требует совершенствования методов управления платным водопользованием, согласования экономических интересов водопотребителей и водопоставщиков с учетом технологических особенностей подачи воды.

Ставится задача формализации системы рисков водопотребителей и водопоставщиков математическими и графическими методами, проведения их системного анализа для принятия оперативных и стратегических решений по улучшению платного водопользования [2].

Определение и моделирование системы рисков. Водопользование осуществляется при воздействии ряда неблагоприятных факторов, то есть в условиях риска. Такими факторами являются отсутствие технических и технологических средств организации полива при орошении, экологическое состояние орошаемых земель, возможность выбора водопользователями альтернативных источников орошения, финансовые возможности водопотребителей, организационные взаимоотношения и влияние погодных условий (рисунок 1).

Риск отражает не только потери, но и неиспользованные возможности. При платном водопользовании водохозяйственные организации нацелены на заключение максимального количества договоров с водопотребителями. Для водопоставщиков неиспользованными возможностями являются недостаточное количество заключенных

договоров или невыполнение плана водоподдачи, из-за чего уменьшаются фактические объемы водоподдачи водопользователям, а значит, и сумма поступлений платы за воду. Для водопотребителей при повышении цены увеличивается риск не получить дополнительный чистый доход от орошения, то есть орошение в этих условиях может быть экономически невыгодным.

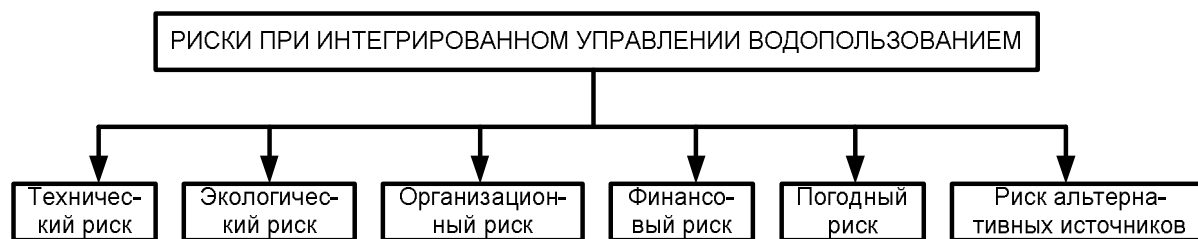


Рисунок 1 – Основные факторы риска при интегрированном управлении водными и земельными ресурсами

В данной работе продолжены исследование рисков при интегрированном управлении водными и земельными ресурсами [3], их математическая формализация.

Технический и (или) технологический риск связан с технической ненадежностью оросительной системы (возможностью полного или частичного отказа системы вследствие старения, разрушения, утраты возможности выполнения определенных технологических операций). Надежность включает в себя следующие свойства: безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтпригодность. Ненадежность (P_N) рассчитывают по формуле:

$$P_N = 1 - P_R,$$

где P_R – техническая надежность системы, которая определяется как вероятность надежной работы системы в зависимости от специфики поставленных задач.

События технического риска представлены в виде гистограммы (рисунок 2).



Рисунок 2 – События технического риска и доли не политых по причине их наступления площадей

Экологический риск обусловлен невозможностью ведения орошаемого земледелия вследствие неудовлетворительного по критериям оценки (подъем уровня грунтовых вод и, как следствие, подтопление, затопление орошаемых земель) эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель.

Для оценки рисков подтопления земель используется гистограмма (рисунок 3).

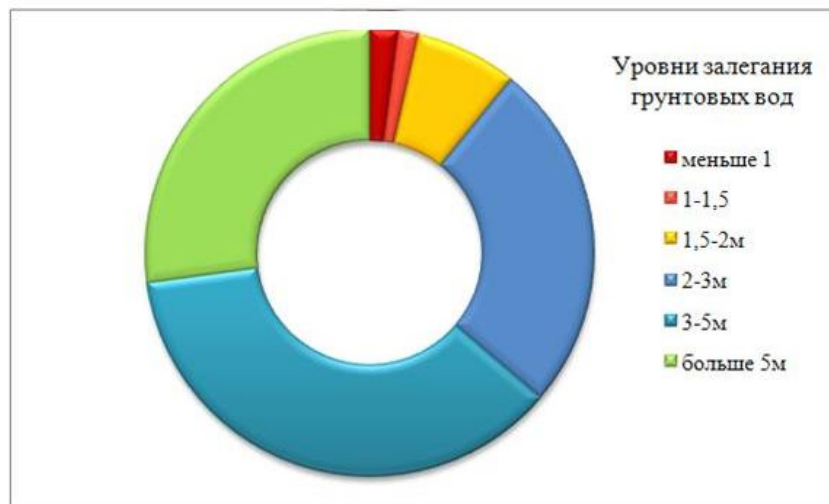


Рисунок 3 – Распределение площадей с разным уровнем залегания грунтовых вод

В опубликованных ранее работах [3, 4] выделяют зоны риска, позволяющие оценить долю подтопленных площадей, на которых орошение запрещено; установить допустимые режимы орошения и соответствующие им оросительные нормы в случае, если орошения допустимо. Для этого авторами установлена такая градация зон риска: I – УГВ < 1,5 м, подтопленные площади, зона катастрофического риска; II – 1,5 м < УГВ < 3,0 м, зона критического риска; III – 3 м < УГВ < 5 м, зона допустимого риска; IV – УГВ > 5 м, безрисковая зона.

Для уменьшения экологического риска также необходимо проводить оценку качества воды. Качество природной воды для орошения оценивается по агрономическим и экологическим критериям. Агрономические критерии включают оценку качества оросительной воды по опасности вторичного засоления почв, опасности подщелачивания почвы, опасности токсичного воздействия воды на растения, опасности осолонцевания почв [5]. Экологические критерии включают ПДК пестицидов, фенолов, цианидов, нефти и нефтепродуктов, а также ПДК микроэлементов и тяжелых металлов [6].

Организационный риск – риск, обусловленный недостатками организации работ в платном водопользовании, недостаточным управлением водопользованием, непосредственной организацией взаимоотношений между субъектами хозяйственной деятельности (например, между водохозяйственными организациями и водопользователями).

Финансовый риск возникает при нехватке средств у водопользователя. При этом хозяйство не может заказать и оплатить полный объем воды для обеспечения биологически оптимального режима орошения, что приводит к уменьшению количества поливов и поливных норм. Таким образом, имеет место недополив орошаемых земель вследствие финансового риска.

При платном водопользовании выделим риск альтернативных водных источников, когда некоторые водопотребители переходят на альтернативные водные источники, т. е. используют подземные воды, берут воду для полива из скважин.

Моделирование погодного риска в платном водопользовании при подаче воды для орошения. При подаче воды водопотребителям водопоставщики (как бюджетные организации) могут получать средства за услуги по подаче воды на орошение [2]. В некоторые влажные годы водопоставщики терпят убытки в результате недобора воды водопотребителями. В эти годы имеет место погодный риск водопоставщика.

Для моделирования и отображения риска используют практически все математические методы. Наиболее распространенным методом является моделирование

рисков на основе аппарата игры с природой, который позволяет отобразить разные варианты действий и принятия решений в условиях неопределенности, особенно погодного риска [1].

Для объективной оценки деятельности водопоставщиков важно установить как абсолютный риск, так и относительный риск, получить картину возможных рисков ситуаций.

Математическая формализация комбинированной схемы водопользования предусматривает поступления в специальный фонд водопоставщика ($C_{\text{спец}}$), которые рассчитываются как сумма погектарных и покубометровых поступлений по формуле [7]:

$$C_{\text{спец}} = \mu_1 C_1 + \mu_2 C_2 \omega_j,$$

$$\mu_1 + \mu_2 = 1,$$

где μ_1, μ_2 – доли погектарной и покубометровой ставок в расчете на 1 га;

C_2 – покубометровая ставка, грн./м³;

ω_j – оросительная норма в текущем j -м году, м³/га.

Погектарная ставка C_1 при проектировании в условиях p %-й обеспеченности с оросительной нормой ω_p определяется по зависимости:

$$C_1 = C_2 \omega_p.$$

Разница между фактической оплатой при комбинированном тарифе с 1 га в j -м году и плановыми (проектными) поступлениями может быть как положительной (абсолютная полезность), так и отрицательной (абсолютный риск) и рассчитывается по формуле полезностей и рисков, что обусловлено как погодными условиями (величинами оросительных норм ω_j, ω_p), так и коэффициентами μ_1, μ_2 этих схем водопользования:

$$f^{\pm}(\omega_j, \omega_p) = \mu_1 C_1^p + \mu_2 C_2 \omega_j - C_2 \omega_p. \quad (1)$$

Поступление средств водохозяйственных организаций зависит от погодных условий текущего года и проектной вододачи ω_p , что доказывает необходимость моделирования погодного риска для разных вариантов планирования поступлений, анализа погодных рисков водопоставщиков и водопотребителей.

Для исследования абсолютных и относительных рисков водопоставщиков по формуле (1) строится матрица игры с природой [1]:

$$F^{\pm}(\omega_j, \omega_p) = \begin{matrix} & \omega_1 \dots \omega_p \dots \omega_m, \\ \begin{matrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \cdot \\ \omega_N \end{matrix} & \begin{vmatrix} f_{11}^{\pm} & \cdot & \cdot & f_{1m}^{\pm} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ f_{N1}^{\pm} & \cdot & \cdot & f_{Nm}^{\pm} \end{vmatrix} \end{matrix}.$$

Матрицы риска позволяют количественно оценить при проектировании для различных погодных условий определенных лет обеспеченности потери от платы за воду (отрицательные значения) и увеличения поступлений (положительные значения). При анализе матрицы прослеживается следующая тенденция: в более засушливый год водопотребители заказывают больше воды, поэтому убытки водопоставщиков уменьшаются, а доходность увеличивается, и наоборот, в более влажный год водопользователям требуется меньше воды, поэтому водопоставщики соответственно получают меньшую прибыль.

При платном водопользовании для водопотребителей важным вопросом является величина цены на услуги по подаче воды. При увеличении цены возрастает риск получения отрицательного дополнительного чистого дохода от орошения.

Для условий прогнозируемого года рассчитывают функции дополнительного чистого дохода от орошения соответствующих сельскохозяйственных культур:

$$F_3(P) = (C - C_1) f\left(\frac{u_{\text{пр}}^i + \xi}{\omega_j + \xi}\right) Y^{\text{П}} - (C - C_2) f\left(\frac{\xi_j}{\omega_j + \xi_j}\right) Y^{\text{П}} - \lambda_{\text{П}} u_{\text{пр}}^i,$$

где $F_3(P)$ – дополнительный чистый доход от орошения, грн./га;

P – уровень обеспечения проектной оросительной нормы, %;

C – закупочная цена, грн./ц;

C_1, C_2 – себестоимость соответственно при орошении и на богаре (без затрат на подачу воды), грн./ц;

$f\left(\frac{u_{\text{пр}}^i + \xi}{\omega_j + \xi}\right), f\left(\frac{\xi_j}{\omega_j + \xi_j}\right)$ – урожайность при орошении и на богаре, в долях единицы;

$\omega_j, u_{\text{пр}}$ – значение соответственно текущих (биологически оптимальных) и проектных (водосберегающих) оросительных норм, м³/га;

$Y^{\text{П}}$ – плановая (проектная) урожайность, ц/га;

ξ_j – осадки, м³/га;

$\lambda_{\text{П}}$ – тариф (цена 1 м³ воды), грн./м³.

Примеры функции относительных рисков-полезностей для озимой пшеницы приведены на рисунке 4.

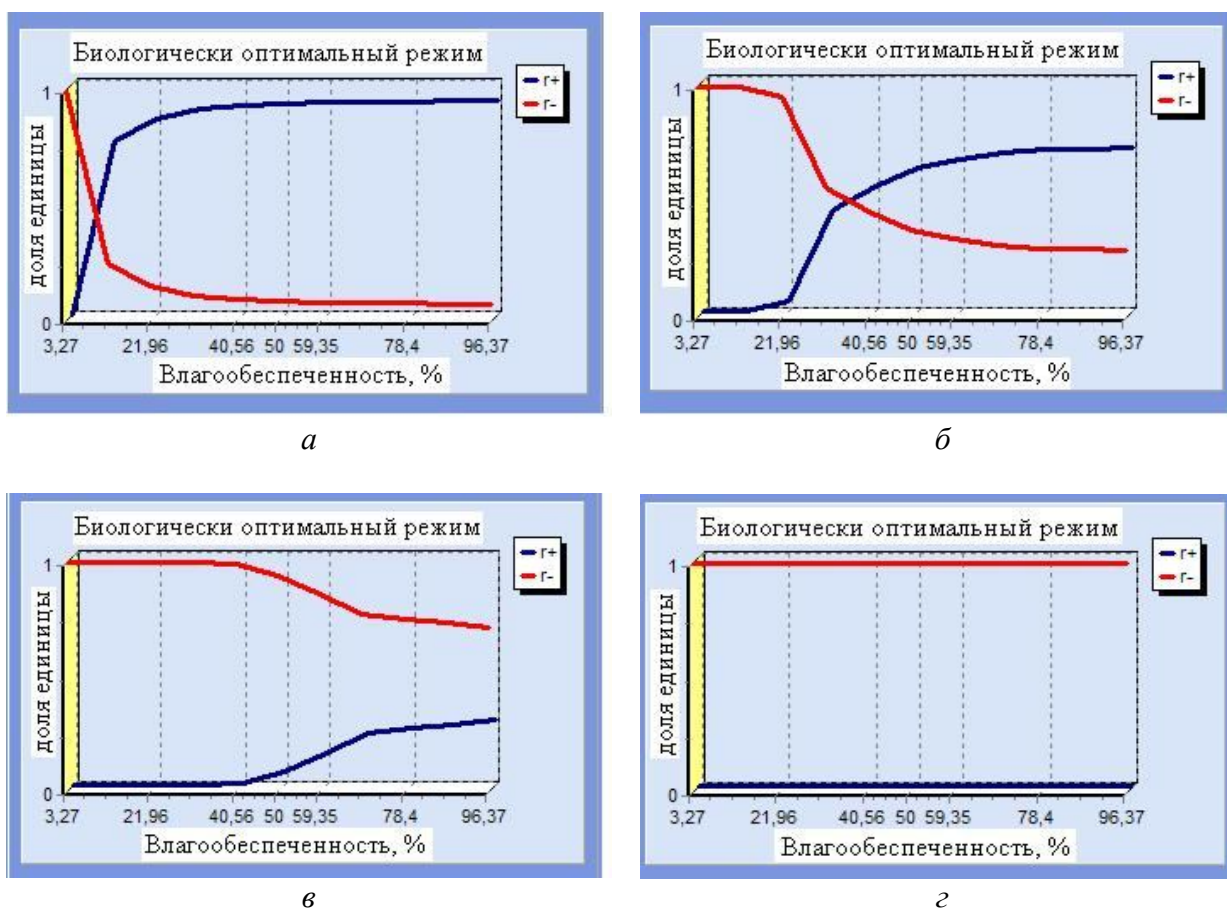


Рисунок 4 – Функции относительных рисков-полезностей для озимой пшеницы при разных режимах орошения и ценах на услуги по подаче воды, грн./м³:

$a - 0,05$; $б - 0,30$; $в - 0,50$; $г - 0,80$

Системный анализ рисков для принятия решений. Системный анализ рисков проводится для управления рисками [8]. Экологические риски уменьшаются за счет реконструкции и модернизации дренажных систем, разработки методов улучшения качества воды для орошения. Организационные риски могут быть уменьшены при принятии организационных решений в ассоциациях водопотребителей.

Технические риски могут быть исключены или значительно уменьшены при разработке и внедрении мероприятий по повышению надежности оросительных систем.

В условиях погодного риска, когда при повышении водообеспеченности систем риск водопотребителей по критерию дополнительного чистого дохода уменьшается, а риск водопоставщиков увеличивается, основной задачей является принятие компромиссных решений.

Принятие компромиссных решений относительно стоимости услуг по подаче воды проводится на основе двухкритериальной оптимизации по критериям дополнительного чистого дохода от орошения и суммы поступлений за услуги по подаче воды при различных схемах водопользования на основе сценарного анализа (рисунок 5).

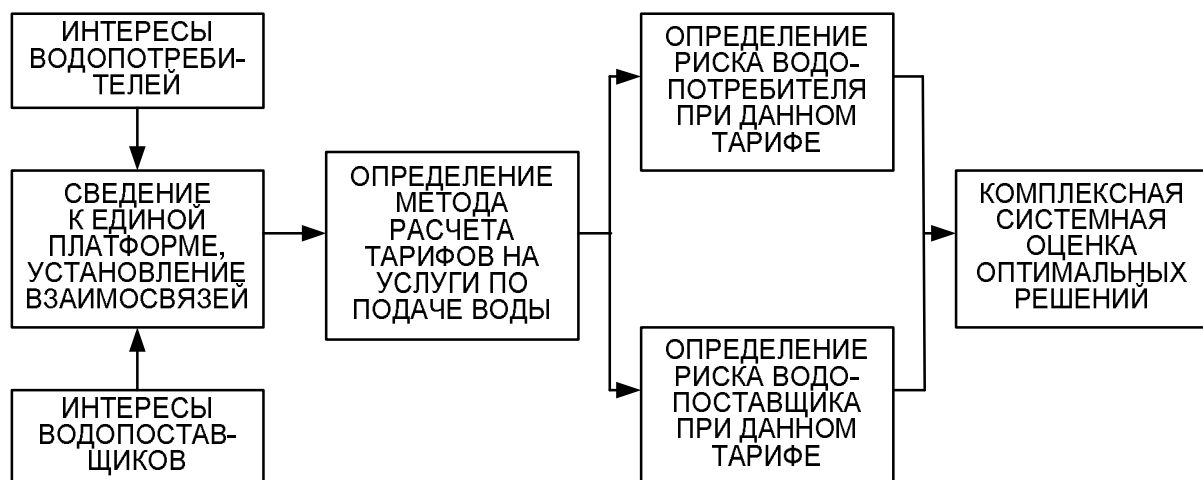


Рисунок 5 – Принципиальная блок-схема и основные этапы сценарного анализа рисков при взаимодействии водопоставщиков и водопотребителей

Выводы. Системное моделирование рисков позволяет оценить возможные риски в платном водопользовании, наметить стратегические направления по их уменьшению или исключению в будущем, оценить компромиссные решения при взаимодействии водопотребителей и водопоставщиков.

Список использованных источников

1 Системна оптимізація водокористування при зрошенні / П. І. Ковальчук, Н. В. Пендак, В. П. Ковальчук, М. М. Волошин. – Рівне: Редакційно-видавничий центр НУВГП, 2008. – 205 с.

2 Методика формування ціни на подачу води на зрошення, промислові та комунальні потреби / М. І. Ромашенко, П. І. Ковальчук, Т. В. Матяш [та ін.]. – Київ, 2006. – 33 с.

3 Еколого-економічна модель інтегрованого управління сталим розвитком меліорованих територій / П. Ковальчук, Т. Михальська, Н. Пендак, О. Демчук // Водне господарство України. – 2010. – № 1. – С. 25–30.

4 Шевчук, С. А. Типізація зрошуваних територій за ресурсним забезпеченням та ризиками використання / С. А. Шевчук // Меліорація і водне господарство. – 2010. – Вип. 98. – С. 80–91.

5 ДСТУ 2730–94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. – Київ: Держстандарт України, 19 4. – 14 с.

6 ДСТУ 7286:2012. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2013. – 14 с.

7 Ковальчук, П. І. Метод оптимізації ризиків водопостачальників у системі ціноутворення / П. І. Ковальчук, Г. А. Балихіна // Меліорація і водне господарство. – 2011. – № 99. – С. 191–200.

8 Научное обоснование платного водопользования для устойчивого развития мелиорированных территорий / М. И. Ромашенко, П. И. Ковальчук, А. А. Балыхина, В. П. Ковальчук, Т. В. Матяш, В. А. Розгон // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. – Рязань, 2013. – Вып. 10. – С. 522–528.