

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ»**

**ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО
И ДОСТАТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
Материалы Международной научно-практической
конференции, посвященной 55-летию
Всероссийского научно-исследовательского института
орошаемого земледелия**

г. Волгоград, 24-26 августа 2022 г.

**Волгоград
2023**

УДК 631.6
ББК 65.9

Орошаемое земледелие – основа устойчивого и достаточного производства продовольствия: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, Волгоград, 24-26 августа 2022 г. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2022. – 434 с.

Редакционная коллегия:

Новиков Андрей Евгеньевич, член-корреспондент Российской академии наук, директор ФГБНУ ВНИИОЗ (главный редактор);

Кружилин Иван Пантелеевич, академик Российской академии наук, заслуженный деятель науки РФ; главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИОЗ;

Новиков Алексей Андреевич – д.с.-х.н., зам. директора по научной работе и инновационному развитию ФГБНУ ВНИИОЗ;

Комарова Ольга Петровна – к.с.-х.н., ученый секретарь ФГБНУ ВНИИОЗ;

Мерецкая Елена Францевна – к.с.-х.н., специалист по библиотечно-информационной деятельности ФГБНУ ВНИИОЗ

Материалы Международной научно-практической конференции освещают актуальные вопросы развития мелиоративного земледелия, полевого и лугового кормопроизводства на мелиорированных землях, почвозащитные и энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур, современные проблемы управления плодородием, повышение продуктивности и экологической безопасности орошаемых земель, сохранение и повышение биоразнообразия мелиорированных агроландшафтов, селекции и семеноводства сельхозкультур, экономики АПК, мелиорации городских и сельских территорий.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов, научных сотрудников и специалистов, широкого круга общественности, интересующейся вопросами развития мелиорации.

ISBN 978-5-00186-121-8 © Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. РЕАЛИЗАЦИЯ БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕЛИОРИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ПРИ СОХРАНЕНИИ И РАСШИРЕННОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ	7
Новиков А.Е. ВНИИОЗ – история, современность, перспективы	7
Roiss O. Innovative technical solutions at the irrigation site	18
Абдулгалимов М.М. Ускоренная мелиорация корковых земель	27
Абдулгалимов М.М. Эффективный способ укладки внутрипочвенных увлажнителей	33
Бабичев А.Н., Сидаренко Д.П. Состояние орошаемых земель в Ростовской области в период с 2014 по 2020 годы	40
Докучаева Л.М., Юркова Р.Е. Проявление солонцеватости в черноземах при орошении водой различной минерализации	47
Дуброва Ю.Н., Боровиков А.А., Бочарников В.С. Роль мелиорации в сохранении агроландшафтов Республики Беларусь	55
Капустина Т.А., Медведева Е.В., Польщиков Н.А. Закономерности влияния уровня влагообеспеченности на продуктивность агробиоценозов в условиях Краснодарского края	62
Кружилин И.П., Ганиев М.А., Родин К.А., Невежина А.Б. Влияние водного и пищевого режима почвы в сочетании с ростовыми препаратами на продуктивность риса при дождевании в Нижнем Поволжье	70
Комаров Е.В., Комарова О.П. Биоразнообразие и устойчивость энтомоценозов орошаемых агроландшафтов в Нижнем Поволжье	78
Курбанов С.А., Магомедова Д.С. Приемы ресурсосбережения при возделывании риса	87
Магомедова Д.С., Курбанов С.А., Рабданова З.К., Сулейманов М.С. Возделывание сельскохозяйственных культур на малопродуктивных песчаных землях Северо-Западного Прикаспия	96
Манжос А.А., Вечерков В.В., Кременской В.И., Радченко Л.А. Перспективы возделывания семенников сахарной свеклы в Республике Крым	102
Масный Р.С. Адаптированные технологии – гарантия успешного возделывания сои на орошаемых землях	110
Медведев А.В., Кошкарлова Т.С., Медведева Л.Н. Формирование «тепловой карты» мелиоративного потенциала региона	118
Монастырский О.А., Бабичев А.Н., Ольгаренко В.И. Урожайность картофеля в зависимости от используемых удобрений	129
Новиков А.А., Козенко К.Ю. Дистанционный мониторинг агроландшафтов – основа развития прецизионного орошения	137
Павлов А.А., Мажайский Ю.А. Возобновление биоресурсного потенциала мелиорированных серых лесных и дерново-подзолистых почв	147
Пешкова В.О., Рамазанов Д.Ш., Шрамко А.В., Ененко С.В. Качество	

почв орошаемых земель сельскохозяйственного назначения зональной опытной мелиоративной станции Волгоградской области	154
Сердеров В.К., Сердерова Д.В. Почвозащитная ресурсосберегающая технология возделывания картофеля	160
Стацев А.В., Корчунов А.А., Торопов А.Ю. Использование природосберегающих технологий в обеспечении рыбопродуктивности ООО «Прибой»	166
Хитров Н.Б., Круглякова Н.Г. Почвенный покров опытной станции «Орошаемая» и его трансформация в результате орошения	174
Шадских В.А., Кижаяева В.Е. Динамика агрофизических свойств длительно орошаемых почв Поволжья	181

Секция 2. БИОТЕХНОЛОГИИ И СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ, ЖИВОТНОВОДСТВЕ И АКВАКУЛЬТУРЕ	192
Агаев Ф.Н., Алиева З.К., Гасанлы Х.Ф. Пашазаде С.В. Сравнительная характеристика коллекционных образцов огурца по некоторым фотосинтетическим показателям в условиях весенне-летнего оборота в поликарбонатных теплицах	192
Агаев Ф.Н., Аскеров А.Т. Влияние засухи на содержание пластидных пигментов в листьях репчатого лука в условиях Апшеронского полуострова Азербайджанской Республики	200
Аллахвердиев Э.И., Агаев Ф.Н., Алиева З.К., Солуянова Т.Н. Оценка коллекционных образцов томата по фотосинтетическим показателям в условиях осенне-зимнего оборота в поликарбонатных теплицах НИИ овощеводства Азербайджанской Республики	206
Гиченкова О.Г., Лаптина Ю.А., Дергачева И.А. Характеристика и адаптационная особенность сортов картофеля отечественной селекции в условиях Нижнего Поволжья	215
Голембовский В.В., Пашкова Л.А. Улитки в хозяйственно-экономической деятельности человека	224
Панфилова О.Н., Дерунова С.Н. Основные элементы технологии возделывания гибридов кукурузы на зерно на северо-западе Волгоградской области	231
Поморова Ю.Ю., Серова Ю.М., Горлова Л.А., Трубина В.С. Изучение аминокислотного профиля белка в семенах масличных капустных культур селекции ВНИИМК	240
Тихонова М.К., Зорькина О.В., Московец М.В., Торопов А.Ю. Использование микроводоросли <i>Chlorella vulgaris</i> в развитии растениеводства	250
Чугунова Е.В., Буравлев А.П. Оптимальные дозы внесения минеральных удобрений под кукурузу на богаре в условиях северо-запада Волгоградской области	260
Шадских В.А., Кижаяева В.Е., Пешкова В.О., Шрамко А.В. Продук-	

тивность и качество картофеля в орошаемых агроценозах Поволжья при использовании микроудобрений	268
Шалаева С.С., Медведева Л.Н., Медведева К.А., Шалаев И.Д. Включение в тарелку здорового питания продуктов из сои волгоградской селекции	275
Секция 3. ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И КАЧЕСТВА КОРМОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ОРОШАЕМЫХ ПОЛЕВЫХ И ЛУГОВЫХ УГОДЬЯХ	288
Бурцева Н.И. Результаты агроэкологического испытания многолетних бобовых трав на орошаемых землях Нижнего Поволжья	288
Дронова Т.Н., Земляницына С.В. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании эспарцета песчаного	296
Дубенок Н.Н., Яланский Д.В., Мажайский Ю.А. Оценка эффективности возделывания сенокосно-пастбищной травосмеси при орошении дождеванием	303
Ивина И.П. Технология возделывания овсяницы тростниковой на семена и зеленый корм в условиях Волго-Донского междуречья	312
Молоканцева Е.И., Кулик К.Н., Головатюк О.В. Особенности динамики накопления корневой массы козлятника восточного по годам жизни	320
Тимофеева А.Д., Храмова В.Н. Саранча как источник высококачественного белка	328
Секция 4. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, ЦИФРОВЫЕ И РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	335
Васильев П.С., Новиков А.Е., Чёрикова К.В. Перспективные конструкции поропластовых контактных устройств теплообменных аппаратов	335
Цепляев А.Н., Цепляев В.А., Непокрытый Р.А. Природоохранные технологии возделывания картофеля в орошаемом земледелии с использованием разработанной картофелесажалки	340
Секция 5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА И МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ	350
Букатина И.С., Федоров А.Л., Ильченко П.В. Обоснование экономических мотиваторов развития малого предпринимательства в малых городах Волгоградской области	350
Медведева Л.Н. Экономико-математическая оценка мелиоративного комплекса Южного Федерального округа Российской Федерации	360
Онопrienко Ю.Г., Медведева Л.Н. Экономико-технологические обос-	

нования для повышения эффективности возделывания полевой культуры в Нижнем Поволжье	378
Онопrienко Ю.Г., Медведева Л.Н., Медведев А.В. Территориально-предпринимательский потенциал мелиоративного комплекса: методология расчета показателей эффективности	396
Сизов Ю.И., Медведева Л.Н. Природные и мелиоративные концепции формирования агроландшафтов	407
Федоров А.Ф., Медведева Л.Н., Плотников А.С. Экономико-математическое моделирование пространственно-временного континуума малых городов и сельских территорий	420

**Секция 1. РЕАЛИЗАЦИЯ БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА
МЕЛИОРИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ПРИ
СОХРАНЕНИИ И РАСШИРЕННОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ
ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ**

УДК 631.6

ВНИИОЗ – ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ

VNPIOZ – HISTORY, MODERNITY, PROSPECTS

А.Е. Новиков, член-корреспондент Российской академии наук

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия, e-mail: ae_novikov@mail.ru

A.E. Novikov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia, e-mail: ae_novikov@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена истории Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия за 55 лет со дня его основания и роли института в создании научных разработок для устойчивого производства продукции сельского хозяйства за счет введения адаптивно-ландшафтных систем земледелия на мелиорированных площадях, сохранения экологической устойчивости агроландшафтов, плодородия почв. Намечены стратегические и тактические задачи мелиоративной науки по созданию научного задела для последующего ускоренного перехода к новым технологиям, новым типам технических средств, прогрессивным формам социально-экономических отношений.

Ключевые слова: мелиорация, история института, этапы развития, результаты исследований, стратегические и тактические задачи, мелиоративная наука.

Abstract: The article is devoted to the history of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture for 55 years since its foundation and the role of the institute in the creation of scientific developments for sustainable agricultural production through the introduction of adaptive landscape farming systems on reclaimed areas, the preservation of environmental sustainability of agricultural landscapes, soil fertility. Strategic and tactical tasks of reclamation science are outlined to create a scientific reserve for the subsequent accelerated transition to new technologies, new types of technical means, progressive forms of socio-economic relations.

Key words: reclamation, history of the institute, stages of development, research results, strategic and tactical tasks, reclamation science.

Введение. Майский Пленум ЦК КПСС 1966 г., принявший Программу широкомасштабного развития мелиорации земель, стал отправной вехой в создании единственного в стране научно-исследовательского института орошаемого земледелия. В этом году нашему институту исполняется 55 лет.

История института начинается в 1967 году, когда Постановлением Совета Министров СССР было решено создать Волжский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия. Через 10 лет, в 1977 году он получил статус всероссийского.

Основное назначение института состояло в разработке и освоении в производстве научных основ высокопродуктивного и экономически эффективного использования существующих и вновь вводимых в эксплуатацию орошаемых земель в Поволжье.

За 55 лет существования института он стал статусным научно-исследовательским учреждением, способным решать актуальные проблемы орошаемого земледелия с использованием базы накопленных экспериментальных данных и выполнять фундаментальные и приоритетные прикладные исследования.

Результаты и обсуждение. В становлении и развитии ВНИИОЗ можно выделить четыре периода.

- **1 этап (1967-1970 гг.)** – организационный, в течение которого произошло формирование структуры научного учреждения, наполнение структурных подразделений кадрами, выбор помещений, создание экспериментальной базы, обоснование тематики собственных исследований.

- **2 этап (1971-1983 гг.)** – накопительный, связанный с переходом к выполнению комплексных экспериментальных исследований в различных почвенно-климатических зонах, работой по формированию базы данных, их обработке и обобщению в рамках тематической направленности.

- **3 этап (1984-1997 гг.)** – период глубоких многофакторных комплексных исследований, разработки концепций орошаемого земледелия и систем комплексной мелиорации земель, обеспечивающих создание экологически обоснованных и эффективных агроландшафтов с программированной продуктивностью, период творческой продуктивности и обобщения результатов исследований.

- **4 этап (с 1998 г. по настоящее время)** – связан с исследованиями по научному обоснованию адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия, обеспечивающих наряду с получением высокой продуктивности освоение экологически безопасных инновационных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

С 1967 по 1970 годы были сформированы структура научного учреждения, подобраны кадры, выбраны помещения, создана экспериментальная база и обоснована тематики собственных исследований.

В период с 1971 по 1983 годы были проведены комплексные эксперименты, результаты которых заложили основу формирования базы научных данных по обоснованию технологий возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях в различных природных зонах России, рациональной экс-

плуатации орошаемых долгодетных культурных пастбищ сенокосно-пастбищного использования, приемов мелиорации заливных лугов в Волго-Ахтубинской пойме и в поймах малых рек бассейна р. Дон.

В это время ВНИИОЗ определен как головной институт по научному обеспечению орошаемого земледелия и координировал работу в этом направлении в разные годы от 15 до 52 НИУ (рисунок 1).



Рисунок 1 - Координация НИР ВНИИОЗ в 70-80-е годы XX века

Период с 1984 по 1997 годы знаменуется проведением многофакторных исследований, широкомасштабной работой по изучению эффективности различных типов севооборотов, водного и пищевого режимов почвы, обоснованию структуры посевных площадей на орошаемых землях для хозяйств различной специализации, системы зеленых и сырьевых конвейеров, интенсивных технологий программированного возделывания сельскохозяйственных культур, созданы новые сорта и гибриды.

На современном этапе исследования ВНИИОЗ посвящены научному обоснованию адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия, обеспечивающих наряду с получением высокой продуктивности освоение экологически безопасных инновационных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, созданию новых генетических ресурсов кукурузы, сои, риса, обладающих заданными хозяйственно ценными признаками и отзывчивые на орошение.

Среди разработок ВНИИОЗ одной из актуальных является новая технология возделывания риса без затопления. Разрабатываемая технология основана на принципиально новом типе водного режима почвы, создаваемого периодическими поливами на оросительных системах общего назначения. Данная технология обеспечивает получение урожайности до 8 т/га зерна [1, 7, 8]. Суммарное водопотребление при возделывании риса на капельном орошении в среднем составляет 5500 м³/га, а при поливах дождеванием – 7500 м³/га (таблица 1). Для получения таких уровней урожайности рекомендовано сочетание водного режима почвы и регламент поливов при дождевании и капельном орошении с внесением рассчитанных на планируемую урожайность доз удобрений, разработана система защиты посевов от сорняков.

Таблица 1 - Урожайность и суммарное водопотребление сортов риса селекции ВНИИОЗ при дождевании и капельном поливе

Сорта	Суммарное водопотребление, м ³ /га		Урожайность, т/га
	капельное орошение	полив дождеванием	
Волгоградский	5060	5540	5,9-6,8
Сталинград 1	5480	7420	6,3-7,2
Суходол	5520	7480	6,5-7,8

Во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия выведены новые скороспелые толерантные к отсутствию на посевах слоя воды сорта риса Волгоградский, Сталинград 1 и Суходол, районированные по 6 и 8 регионам России (рисунок 2).

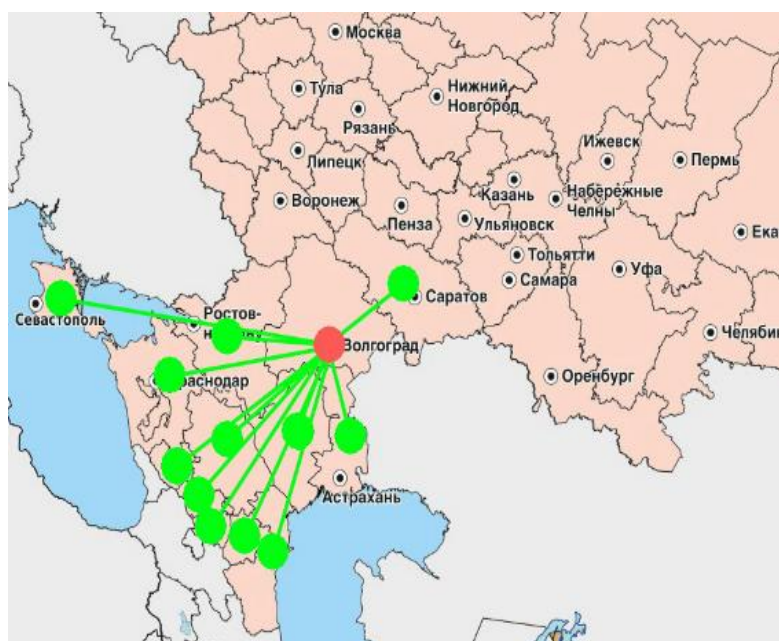


Рисунок 2 - Районирование гибридов риса селекции ФГБНУ ВНИИОЗ по регионам России

В разработанной ресурсосберегающей технологии возделывания картофеля на семена летними посадками отработаны сроки посадки, рациональные сочетания расчетных доз, режимов орошения при поливе дождеванием и на капельном орошении, подбор сортов картофеля для получения запланированных урожаев на уровне 32-41 т/га клубней в условиях Нижнего Поволжья [2, 9, 11, 16]. Суммарное водопотребление при поливе дождеванием варьируется от 4900 до 5300 м³/га, при капельном орошении – от 4030 до 4400 м³/га (таблица 2). Технология обеспечивает получение оздоровленного семенного материала для использования в течение 3-4 лет.

Таблица 2 - Урожайность и суммарное водопотребление картофеля при капельном орошении и поливе дождеванием

Сорта	Суммарное водопотребление, м ³ /га		Урожайность клубней картофеля, т/га	
	капельное орошение	дождевание	капельное орошение	дождевание
Фаворит	4370	5180	35,6	40,4
Удача	4120	4890	33,1	31,8
Командор	4030	5310	33,4	34,0

Разработаны основные элементы технологии возделывания поликомпонентных смесей из многолетних трав, обеспечивающие получение до 70 т/га зеленой массы при рациональном использовании оросительной воды и минеральных удобрений [3, 4, 5]. Определен оптимальный видовой и количественный состав травосмесей для кратко-(3 года), средне- (5 лет) и долгосрочного (7 лет) использования травостоев, способ посева бобовых и мятликовых трав.

Разработка обеспечивает получение кормов с содержанием до 90 грамм переваримого протеина, 0,70 кормовых единиц и 9,5 МДж обменной энергии в килограмме, что соответствует зоотехнически обоснованным нормам кормления высокопродуктивного молочного скота (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние видового состава и режима орошения на урожайность травосмесей и накопление элементов питания в почве

Травосмеси 2 года жизни	Компоненты смесей	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Накопление корневой массы за период возделывания, т/га	Содержание элементов питания в корневой массе, кг/га			Урожайность, т/га з. м.
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	2	3	4	5	6	7	8
Краткосрочного использования (3 года)	2 бобовых + 2 мятликовых	3600	12,9	152	73	135	67,6

1	2	3	4	5	6	7	8
Средне-срочного использования (5 лет)	3 бобовых + 2 мятликовых	4050	14,8	197	77	144	75,2
Долгосрочного использования (7 лет)	3 бобовых + 3 мятликовых	4500	17,6	229	95	208	88,6

В институте создано 15 гибридов кукурузы, включенных в Госсортеестр и районированных по 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 регионам (рисунок 3). В последние годы выведены новые высокопродуктивные гибриды Хопер 255 МВ, Хопер 200 МВ, Хопер 150 СВ, формирующие урожайность зерна на орошении от 10,0 до 12,6 т/га, зеленой массы – от 80,0 до 90,0 т/га (таблица 4) [12, 13, 14].

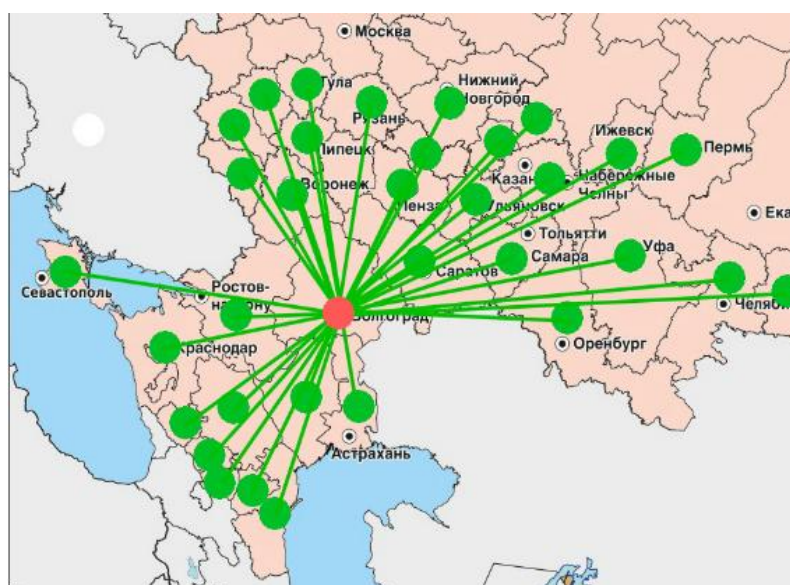


Рисунок 3 - Районирование гибридов кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИОЗ по регионам России

Таблица 4 - Урожайность и суммарное водопотребление гибридов кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИОЗ разных групп спелости

Гибриды	ФАО	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га
Хопер 255 МВ	250	3930	12,6
Хопер 200 МВ	200	3680	11,8
Хопер 150 СВ	160	3370	10,1

Создано 5 сортов сои: Волгоградка 1, ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 76, ВНИИ-

ОЗ 31, Волгоградка 2, включенных в Госсортрестр и районированных по 8 и 9 регионам (рисунок 4).

Сорта характеризуются высоким уровнем урожайности зерна – от 2,8 до 3,6 т/га, содержанием белка в семенах от 37 до 40%, масса 1000 зерен от 122 до 175 грамм (таблица 5) [6, 15].

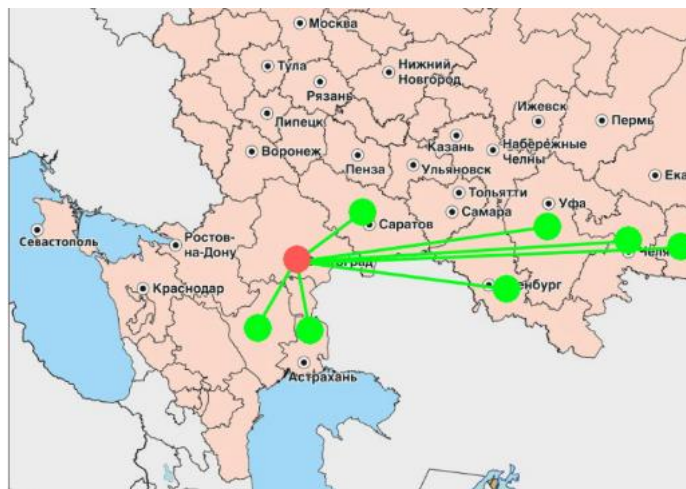


Рисунок 4 - Районирование сортов сои селекции ФГБНУ ВНИИОЗ по регионам России

Таблица 5 - Урожайность и суммарное водопотребление различных сортов сои селекции ФГБНУ ВНИИОЗ

Сорта	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность зерна, т/га
Волгоградка 1	4840	3,2
ВНИИОЗ 86	3920	2,8
ВНИИОЗ 76	4480	3,3
ВНИИОЗ 31	4650	3,4
Волгоградка 2	4780	3,6

Обобщение результатов многолетних исследований позволило во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия сформировать научные школы по мелиорации и использованию мелиорируемых земель – заслуженными деятелями науки РФ, академиком РАН Иваном Пантелеевичем Кружилиным, профессором Тamarой Николаевной Дроновой, заслуженным работником сельского хозяйства РФ, членом-корреспондентом РАН Виктором Васильевичем Мелиховым.

Инновационность научных достижений ВНИИОЗ подтверждена медалями, дипломами и другими наградами, внедрением адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия, технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих при необходимом сочетании урожаяобразующих факторов получение программированной урожайности на орошаемых землях. Разработаны концепция комплексной мелиорации сельскохозяйственных

земель Российской Федерации, согласно которой для придания устойчивого производства сельскохозяйственной продукции во всех федеральных округах, необходимо иметь не менее 10 млн гектаров орошаемых земель. Для Волгоградской и Астраханской областей, республики Калмыкия разработаны эталонные системы орошаемого земледелия.

Решение стратегической задачи дальнейшего развития агропромышленного комплекса, направленной на увеличение производства продовольствия не только для удовлетворения внутреннего спроса на продукты питания и сырье для промышленности, но и увеличение экспорта продукции сельскохозяйственного производства на основе инновационного развития отрасли, возможно только при наиболее полном использовании природно-ресурсного и трудового потенциалов.

При этом большие природно и антропогенно рождаемые вызовы, главными из которых являются – утрата почвенного плодородия, дефицит пресной воды, загрязнение и эвтрофикация рек и озер, глобальное изменение климата с повышением его аридизации, создают существенные риски для развития агропромышленного комплекса, требуют новых компетентных научно-технических подходов, способов и методов их решения.

Ориентиром здесь послужат такие концептуальные государственные документы, как Стратегия научно-технологического развития..., Доктрина продовольственной безопасности и Программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации.

И в этой связи в перспективе научные исследования ВНИИОЗ направлены на продолжение решения задач, связанных с обеспечением продовольственной независимости страны, сохранением и устойчивым восстановлением природных ресурсов, которые являются основой жизнеобеспечения человека. В частности, перед институтом поставлены задачи по освоению адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия и научного обеспечения выхода на уровень продуктивности орошаемых земель 12 и более тыс. к. ед., созданию новых стрессоустойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, отзывчивых на орошение, разработке сортовых агротехнологий [10].

Поздравляю коллектив Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия коллектив с его 55-летием, выражаю признательность коллегам от начала деятельности института и до сегодняшних дней за верность науке, за ответственное и бережное отношение к земле.

Библиографический список

1. Ганиев М.А. Среднеспелый высокопродуктивный аэробный сорт риса Сталинград 1 для орошения периодическими поливами / М.А. Ганиев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2021. - №3 (63). - С. 122-132.

2. Гиченкова О.Г. Эколого-географическая оценка сортов картофеля отечественной селекции на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / О.Г. Гиченкова [и др.] // Мелиорация и гидротехника. - 2022. - Т. 12. - №1. - С.

34-48.

3. Дронова Т.Н. Создание бобово-мятликовых травостоев / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Животноводство России. - 2022. - №3. - С. 51-53.

4. Дронова Т.Н. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании многолетних бобовых трав / Т.Н. Дронова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2021. - №2 (62). - С. 41-50.

5. Дронова Т.Н. Продуктивность многолетних бобовых трав на орошении / Т.Н. Дронова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2022. - №2 (66). - С. 22-30.

6. Кошкарова Т.С. Селекционное улучшение сортов сои на короткостебельность / Т.С. Кошкарова, В.В. Толоконников, Л.В. Вронская // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2022. - №2 (66). - С. 118-126.

7. Кружилин И.П. Влияние водного и пищевого режимов на рисовый агроценоз при капельном орошении в условиях южного склона Приволжской возвышенности / И.П. Кружилин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - №3 (59). - С. 25-34.

8. Кружилин И.П. Обоснование водного режима почвы и регламента поливов аэробного риса / И.П. Кружилин [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2021. - №1. - С. 62-66.

9. Новиков А.А. Зяблевая обработка почвы и способы ее рыхления перед посадкой картофеля / А.А. Новиков // Аграрный научный журнал. - 2022. - №6. С. 38-42.

10. Новиков А.Е. Проблемы и направления исследований в орошаемом земледелии / А.Е. Новиков, О.П. Комарова // Мелиорация и водное хозяйство. - 2021. - №5. - С. 8-10.

11. Новиков А.Е. Агроэкологическая оценка перспективных сортов картофеля и особенности агротехники на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А.Е. Новиков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2022. - №3. - С.15-24.

12. Панфилова О.Н. Кукуруза на зерно на богаре и орошении в Волгоградской области / О.Н. Панфилова [и др.] // Кукуруза и сорго. - 2021. - №2. - С. 12-17.

13. Панфилова О.Н. Создание новых инцухт-линий кукурузы на основе межлинейных популяций по признаку «низкая уборочная влажность зерна» / О.Н. Панфилова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2022. - №2 (66). - С. 134-140.

14. Панфилова О.Н. Значение селекционного индекса новых гибридов кукурузы на зерно при выращивании на богаре и при орошении / О.Н. Панфилова [и др.] // Аграрный научный журнал. - 2020. - №3. - С. 23-28.

15. Толоконников В.В. Селекция сортов сои на скороспелость и высокий биологический потенциал продуктивности в условиях орошения / В.В. Толоконников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2022. - №1 (65). - С. 78-86.

16. Dubenok N.N. Processing of Specific Growth of Various Potato Varieties under Drip Irrigation in Lower Volga Region / N.N. Dubenok [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness". - 2021. - P. 012-014.

Bibliographic list

1. Ganiev M.A. Medium-ripened highly productive aerobic rice variety Stalingrad 1 for irrigation with periodic watering / M.A. Ganiev [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2021. - №3 (63). - P. 122-132.

2. Gichenkova O.G. Ecological and geographical assessment of potato varieties of domestic selection on light chestnut soils of the Lower Volga region / O.G. Gichenkova [et al.] // Melioracija i gidrotehnika. - 2022. - Т. 12. - №1. - P. 34-48.

3. Dronova T.N. Creation of bean-bluegrass herb stands / T.N. Dronova, N.I. Burceva // Zhivotnovodstvo Rossii. - 2022. - №3. - P. 51-53.

4. Dronova T.N. The effectiveness of the use of biological products in the cultivation of perennial legumes / T.N. Dronova [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2021. - №2 (62). - P. 41-50.

5. Dronova T.N. Productivity of perennial legumes on irrigation / T.N. Dronova [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2022. - №2 (66). - P. 22-30.

6. Koshkarova T.S. Breeding improvement of soybean varieties for short-stem / T.S. Koshkarova, V.V. Tolokonnikov, L.V. Vronskaja // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2022. - №2 (66). - P. 118-126.

7. Kruzhilin I.P. The influence of water and food regimes on rice agrocenosis under drip irrigation in the conditions of the southern slope of the Volga upland / I.P. Kruzhilin [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2020. - №3 (59). - P. 25-34.

8. Kruzhilin I.P. Justification of the water regime of the soil and the regulations of irrigation of aerobic rice / I.P. Kruzhilin, A.E. Novikov, N.N. Dubenok // Vestnik rossijskoj sel'skhozjajstvennoj nauki. - 2021. - №1. - P. 62-66.

9. Novikov A.A. Fall tillage and methods of loosening it before planting potatoes / A.A. Novikov // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2022. - №6. - P. 38-42.

10. Novikov A.E. Problems and directions of research in irrigated agriculture / A.E. Novikov, O.P. Komarova // Land reclamation and water management. - 2021. - №5. - P. 8-10.

11. Novikov A.E. Agroecological assessment of promising potato varieties and special agricultural technology on light chestnut soils of the Volgograd region /

Novikov A.E. [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2022. - №3. - P.15-24.

12. Panfilova O.N. Corn for grain on bogar and irrigation in the Volgograd region / O.N. Panfilova // Kukuruzi i sorgo. - 2021. - №2. - P. 12-17.

13. Panfilova O.N. Creation of new maize incucht lines based on interlinear populations based on "low harvest grain moisture" / O.N. Panfilova [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2022. - №2 (66). - P. 134-140.

14. Panfilova O.N. The value of the breeding index of new corn hybrids for grain when grown on bogar and under irrigation / O.N. Panfilova [et al.] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2020. - №3. - P. 23-28.

15. Tolokonnikov V.V. Selection of soybean varieties for early maturity and high biological productivity potential under irrigation conditions / V.V. Tolokonnikov [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2022. - №1 (65). - P. 78-86.

16. Dubenok N.N. Processing of Specific Growth of Various Potato Varieties under Drip Irrigation in Lower Volga Region / N.N. Dubenok [et al.]// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness". - 2021. - P. 012-014.

INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTIONS AT THE IRRIGATION SITE

O. Roiss, CEO Roehren-und Pumpenwerk
BAUER GmbH, Voitsberg, Austria

Abstract: Materials represented in this article reveal the prospects of green economy development in the Eurasian Economic Union (EEU), particularly, in the South of Russia, in the Republic of Kazakhstan. It is shown that using of environment-friendly and monitoring technologies, including modern irrigation engineering, contribute to innovative development of agriculture. The arguments are stated for promoting green technologies capable significantly decrease using of water resources in amelioration. It is substantiated necessity of regular monitoring of natural and irrigated agricultural landscapes in order to prevent changes in soil composition, flora and fauna. Indicator framework for water bodies was substantiated to provide recovering functions of environmental management. Necessity is shown to use sprinkling engineering of new generation to water plants more effectively and public-private collaboration to attract investments and increase output of agricultural production for the benefit of countries participating in the Eurasian Economic Union.

Key words: irrigation systems, melioration, irrigated land, irrigation methods, irrigation machines.

Introduction. Debates on green economy have been started in 90^s years of XX century. For the first time, the term of “green economy” was used in the paper of the Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland as a strategic resource of civil society development [2]. In 2009, the UNO defined aims, tasks and directions of internal policies of states in order to develop new green model of economy (“Global Green New Course” United Nations Official, 2018). Sometimes, green economy is determined as a tool for achieving sustainable development of society. However, till now specialists and scientists have no consensus about model and time of transfer to green economy [14]. One of the conditions of green economy development is building models of cooperation between entrepreneurs and government structures in order to provide worthy standard of population living without disturbing ecological balance [5]. The Eurasian Economic Union (EEU) is a large regional market (182,6 million people or 3% of world population) located at 15% of residential land area. It has powerful mineral and raw material base and considerable industrial and agricultural potential [4].

The republics of Armenia, Belarus, Kazakhstan, Kyrgyzstan and the Russian Federation are the members of the Union. Main factors impacting on development of the EEU are: increase of population, escalation of living standards, growth of demand for high-quality agricultural products, and global climate changes. Every member state of the EEU determines its own direction of green technologies application. For example, in Kazakhstan there are seven main directions of green economy development. They include: introduction of renewable energy sources, increasing of energy

saving in housing and utilities infrastructure, development of organic direction in agriculture, improving of waste and water bodies management, development of “smart” transport and effective management of ecosystems. Kazakhstan government estimates that transfer to green economy will allow to increase GDP by 3%, to create more than 500 thousand new working places, improve quality of agricultural production and provide high living standards for population at the territory of the republic by the year 2050 [16].

Material and methods. To prepare the article we used analytical and statistical materials on applying of green technologies in agriculture and amelioration from the Eurasian Economic Union website – <http://www.eaeunion.org/>, Kazakhstan Government website – (www.gov.kz), and also materials of scientific research institutes. To substantiate prospects of water bodies using in the EEU countries we applied evaluation items of water bodies capacity. They are described in the table 1.

Table 1 - Evaluation items of water bodies

Item	Description of items
Square (F) (10^4 ha)	Measurement's data
Quantity of water resources per unit area ($W_p = W_p / F$), (10^4 m ³ ha ⁻¹)	W_p – average long-term quantity of used water resources; F - square
Using of water resources $\bar{W}_n = W_n / (W_p - W_e)$, (%)	W_n - average long-term consumption of water in water supply basin; W_e - water consumption for ecological needs
Complex index of water quality $\bar{W}_{pe} = (W_{pe} / W_p)100$, (%)	$W_{pe} = W_e - W_{ne}$ - total volume of water conforming to ecological requirements; W_{ne} - volume of water failing to meet ecological requirements
Total volume of water resources (W_{BB}) (10^8 m ³)	Statistical data
Annual precipitation (W_{O_c}) (10^8 m ³)	Statistical data
Modules of water supplying ($W_f = W_n / F$), (10^4 m ³ ha ⁻¹)	
Modules of water ingress ($W_{no} = W_{no} / F$) (10^4 m ³ ha ⁻¹)	W_{no} - total quantity of water ingress.
Consumption of water per GDP unit ($W_{gdp} = GDP / W_b$), (m ³)	GDP - current regional GDP.
Volume of contaminated water per million of GDP output ($W_{vcw} = W_{vcw} / GDP$), (m ³ 10 ⁻⁴)	W_{vcw} - volume of contaminated water.

Prognosis of ameliorated land areas increasing in the countries-members of the eeu was prepared on the basis of development prospects and government programs analysis (eeu agriculture, 2019) (table 2).

There are enough many questions in the EEU countries concerning using of water from transborder rivers [1, 15]. This relates to such rivers as Syr-Darya, Chu and Talas flowing on the territory of Kazakhstan and Kyrgyzstan; Ural, Ishim, Irtysh

and Tobol crossing borders of Russia and Kazakhstan; Dnepr, Uscha, and Polota located on the territory of Russia and Belarus [18]. Condition of water resources of the countries participating in the EEU are represented in the table 3.

Table 2 - Ameliorated land areas in the EEU countries arranged by years

Name	Ameliorated land areas		
	1991-year	2016 year (prognosis)	by 2030 year
Russia, mln ha	11,009	9,1	17,5
Belarus, thousand ha	3423,6	3442,5	3631,5
Kazakhstan, mln ha	2,3	2,1	2,14
Armenia, thousand ha	286,3	208,1	233,6
Kyrgyzstan, thousand ha	836,6	798,9	864,6

Resource: the EEU bulletin

Figure 1 and Table 4 show irrigated lands in the South of Russia Water resources of the Southern Federal District.

Table 3 - Condition of the EEU water resources, 2019 year

Name	Runoff of river km ³ /year	Underflow km ³ /year	Specific provision with water, m ³ /individual
Russia	4258,6	787	29944
Belarus	57,9	15,8	5800
Kazakhstan	26,06	16,4	5041
Kyrgyzstan	44,1	13,0	8480
Armenia	7,7	4,0	2945

Resource: materials of the EEU

Figure 1 and Table 4 show irrigated lands in the South of Russia Water resources of the Southern Federal District

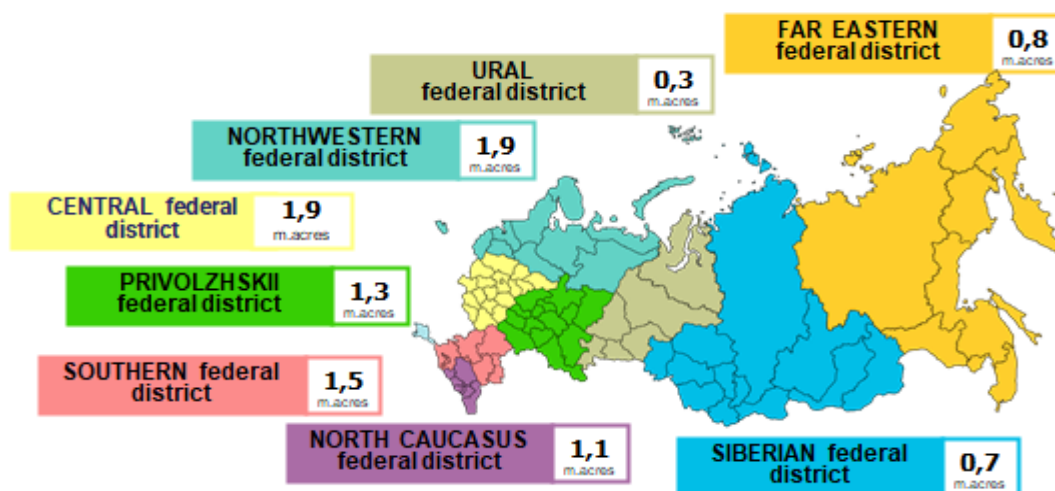


Figure 1 - Total area of irrigated land

Huge potential in the field of agricultural development and land reclamation has the South of Russia [16]. Today, the reclamation complex of the Southern Federal District includes 1568.38 thousand hectares of reclaimed land, of which: 1513.81 thousand hectares are irrigated, 54.568 thousand hectares are drained; not used in agricultural production - 377.574 thousand hectares of reclaimed land (table 4).

Table 4 - Condition of reclaimed lands of the Southern Federal District, 2021 year, %

Region	Good	Satisfactory	Unsatisfactory
Southern Federal District - total	54,4	27,4	18,0
Astrakhan region	19,7	44,1	36,1
Volgograd region	74,7	12,2	13,1
Krasnodar region	74,4	14,2	11,5
Republic of Adygea	73,4	20,9	5,7
Republic of Kalmykia	1,8	37,7	60,4
Republic of Crimea	45,0	45,1	8,8
Rostov region	69,1	11,1	19,7

Results and discussion. Water resources represent key factor of sustainable development of the EEU countries, important element of population survival and strategic vector of green economy development. The Eurasian Economic Commission is conducting investigation on creation of technological platform: “Rational and Effective Water Utilization”. This platform aims to put new irrigated lands into circulation, provide production of high-quality equipment for water-conditioning, disposal of sewage, and agricultural plants watering, organize monitoring of water and biological resource). The following development of amelioration based on applying green technologies will stimulate development of agriculture [15]. Amelioration supposes complex, expensive, resource and energy intensive measures focused on supplying (removing) of water to agricultural lands. The following measures are required: enhancing of material and technical base of enterprises supplying water for watering, organization of supplying of modern energy-effective irrigating engineering to farmers on lease, applying innovative methods to increase soil fertility and productivity of agricultural plants, realizing of private and public partnership to attract investments in soil amelioration. Agriculture is important sector of Kazakhstan economy. It provides food security and attendance of the country on the world food markets. Kazakhstan is characterized by great variety of climatic conditions, violent temperature fluctuations, and insignificant quantity of atmospheric precipitations. Resources of surface waters in Kazakhstan are assessed as 100.5 km³ in average water year. Only 56.6 km³ of these waters are formed on the territory of the country. Agricultural lands of Kazakhstan occupy 222,998 mln ha. 33,9 mln ha of them are tilled areas, 0,11 mln ha are occupied by perennial plants, 1,7 mln ha are deposits, and 179,5 mln ha are grazing lands. Irrigated areas represent only 1,32 % of total agricultural land areas. In the 2012, 2909,59 thousand ha were accounted as irrigated lands. 1305,06 thousand ha were actually watered. Main condition determining choice of irrigation ways and nomenclature of irrigation engineering is nature and household potential of the repu-

lic. It includes climatic, soil, geomorphological, hydrological, biological and water-related factors [15]. Water resources of Kazakhstan republic used in economic activity are divided into 8 water-resources basins – figure 2.



Figure 2 - River basins in Kazakhstan

(I. Uralo-Caspian water-resources basin, II. Tobol-Turgaysky water-resources basin, III. Ishimsky water-resources basin, IV. Irtyshsky water-resources basin, V. Nura - Sarysusky water-resources basin, VI. Aralo - Syrdaryinsky water-resources basin, VII. Shu - Talassky water-resources basin, VIII. Balhash - Armolsky water-resources basin)

Water-resources balances of river basins in Kazakhstan allow to assess the income part consisting of water capacities from cross-border regions and water capacities forming on the territory of the republic (100.146 km³), and expense part represented by losses for evaporation and filtration, and environmental releases used for household needs and irrigation (74.38 km³) (Table 5).

Table 5 - Water-resources balance of river basins of Kazakhstan (km³)

Water-resources basins	Water-resources balance				Available resources
	Income part		Expense part		
	Supply from bordering regions	Forming within the basin	Losses for evaporation and filtration	Sanitary and ecological releases	
Aralo-Syrdaryinsky	14.60	2.30	2.80	3.10	12.00
Balhash-Alakolsky	11.40	16.40	2.30	19.90	8.60
Ertissky	9.80	26.0	6.80	13.10	15.90
Zhaiyk-Caspian	2.50	4.90	2.50	17.90	5.90
Esilsky	-	2.20	0.50	0.80	0.90
Nura-Sarysusky	0.82	1.74	0.37	1.02	1.16
Shu-Talassky	3.10	1.00	0.10	0.30	3.70
Tobol-Turgaysky	0.056	1.53	0.26	0.63	0.70

In the context of the republic aims to provide food independence and to make export supplies of agricultural products, needs for irrigated lands could be considered in three models. The first model is “minimal irrigation”. It supposes development of agriculture without increasing of irrigated land areas by the year 2040 (totally 1560, 4 thousand ha, including regular irrigation – 1391,1 thousand ha and inundative method – 169,3 thousand ha). The second model “optimal irrigation” supposes irrigation of lands with insignificant increase of irrigated areas (2210 thousand ha is expected by the end of 2040) [8, 16]. The third model “maximal irrigation” supposes development of national economy with priority of maximal introduction of irrigated lands into circulation (totally – 2692,9 thousand ha). Increasing of agricultural products outcome on irrigated areas can be achieved by using resource-saving irrigation engineering. One of the leading suppliers of irrigation engineering for farmers is «Bauer GmbH» company (Austria). It was created in 1930 in small town Foitsberg located near Grats city - the capital of Austrian federal land Shtiria. Now «Bauer GmbH» company’s installations irrigate more than 1,5 mln ha around the world [13, 17]. Construction of irrigating system allows to regulate irrigation depth from minimal (refreshing sprinkling) to maximal (charge watering) and apply various types of watering (vegetative, provocative, creep-fed, insulating, moistening). The company’s product line includes all known types of irrigation equipment together with pumps, pipelines and all necessary fittings. This enables consumer to get entire range of technical decisions for irrigation. The «Bauer GmbH» product line includes the following irrigation installations: Rainboy, Rainstar, Centerstar, Linestar, Centerliner, Monostar [13] (figure 3).

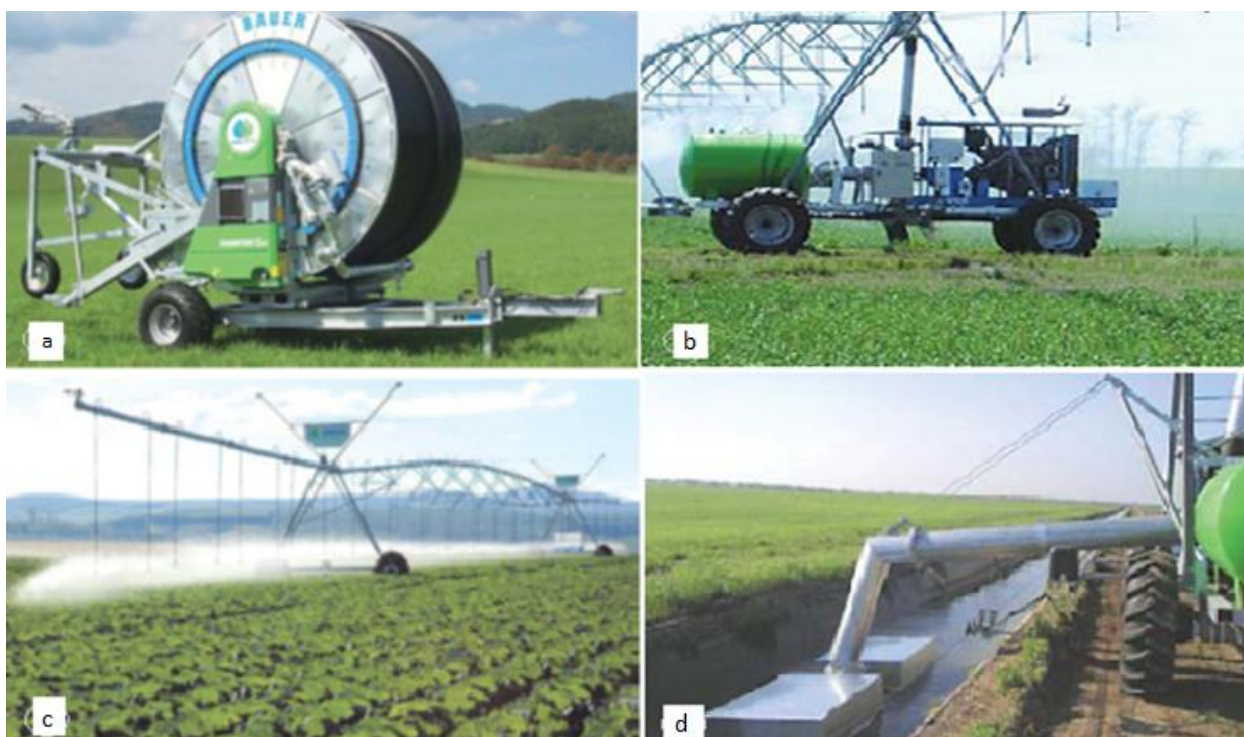


Figure 3 - Product line of «Bauer GmbH» (Austria)

(a - low-capacity reel-type installation Rainboy; b - frontal mode of motion irrigation system Linestar capturing water from hydrant or channel; c, d - centerliner and Monostar systems with circular and frontal mode of motion)

Reel-type low-capacity installation Rainboy is designed to irrigate gardens and city parks up to 5 ha. Sprinkling systems Rainstar of E series are capable irrigate up to 50 ha during the season. For irrigation «Bauer GmbH» company applies reliable pumps of Famos series. They have centrifugal turbine, work from tractor's power take-off shaft, and can be used in combination with both irrigation systems operating with pressure up to 12 bar and irrigation systems capable to provide volume of water up to 150 m³/hour. Another type of irrigation systems is linear and circular irrigation systems with low input pressure for large areas, for example Centerstar, Linestar or Centerliner. Service life of irrigation installations is 25 years. Payback period is 5 years due to high increase of yield. Main goal of any irrigation system is to provide optimal level of soil moisture in root layer for plants during their vegetation. The most effective irrigation method is sprinkling. It simulates rain - natural process of plants watering and soil moistening. Hose-drum and wide-cut installations of circular, linear and hippodrome type are well fitted for irrigation of agricultural plants by sprinkling method. These systems are operated remotely using modern GPS technologies [13]. This feature significantly decreases labor costs and influence of human factor on irrigation process. Due to programming process, one sprinkler is capable to serve several fields during one season (figure 4).

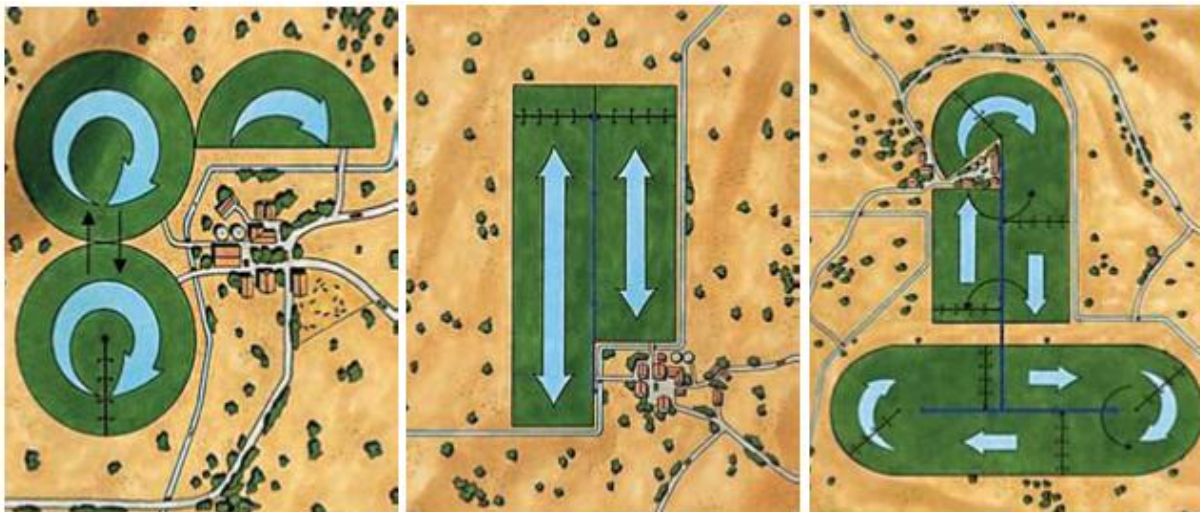


Figure 4 - Schemes of irrigation installations moving across the field during sprinkling

In demand in agriculture are drum-type sprinklers - Rainstar. Compact and economical design, renowned quality, durability and efficiency, equipped with Ecostar 6000 irrigation computer. Today, 50.000 Rainstars work in agricultural fields and are watered all over the world [8].

Irrigation width up to 72m Mechanically foldable Loading and transport directly on the Rainstar best irrigation quality and gentle treatment of plants thanks to the fine teardrop shape low connection pressures for energy-saving irrigation.

In recent years technologies of sprinkling irrigation management have been developed towards automation, economy of water and energetic resources, increasing number of tasks performing by sprinkling installations simultaneously with watering

(applying of fertilizers and chemicals with irrigation water) [14]. Installation of computer programs “Smart Rain” and renewable resources of energy (solar panels) on irrigation equipment makes it enough “smart” and resource-effective.

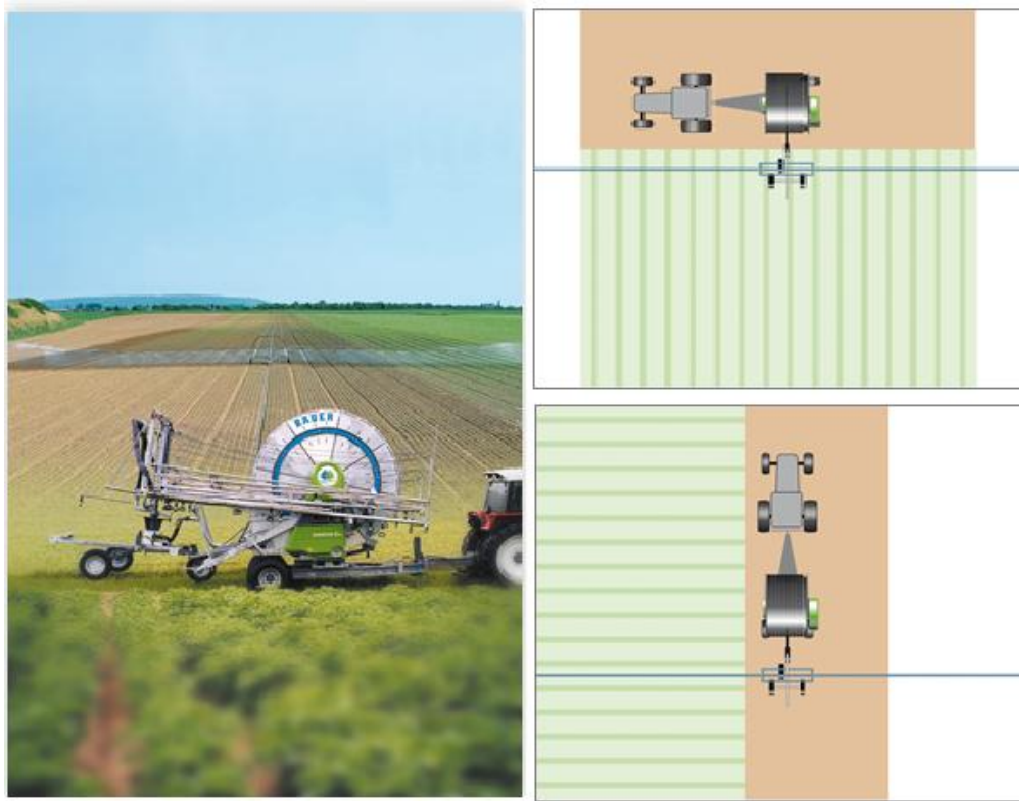


Figure 5 - **Organization watering machines hose reel type**

Conclusion. Investigation shows that green economy is increasingly becoming a strategic factor of world economy development, especially in the sphere of provision of population with quality food. Introduction of new irrigated lands will allow to feed additionally 840 mln people by the year 2050. “Green economy” stimulates development of regions, promotes social stability and increasing of economic potential. In the year 2018, during Eurasian Ameliorative Forum, countries - members of the EEU determined main tasks for increasing areas of irrigated lands. They included measures for harmonization of legal framework in the field of water engineering, integrating efforts for exploitation of ameliorative systems and hydrotechnic engineering, development of cooperative relations in management of water supply complexes and irrigated agricultural landscapes. Using of smart technologies for irrigation systems operation by «Bauer GmbH» company (Austria) makes irrigated agriculture economically balanced and ecologically safe.

Bibliographic list

1. Agriculture of the EEU in 2020. - Mode of access: <http://мниап.рф/analytics/Selskoe-hozajstvo-EAES-v-2017-godu/> (accessed 04.09.2021).

2. Barbier E.B. Environmental sustainability and cost-benefit analysis London Environmental Economics Centre / E.B. Barbier, A. Markandya, D.W. Pearce. – 1989.
3. Vogel E. The effects of climate extremes on global agricultural yields. Environmental Research Letters 14 (5) / E. Vogel [et al.]. – 2019.
4. Eurasian Economic Commission. - Mode of access: <http://eaeunion.org> (accessed 05.20.2021).
5. Green economy. - Mode of access: wwf.ru/what-we-do/green-economy/ (accessed 21.06.2021).
6. Lal K. A review: climate change and its impact on agriculture / Kanhaiya Lal, D.W. Manish Raj, S. Kumari. - September 2020.
7. Kuznetsov P.I. Optimal parameters of drum-type sprinklers / P.I. Kuznetsov [et al.] // Tractors and agricultural machines. – 2010. – No.12. - P. 28-31.
8. Medvedeva L.N. Application of Green Technologies in Irrigation E3S: Web of Conferences / L.N. Medvedeva, A.V. Medvedev. – 2021. - 247 01050.
9. Melikhov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.]. - Volgograd, 2017. – 184 p.
10. Melikhov V.V. Scientific substantiation of sprinkler equipment and irrigation regimes of agricultural crops in the Lower Volga region / V.V. Melihov [et al.] // Chamurliiev: rekomendacii. - Volgograd, 2015 – 40 p.
11. Mustafaev K. 2015 Ecological capacity of river basins of Kazakhstan / K. Mustafaev // International Research Journal. - No.11. – P. 23-29.
12. Novikov A.E. A rational approach to the selection of optimal parameters of irrigation systems with sprinkler machines of the drum type of strip irrigation / A.E. Novikov, P.I. Kuznecov // Scientific life. - 2012. – No.1. - P. 136.
13. Roiss O. Logical architecture for green technology applications in Roehren-und Pumpenwerk BAUER GmbH (Austria) E3S: Web of Conferences / O. Roiss, V.V. Melikhov, L.N. Medvedeva. -2021. - 247 01050.
14. Shakhovskaya L.S. Using green technologies as a condition for economic growth in the regions / L.S. Shakhovskaya, L.N. Medvedeva, E.G. Popkova, E.V. Goncharova. – 2016.
15. Shchedrin V.N. Meliorative institutional environment: The area of state interests Espacios / V.N. Shchedrin [et al.]. 2018. – 39. – P. 28-34.
16. State Program for Water Resources Management of the Republic of Kazakhstan (approved by the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan date 04.04.2014) Astana 33.
17. Website. - Mode of access: <https://www.bauer-at.com/en/products/irrigation>.
18. Wolf A.T. Conflict and cooperation within international river basins: the importance of institutional capacity Water Resources Update / A.T. Wolf, K. Stahl, M.F. Macomber. - 2003. -125. - P. 31-40.

УСКОРЕННАЯ МЕЛИОРАЦИЯ КОРКОВЫХ ЗЕМЕЛЬ

ACCELERATED RECLAMATION OF CORTICAL LANDS

М.М. Абдулгалимов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», г. Махачкала, Россия

M.M. Abdulgalimov

The Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", Makhachkala, Russia

Аннотация: В статье приводятся способы освоения и обработки тяжелых почв, предотвращающие образование почвенной корки, препятствующей выходу всходов на поверхность и улучшающие структуру почв и их водно-физические свойства.

Ключевые слова: засоленные земли, солонцы, солончаки, почвенная корка, способ освоения, перегной, песок, землевание, мелиорация.

Abstract: The article describes the methods of development and treatment of heavy soils that prevent the formation of a soil crust that prevents the emergence of seedlings to the surface and improve the structure of soils and their water-physical properties.

Key words: saline lands, salt flats, salt marshes, soil crust, method of development, humus, sand, land use, land reclamation.

Введение. Сельскохозяйственное использование засоленных земель обычно невозможно без коренного их улучшения, т.е. мелиорации.

Солончаки – это почвы, засоленные с поверхности, содержащие в верхней 10-сантиметровой толще легкорастворимые (токсичные) соли в количестве не менее 1% (по данным водной вытяжки). Солончаки чаще всего формируются в условиях аридного и субаридного климата степной, сухостепной и полупустынной зон, в отрицательных элементах рельефа: котловинах, впадинах, поймах и дельтах рек, а также на приозерных террасах, берегах морей и озер. Накопление солей реализуется при выпотном или периодически выпотном водном режиме в условиях неглубокого залегания минерализованных грунтовых вод. На орошаемых и подтопляемых территориях возможно образование вторичных солончаков при подъеме уровня засоленных грунтовых вод и поступлении в почву солей в количестве, превышающем их вынос поливными водами. Растительность на солончаках сильно изрежена, представлена специфическими галофитными видами. Индикаторами засоления являются солерос и солянки.

Солончаки в сельском хозяйстве не используются, использовать их можно только после проведения мелиоративных мероприятий. Рассоление солончаков – дорогостоящий процесс, требующий большого количества пресной воды

и сложных дренажных сооружений, поэтому мелиорируют солончаки лишь там, где это жизненно необходимо.

Солонцы относятся к числу наиболее сложных для сельскохозяйственного использования почв. В естественном состоянии они малопродуктивны, а наиболее злостные виды – корковые солонцы, часто практически бесплодны. Однако в благоприятные по увлажнению годы на средних и глубоких солонцах с мощностью надсолонцового гумусированного слоя более 10-15 см урожаи зерновых приближаются к урожаю на окружающих зональных почвах, что свидетельствует о достаточно высоком плодородии солонцов и целесообразности их введения в сельскохозяйственный оборот. После мелиорации солонцов, урожай сельскохозяйственных культур на них возрастает, повышается и качество сельхозпродукции.

Низкое естественное плодородие солонцов обусловлено рядом лимитирующих факторов, таких как неблагоприятные агрофизические свойства, наличие легкорастворимых солей в токсических для растений количествах, щелочная реакция среды.

Для солонцовых почв используют следующие методы мелиорации [2-6]:

- химическая мелиорация – внесение кальцийсодержащих и других мелиорирующих веществ в почву;
- самомелиорация – мелиорация за счет внутрипочвенных запасов кальциевых солей, извлекаемых из подсолонцовых горизонтов при использовании глубоких мелиоративных обработок;
- агротехническая мелиорация – улучшение физических свойств за счет послойных обработок с сохранением естественной глубины залегания горизонтов без дополнительного внесения кальциевых солей;
- землевание – нанесение на поверхность солонцов гумусированного горизонта почв;
- фитомелиорация – посев культур, способствующих рассолению и рассолонцеванию почв.

Цель исследований - гарантированное получение всходов с первого года освоения путем предотвращения образования почвенной корки в зоне высева семян, а также коренное улучшение физических свойств тяжелых почв.

Задачей исследований является повышение урожайности сельскохозяйственных культур за счет получения гарантированных всходов семян путем предотвращения почвенной корки в зоне высева семян и улучшение структуры почвы путем поэтапного и качественного смешивания мелиоранта – песка или смеси песка с перегноем, с почвогрунтом без проведения капитальных мероприятий.

Материалы и методы. Известен «Способ обработки почвы при посеве семян на солонцах» (А. св. №1449044 А 01 В 79/02), заключающийся в том, что с целью повышения урожайности культур за счет предотвращения образования почвенной корки, препятствующей выходу на поверхность почвы ростков, в зоне высева семян, при заделке семян часть почвы перегнойного горизонта перемещают в верхний слой над зоной высева семян, а почву из иллювиального горизонта размещают в междурядьях.

Однако указанный способ имеет ряд недостатков:

- технологически и технически сложен и трудоемок;
- если в первый год реален, то в последующие годы малоэффективен, так как на второй год обработки перегнойный и иллювиальный горизонты смешиваются и практически разделить их невозможно;
- структура почвы не улучшается, следовательно, не улучшаются физические свойства почвы;
- вызывает сомнение предотвращение образование почвенной корки над «перегнойным» горизонтом.

Результаты и обсуждение. Нами разработан новый способ освоения солончаков, заключающийся в том, что в зоне высева семян 2 нарезаются мелкие бороздки 4 на глубину посева, при этом почву из них перемещают в междурядья, придавая, незначительный уклон в сторону борозд (i), в которых высеваются семена и сверху засыпаются мелиорантом 5 – песком или смесью песка с перегноем (рис.1, 2).

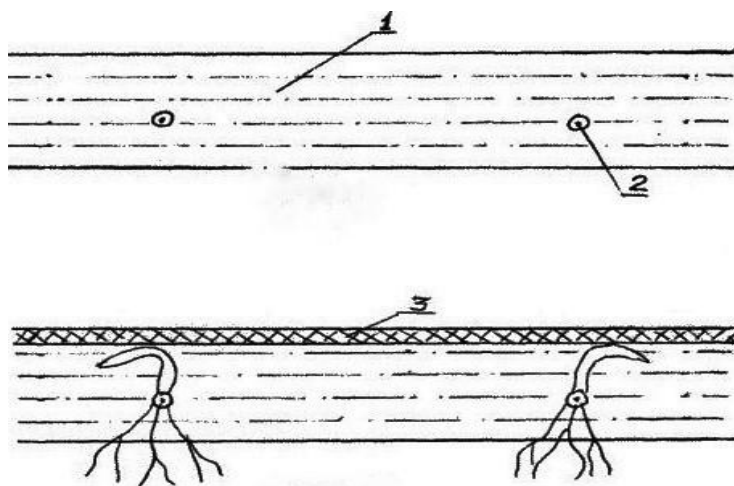


Рисунок 1 - Профиль солонцово-солончаковой почвы на глубину пахотного горизонта 1 при обычном посеве семян 2 и с почвенной коркой 3 в период прорастания семян

Процесс повторяют в течение нескольких (3-5) лет, ежегодно меняя направление посева. При этом все операции – нарезка мелких борозд, высев семян и засыпка песком или смесью песка с перегноем, проводятся одним проходом агрегата (рис. 3).

Предпосевную обработку осуществляют по следующей схеме:

- первый год освоения – трехкратная разделка тяжелыми боронами на глубину 10 см;
- 2-й год – пахота на глубину 13-15 см с последующей разделкой тяжелыми боронами;
- 3-й год – пахота на глубину 15-18 см;
- 4-й год – пахота на глубину 18-22 см;

- 5-й год – пахота на глубину 22-25 см.

В результате ежегодной обработки песок или смесь песка с перегноем смешивается с солонком-солончаком, увеличивается содержание песчаных частиц в почве и, таким образом, происходит дальнейшее улучшение физических свойств почв, которые постепенно преобразуются в средне- и легкосуглинистые, следовательно, и снижается вероятность образования почвенной корки после поливов и осадков [2].

На описанный новый «способ мелиорации солончаков» нами получен патент RU № 2693889 (автор Абдулгалимов М.М.) [5].

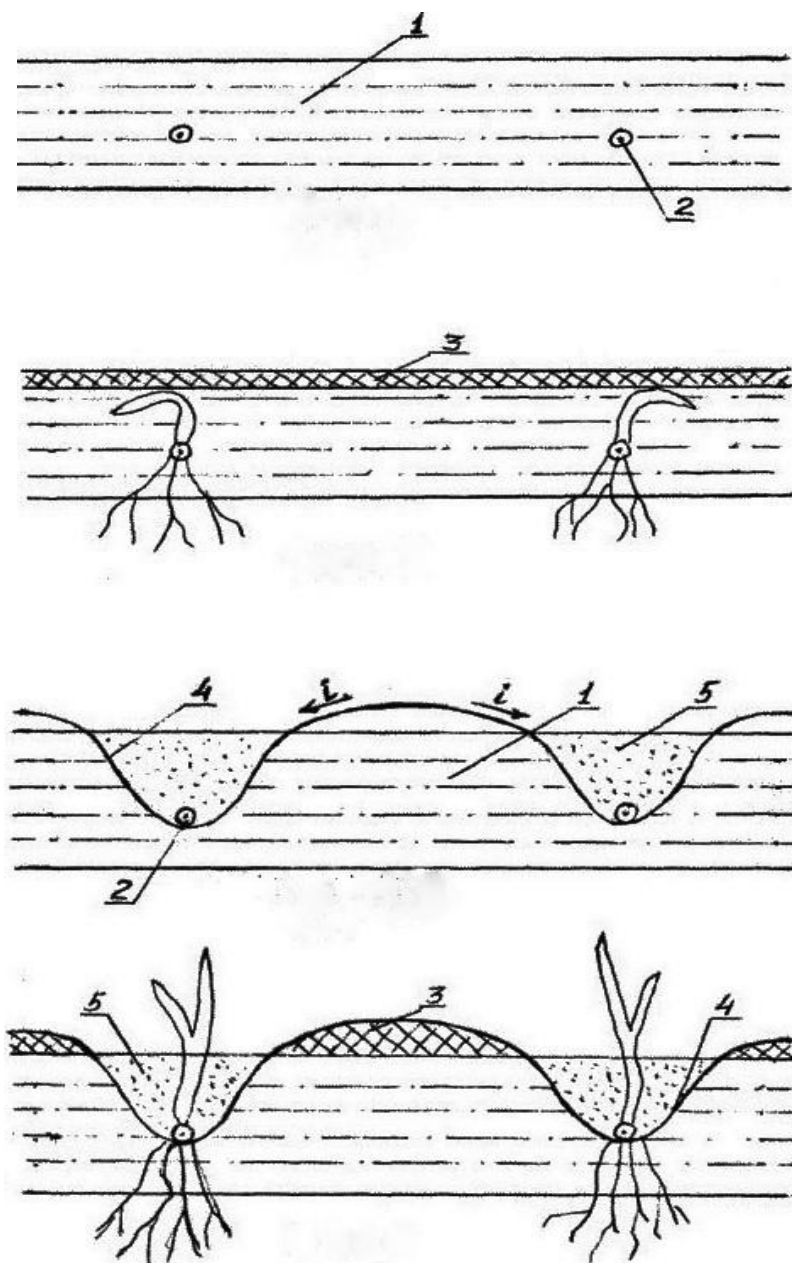


Рисунок 2 - Профиль солонцово-солончаковой почвы на глубину вспашки 1 с нарезанными мелкими бороздками 4, которые засыпаны песком или смесью песка с перегноем 5 и в период прорастания семян

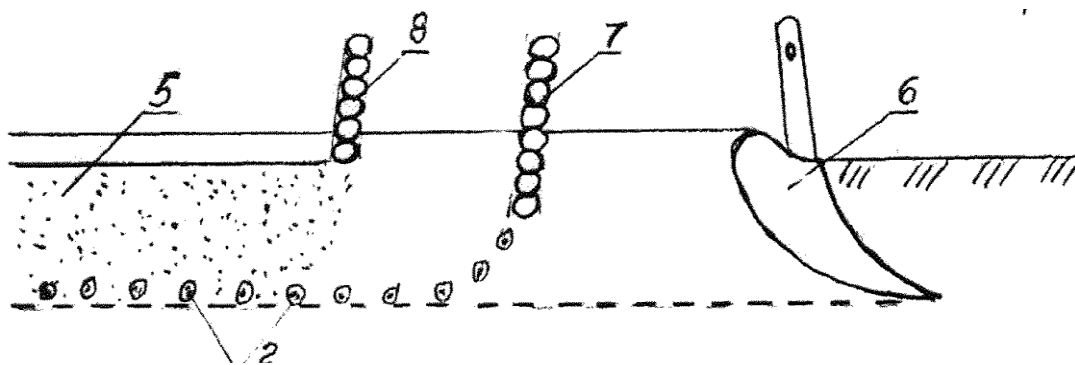


Рисунок 3 - Последовательность выполнения операций: нарезка мелких борозд бороздорезом 6, высев семян (семяпровод 7) и засыпка песком или смесью песка с перегноем (виброхобот 8)

Заключение. Данный способ дает возможность без проведения капитальных мероприятий по мелиорации путем строительства сложных дренажно-сбросных систем для промывки пресной водой, а также применения химических, агро-мелиоративных и иных способов, ускоренно с первого же года освоить и получить гарантированные урожаи на землях с солонцово-солончаковыми почвами. Хороший эффект будет иметь такой способ при посеве сельскохозяйственных культур, способствующих рассолению и рассолонцеванию почв – фитомелиорантов.

Эффективность разработанного нами способа освоения солончаков и солонцеватых почв очевидна и необходимо ее подтверждение путем закладки опытов на различных культурах.

Библиографический список

1. Абдулгалимов М.М. Методы освоения тяжелых засоленных земель: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию М.М.Джамбулатова. - Махачкала, 2021. - Т. 2. - С. 7-11.
2. Авторское свидетельство №1449044 А1 SU Российская Федерация. Способ обработки почвы при посеве семян на солонцах / П.А. Стуцер. – опубл. 1989.
3. Гаджиев К.М. Эолово-аккумулятивный способ мелиорации засоленных почв Прикаспия / К.М. Гаджиев, Г.Н. Гасанов, Р.Р. Баширов // Мелиорация и водное хозяйство. - 2020. - №2. - С. 27-32.
4. Новиков А.Е. Агротехнологические приемы мелиорации почвогрунтов / А.Е. Новиков, В.А. Моторин // Орошаемое земледелие. - 2015. - №1. - С. 15-16.
5. Пат. №2693889 RU Российская Федерация. Способ мелиорации солончаков / М.М. Абдулгалимов. – опубл. 2019.
6. Пындак В.И. Совершенствование системы основной обработки почвы в засушливых условиях / В.И. Пындак, И.Б. Борисенко, А.Е. Новиков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2013. - №2 (30). - С. 199-204.

7. Пындак В.И. Агротехническая мелиорация земель в аридных условиях Нижнего Поволжья / В.И. Пындак, А.Е. Новиков // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2013. - №4. - С. 15-17.

Bibliographic list

1. Abdulgalimov M.M. Methods of development of heavy saline lands (materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhen-noj 95-letiju M.M.Dzhambulatova) / M.M. Abdulgalimov. - Mahachkala, 2021. - Т. 2. - P. 7-11.

2. Description of the invention to the copyright certificate No.1449044 A1 SU. Method of tillage when sowing seeds on salt pans / P.A. Stucera. - Bull. 1989.

3. Gadzhiev K.M. Aeolian-accumulative method of reclamation of saline soils of the Caspian Sea / K.M. Gadzhiev, G.N. Gasanov, R.R. Bashirov. - Land reclamation and water management. - 2020. - No2. - P. 27-32.

4. Novikov A.E. Agrotechnological methods of soil reclamation / A.E. Novikov, V.A. Motorin // Irrigated agriculture. - 2015. - No1. - P. 15-16.

5. Pat. 2693889 RU. Method of reclamation of salt marshes / M.M. Abdulgalimov. - Bull. 2019.

6. Pyndak V.I. Improving the system of basic tillage in arid conditions / V.I. Pyndak, I.B. Borisenko, A.E. Novikov // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education - 2013. – No.2 (30). - P. 199-204.

7. Pyndak V.I. Agrotechnical land reclamation in arid conditions of the Lower Volga region / V.I. Pyndak, A.E. Novikov // Agricultural machinery and technology. - 2013. – No.4. - P. 15-17.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УКЛАДКИ ВНУТРИПОЧВЕННЫХ УВЛАЖНИТЕЛЕЙ

EFFECTIVE METHOD OF LAYING IN-GROUND HUMIDIFIERS

М.М. Абдулгалимов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», г. Махачкала, Россия

M.M. Abdulgalimov

The Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", Makhachkala, Russia

Аннотация: В настоящей статье проанализированы способы внутрисочвенных увлажнителей. Представлен перспективный способ для укладки трубопроводов для внутрисочвенного орошения многолетних древесно-кустарниковых насаждений, позволяющий одновременно провести две операции – плантажную вспашку и укладку труб-увлажнителей.

Ключевые слова: внутрисочвенное орошение, способ, укладка, внутрисочвенные увлажнители, плужная подошва, углубление.

Abstract: In this article, the methods of intra-soil humidifiers are analyzed. A promising method for laying pipelines for intra-soil irrigation of perennial tree and shrub plantations is presented, which allows two operations to be carried out simultaneously – plantage plowing and laying humidifier pipes.

Key words: intra-soil irrigation, method, laying, intra-soil humidifiers, plow sole, recess.

Введение. Внутрисочвенное орошение целесообразно применять в различных регионах нашей страны, с учетом имеющихся хозяйственно-технических и почвенно-климатических условий. Данный вид орошения обладает рядом преимуществ: несложность в эксплуатации; обеспечивает существенное увеличение выхода урожая возделываемых культур и снижения расхода воды на орошение; позволяет совместный подвод воды и удобрений к корневой системе растений; малый срок окупаемости вложенных затрат; отсутствует потребность в выполнении работ по монтажу и демонтажу системы каждый год, что обеспечивает ее продолжительную сохранность; не требуется основательная очистка подаваемой воды; нет опасений насчет засоления орошаемых почв и утилизации использованных увлажнителей, поскольку они имеют длительный срок эксплуатации; не требуется повышенное давление для подачи воды в увлажнители; для организации данной системы орошения применимы комплектующие и оснащение, производимое в нашей стране [1, 4-6, 8].

Весомым условием увеличения урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, при ограниченном природном увлажнении, является

орошение. Внутрипочвенное, капельное, капельно-внутрипочвенное орошения относятся к способам местного орошения, формирующие непосредственно у корней растений увлажнение и когда оно оптимально, то орошение осуществляется в меньшем объеме, но поддерживаются благоприятные условия формирования растений, достигая значительной и стабильной урожайности.

Укладка труб-увлажнителей под почвой позволяет подвести напрямую воду к корневой системе растений и оберегает их от повреждений, влияния солнечных лучей. Данный способ орошения позволяет снизить произрастание сорных растений, так как поверхностный слой почвы не подвергается смачиванию, что также уменьшает расход вода из-за испарения и содействует увеличению водо-воздухопроницаемости. В исследовании деталей различных способов внутрипочвенного орошения и контуров увлажнения почвы при этом участвовали многие ученые-исследователи [7, 11]. Но проведенные исследования требуют соответствующей проработки с учетом современных требований к способам и техническим решениям для выполнения процесса внутрипочвенного орошения на качественном уровне.

Развивая известные способы орошения [9, 10]. невозможно выпускать из виду относительно слабо распространенные, однако, имеющие наибольший потенциал способы. Практика зарубежных стран и российский опыт возделывания с/х культур подтверждают, что внутрипочвенное орошение, в достаточной степени отвечает условиям, обеспечивающим водно-воздушно-питательный режимы почвы. Оно дает возможность существенно сократить количество воды на орошение, уменьшить энергозатраты на ее выполнение, а также на обработку почвы по ее завершению, существенно уменьшая абсолютные расходы на возделываемую в итоге продукцию и экологично, так как сохраняется состав грунта при подводе воды. Невзирая на трудоемкость прокладки, системы внутрипочвенного орошения обладают более значительным коэффициентом полезного действия по сравнению с иными способами орошения.

Цель исследований - минимизация технологического процесса, энергоресурсосбережение, ускоренный ввод в эксплуатацию оросительных сетей путем сокращения сроков на строительство за счет одновременной укладки внутрипочвенных увлажнителей вместе с плантажной вспашкой орошаемого участка.

Материалы и методы. Известны траншейные и бестраншейные способы и машины укладки мелиоративных труб. При траншейном способе укладки труб отрывают траншеи на необходимую глубину с помощью многоковшового или роторного рабочего органа, а также экскаватором обратная лопата. За землеройным рабочим органом в траншее перемещается трубоукладчик, осуществляющий подачу и укладку труб, а также защитных и фильтрующих материалов. При бестраншейной укладке в щель, прорезаемую ножом подают готовые трубы со специальными лабиринтными капельницами через внутреннюю полость кожуха, находящегося за ножом. Конец трубы предварительно закрепляют в колодце, где прокладывается распределительная сеть.

Иногда трубопровод протаскивают по кротовине, присоединяя ее к дрениру посредством цангового патрона.

Известна ножевая трубоукладочная машина, которая состоит из: навесной

рамы, ножа для прорезания щели с направляющим желобом для трубы, барабана с бухтой пластмассовой трубы, диска подрезающей почву, колеса - ограничителя глубины с регулятором глубины.

Указанные способы и машины капиталоемки и требуется дополнительное время на прокладку сетей внутрипочвенного орошения.

Система внутрипочвенного орошения должна основываться на установление оптимальных величин ее показателей – глубины укладки, длины и расстояния (интервала) между увлажнителями, которые должны быть обоснованы для конкретных орошаемых участков с целью исключения отрицательного воздействия на окружающую экологию.

С целью обеспечения оптимального уровня аэрации, достижения оптимального увлажнения действенной корнеобитаемой прослойки почвы, недопущения неэффективного проникновения поливной воды в нижние слои, величина углубленности укладки внутрипочвенных увлажнителей должна составлять не более 0,2-0,3 м. Укладка их на существенно большую глубину приводит к уменьшению эффективности орошения, однако появляется практическая допустимость применения механической обработки почвы, избегая вывода из строя элементов конструкции сети увлажнителей. Для открытого грунта предлагаемая глубина закладки внутрипочвенных увлажнителей – 0,4-0,5 м.

Протяженность (длина) внутрипочвенных увлажнителей в открытом грунте может составлять до 600 м, но длина от 100 до 300 м является оптимальным. Протяженность внутрипочвенных увлажнителей определяется на основе расчета (гидравлического), применяя формулы сформировавшегося перемещения воды с однородным снижением расхода на протяженности [3, 4].

Увлажнители систем внутрипочвенного орошения являются одними из основных элементов их конструкции, а их задача заключается в обеспечении равномерного и стабильного распределения поливной воды на участках орошения. Большое влияние на надежность их функционирования и результативность оказывают форма, диаметр труб и водовыпускных отверстий на них и их количество, уклон, использование либо недостаток разных материалов, предотвращающих заиливание, загрязнение и обрастание водовыпускных отверстий, а также внутренней полости увлажнителей, неэффективные утраты поливной воды на фильтрацию.

Результаты и обсуждение. Предлагаемая технология предусматривает укладку готовых труб непосредственно при плантажной вспашке участков под сады, виноградники, а также кустарниковые насаждения одним проходом агрегата, совмещая при этом сразу два производственных процесса – укладка увлажнителей и плантажная вспашка. Исключается необходимость капитального строительства увлажнительной сети [13].

На рис. 1 изображена последовательность выполнения технологических операций по укладке внутрипочвенных увлажнителей в разрезах почвенного профиля.

Суть способа состоит в том, что при плантажной вспашке углубление 1, образуемое долотом в плужной подошве 2, увеличивают на величину, превышающую диаметр укладываемого перфорированного трубопровода-

увлажнителя 3 с фильтрующей обмоткой на 1-2 см. Через кожух, расположенный за корпусом плуга, от барабана, установленного на раме, подается трубопровод-увлажнитель 3, конец которого закрепляют в траншее 4 с распределительной сетью 5. Сразу после укладки трубопровод-увлажнитель 3 засыпается почвой 6 с помощью предплужника 7, располагаемого на раме плуга за основным корпусом 8, а не перед ним как обычно.

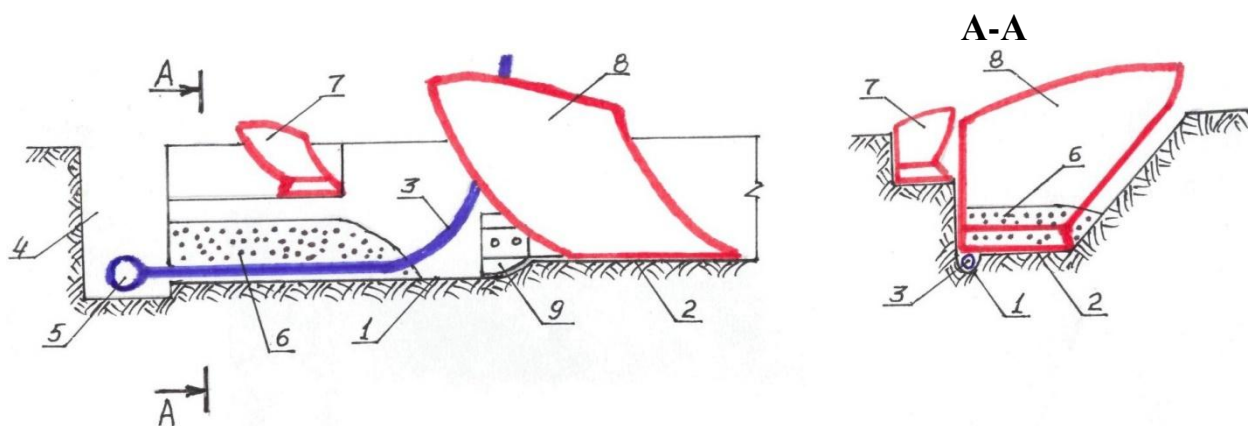


Рисунок 1 - Почвенный профиль на глубину плантажной вспашки (Схема укладки увлажнителей)

Углубление в плужной подошве создается специальным приспособлением 9, причем, оно не нарезается извлечением грунта, а создается путем вдавливания и уплотнения, что позволит уменьшить нежелательную глубинную фильтрацию поливной воды.

При этом трубопровод-увлажнитель укладывается ниже глубины плантажной вспашки, что предотвращает возможность повреждения его при последующей обработке почвы не только обычными плугами, но и плантажными. Расстояния между увлажнителями регулируется тем, что их укладку производят через один или два прохода агрегата в зависимости от плотности почвогрунтов.

Предлагаемый способ позволяет прокладывать увлажнители также на существующих посадках многолетних древесно-кустарниковых насаждений.

На данный способ нами получен патент РФ № 2719785 (авторы Абдулгалимов М.М. и др.).

Заключение. Применение представленного способа для укладки внутрипочвенных увлажнителей позволит оптимизировать основные параметры внутрипочвенного орошения и повысить уровень преимуществ технологии орошения, к которым относятся:

- исключение потери влаги за счет испарения с поверхности почвы ввиду ее неувлажненности; уменьшение количества рыхлений почвенной поверхности; ограничение жизнедеятельности сорной растительности, позволить уменьшить расходы на борьбу с ней; предоставление возможности выполнения всевозможных работ по уходу, так как поверхность почвы не будет увлажнена.

Технология бестраншейной укладки внутрипочвенных увлажнителей от-

носитя к наиболее перспективным и эффективным способам укладки для обеспечения оптимальных живительных условий с/х культурам. Продолжение исследований должны быть нацелены на разработку, отвечающих современным требованиям, значительнее надежных и несложных способов формирования систем внутрипочвенного орошения, позволяющих совершенствовать технологии с их применением, а также повышения их энергоэффективности.

Экономическая целесообразность (эффективность) предлагаемого способа обосновывается минимизацией технологического процесса, энергоресурсосберегающим эффектом, ускоренным вводом в эксплуатацию оросительных сетей за счет сокращения сроков их строительства, одновременным проведением укладки внутрипочвенных увлажнителей и плантажной вспашки орошаемого участка.

Библиографический список

1. Ахмедов А.Д. Техника и технология возделывания сельскохозяйственных культур при капельном и внутрипочвенном орошении: монография / А.Д. Ахмедов [и др.]. – Волгоград, 2008. – 228 с.
2. Ахмедов А.Д. Оптимизация основных параметров систем внутрипочвенного орошения в условиях Нижнего Поволжья: монография / А.Д. Ахмедов. – Волгоград: ВГСХА, 2005. – 164 с.
3. Ахмедов А.Д. Метод определения основных параметров системы внутрипочвенного орошения / А.Д. Ахмедов // Известия Нижневолжского аграрного университетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №3 (51). – С. 275-283.
4. Ахмедов А.Д. Научно-экспериментальное обоснование техники и технологии внутрипочвенного орошения кормовых культур в условиях Юга России: монография / А.Д. Ахмедов, Е.П. Боровой. - Волгоград, 2014. – 336 с.
5. Григоров М.С. Внутрипочвенное орошение: монография / М.С. Григоров. – М.: Колос, 1983. – 128 с.
6. Григоров М.С. Основы внутрипочвенного орошения: монография / М.С. Григоров. – М.: МСХА, 1993. – 107 с.
7. Григоров М. С. Контур увлажнения при внутрипочвенном орошении / М.С. Григоров, А.Д. Ахмедов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – №4. – С. 32–33.
8. Кременской В.И. Элементы техники полива при капельно-внутрипочвенном орошении / В.И. Кременской, М.А. Панина // Комплексная мелиорация земель как составная часть рационального природопользования: сб. науч. материалов всеукр.науч.-практ. конф. молодых учен. – Херсон, 2013. – С. 32–35.
9. Мелихов В.В. Научное обоснование дождевальной техники и режимов орошения сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье: рекомендации / В.В. Мелихов [и др.]. - Волгоград, 2015. – 40 с.
10. Мелихов В.В. Проектирование и расчет систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.]. - Волгоград, 2017. – 184 с.

11. Овчинников А.С. Эффективность применения и конструкции систем внутрпочвенного и капельного орошения при возделывании сладкого перца / А.С. Овчинников, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – №5. – С. 74-78.

12. Овчинников А.С. Изучение формирования контуров увлажнения при внутрпочвенном орошении в пленочных теплицах в зависимости от конструктивных особенностей трубчатых увлажнителей и величины пьезометрического напора / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2008. – №1. – С. 43-44.

13. Пат. 2719785 Российская Федерация. Способ укладки внутрпочвенных увлажнителей / М.М. Абдулгалимов, Г.Д. Догеев, А.Н. Ярмагомедов. – опубл. 23.04.2020.

Bibliographic list

1. Ahmedov A.D. Technique and technology of cultivation of agricultural crops with drip and intra-soil irrigation: monograph / A.D. Ahmedov [et al.]. – Volgograd, 2008. – 228 p.

2. Ahmedov A.D. Optimizacija osnovnyh parametrov sistem vnutripochvennogo oroshenija v uslovijah Nizhnego Povolzh'ja: monografija / A.D. Ahmedov – Volgograd: VGSHA, 2005. – 164 p.

3. Ahmedov A.D. Optimization of the main parameters of subsurface irrigation systems in the conditions of the Lower Volga region: monograph / A.D. Ahmedov // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2018. – No.3 (51). – P. 275-283.

4. Ahmedov A.D. Scientific and experimental substantiation of the technique and technology of subsurface irrigation of fodder crops in the conditions of the South of Russia: monograph / A.D. Ahmedov, E.P. Borovoj. – Volgograd, 2014. – 336 p.

5. Grigorov M.S. Subsurface irrigation: monograph / M.S. Grigorov. – M.: Kolos, 1983. – 128 p.

6. Grigorov M.S. Fundamentals of subsurface irrigation: monograph / M.S. Grigorov. – M.: MSHA, 1993. – 107 p.

7. Grigorov M.S. Humidification circuit for intra-soil irrigation / M.S. Grigorov, A.D. Ahmedov // Land reclamation and water management. – 1999. – No.4. – P. 32-33.

8. Kremenskoj V.I. Elements of irrigation techniques for drip-subsurface irrigation / V.I. Kremenskoj, M.A. Panina // Kompleksnaja melioracija zemel' kak sostavnaja chast' racional'nogo prirodopol'zovanija: sb. nauch. materialov vseukr.nauch.-prakt. konf. molodyh uchen. – Herson, 2013. – P. 32-35.

9. Melihov V.V. Scientific substantiation of sprinkler equipment and irrigation regimes of agricultural crops in the Lower Volga region: rekomendacii / V.V. Melihov [et al.]. – Volgograd, 2015. – 40 p.

10. Melihov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.]. – Volgograd, 2017. – 184 p.

11. Ovchinnikov A.S. Efficiency of application and design of systems of intra-soil and drip irrigation in the cultivation of sweet pepper / A.S. Ovchinnikov, M.P. Meshherjakov // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2007. – No.5. – P. 74-78.

12. Ovchinnikov A.S. Study of the formation of humidification contours during intra-soil irrigation in film greenhouses, depending on the design features of tubular humidifiers and the magnitude of piezometric pressure / A.S. Ovchinnikov, V.S. Bocharnikov // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. – 2008. – No.1. – P. 43-44.

13. Pat. 2719785 Russian Federation. The method of laying intra-soil humidifiers / M.M. Abdulgalimov, G.D. Dogeev, A.N. Jarmagomedov. - Opubl. 23.04.2020.

**СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В РОСТОВСКОЙ
ОБЛАСТИ В ПЕРИОД С 2014 ПО 2020 ГОДЫ**

**CONDITION OF IRRIGATED LANDS IN ROSTOV REGION
BETWEEN 2014 AND 2020**

А.Н. Бабичев, доктор сельскохозяйственных наук

Д.П. Сидаренко, кандидат сельскохозяйственных наук

*Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации,
г. Новочеркасск, Россия*

A.N. Babichev, Doctor of Agricultural Sciences

D.P. Sidarenco, Candidate of Agricultural Sciences

Russian Research Institute of Reclamation Problems, Novocherkassk, Russia

Аннотация: В статье дана оценка изменения площади орошаемых земель их состояния в Ростовской области за период 2014-2020 гг. Проанализированы принятые нормативно-правовые акты Ростовской области определяющие параметры плодородия орошаемых земель и перспективы их сохранения и более эффективного использования.

Ключевые слова: орошаемые земли, гумус, мелиорация, орошение, состояние.

Abstract: The article provides an assessment of the change in the area of irrigated lands and their condition in the Rostov region for the period 2014-2020. The adopted normative legal acts of the Rostov region defining the parameters of fertility of irrigated lands and the prospects for their conservation and more effective use are analyzed.

Key words: irrigated lands, humus, land reclamation, irrigation, state.

Введение. На значительной территории Российской Федерации сельскохозяйственное производство ведется в сложных природно-климатических условиях, исключение не составляет и Ростовская область. Ростовская область располагается в степной зоне в южной части европейской территории России, которая характеризуется высокой засушливостью и неустойчивым увлажнением.

На протяжении долгого периода времени орошаемые земли в условиях Ростовской области, являются крепкой основой для получения высоких и стабильных урожаев основных сельскохозяйственных культур [2, 10-13].

В этих условиях устойчивое развитие ведение сельского хозяйства, невозможно без проведения комплексной мелиорации и освоения системы орошаемого земледелия.

Для повышения эффективности использования мелиорированных земель необходимо значительно повысить технический уровень мелиоративной отрас-

ли, выполнив комплекс работ по реконструкции и капитальному ремонту, модернизации и техническому перевооружению мелиоративных систем, реализация которых требует масштабно осуществлять научно-технические разработки и внедрять новые технологии и технику в мелиоративную отрасль. В Российской Федерации, основным механизмом Государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, эксплуатирующих мелиорированные земли, с целью развития сельскохозяйственного производства и повышения уровня продовольственной безопасности России, была разработана и введена в действие Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года», которая на сегодняшний день переформатирована в Ведомственную Программу развития мелиоративного комплекса [1].

Ведомственная программа включает комплекс мелиоративных мероприятий, в том числе по развитию гидромелиоративных систем, для чего предусмотрено предоставления субсидий из федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации, сельскохозяйственным товаропроизводителям, вводящим в эксплуатацию мелиорированные земли. Эффективность использования водных, почвенно-климатических, материально-технических и энергетических ресурсов, экологическое состояние окружающей среды, в значительной степени зависит от качества технологий и техники полива, которое определяет качество водораспределения и регулирования водного режима почвы, а, следовательно, урожайность сельскохозяйственных культур и величину непродуктивных потерь оросительной воды [3, 4, 7, 8].

Материалы и методы. В качестве материалов исследования использовались данные Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, нормативно-правовые акты Ростовской области. Применялся метод системного, комплексного изучения, сравнения, анализа и обобщения данных.

Результаты и обсуждение. Анализ данных динамики изменения орошаемых земель за период 2014–2020 гг. представлен в таблице 1.

Согласно данным таблицы 1 площадь орошаемых земель в Ростовской области за период 2014–2020 достигла максимальных размеров 236,4 тыс. га к 2020 году, то есть по данным официально статистики, площадь орошаемых земель с 231,4 тыс. га в 2014 году к 2020 году увеличилась до 236,4 тыс. га. Кроме того, за вышеуказанный период увеличился процент орошаемых земель, которые находятся в хорошем состоянии. Данная положительная динамика отмечается с 2018 года.

Согласно [10] в Ростовской области имеется 228 тыс. га орошаемых земель, основная часть которых (68,0 %) расположена в трех природно-климатических зонах: в центральной (50,0 %), приазовской (14,5 %) и южной (3,5%). В этих зонах выращивается, соответственно, 50,1 % (170,7 тыс. тонн), 35,4 % (120,1 тыс. тонн), 6,8 % (27,3 тыс. тонн) овощей от общего объема производства. Остальная часть овощей (7,7 %) выращивается в северо-западной, северо-восточной и восточной зонах области. Центральная зона области является самой благоприятной для выращивания овощей открытого

грунта. В Семикаракорском, Волгодонском, Багаевском районах выращивается наибольшее количество томатов, огурцов, капусты и других овощей, являющихся основным сырьем для перерабатывающих предприятий.

Таблица 1 - Площадь и состояние орошаемых земель в Ростовской области в 2014-2020 гг.

Годы	Общая площадь		Состояние орошаемых земель					
			хорошее		удовлетворительное		неудовлетворительное	
	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%
2014	231,4	100	99,3	42,9	86,7	37,5	45,4	19,6
2015	231,7	100	99,3	42,9	86,7	37,4	45,4	19,6
2016	231,9	100	99,4	42,9	87,1	37,6	45,4	19,6
2017	231,9	100	99,4	42,9	87,1	37,6	45,4	19,6
2018	232,2	100	100,1	43,1	86,7	37,3	45,4	19,6
2019	232,2	100	100,5	43,3	86,7	37,3	45,0	19,4
2020	236,4	100	102,7	43,4	88,7	37,5	45,0	19,0

Примечание: Данные Росреестра

Постановлением Правительства Ростовской области от 14.01.2016 № 6 «Об утверждении нормативов плодородия земель сельскохозяйственного назначения почв Ростовской области» [9], для данных природно-сельскохозяйственных зон Ростовской области определены показатели по содержанию гумуса для почв Ростовской области (таблица 2).

Таблица 2 - Средние показатели содержания гумуса орошаемых земель по природно-сельскохозяйственным зонам Ростовской области

Природно-сельскохозяйственная зона	Степень эродированности	Средневзвешенное содержание гумуса, %	
		норматив	допустимый предел снижения
1	2	3	4
Приазовская	не эродированные	3,88	3,10
	слабоэродированные	3,69	2,95
	среднеэродированные	3,30	2,64
	сильноэродированные	3,10	2,48
Южная	не эродированные	3,78	3,03
	слабоэродированные	3,60	2,88
	среднеэродированные	3,22	2,57
	сильноэродированные	3,03	2,42
Центральная орошаемая	не эродированные	3,15	2,52
	слабоэродированные	3,00	2,39

1	2	3	4
Центральная орошаемая	среднеэродированные	2,68	2,14
	сильноэродированные	2,52	2,02

Из таблицы 2 видно, что максимальные показатели содержания гумуса определены для Приазовской природно-сельскохозяйственной зоны. Средний показатель содержания гумуса для данной зоны по нормативу составляет 3,49 % допустимый предел снижения содержания гумуса составляет 2,79 %, для Южной природно-сельскохозяйственной зоны данные показатели составляют 3,41 % и 2,72 %, а для Центральной орошаемой зоны 2,84 и 2,27 %. Наряду с этим анализ валового сбора овощей в 2020 году проведенный нами ранее [5] выявил, что максимальный валовый сбор 235, 8 тыс. тонн был получен в Центральной орошаемой зоне, как известно овощные культуры наиболее требовательны среди других культур к эффективному плодородию почв.

В таблице 3 представлены объемы работ по перевооружению мелиоративных систем до 2020.

Таблица 3 - Объемы работ (площади) создания (нового строительства), восстановления, реконструкции и модернизации (перевооружения) мелиорированных земель Ростовской области на период до 2020 года

Площади мелиорируемых земель	2013 – 2020 годы	Из них	
		первый этап	второй этап
		2013 – 2016 годы	2017 – 2020 годы
Площадь создания (нового строительства), восстановления, реконструкции и модернизации мелиоративных систем (тыс. га), в том числе	55,4	23	32,3
площадь орошения (тыс. га), в том числе	52,7	20,3	32,3
площадь создания (нового строительства) мелиоративных систем (тыс. га)	2,7	0,8	1,8
площадь восстановления мелиоративных систем (тыс. га)	9,0	2,5	6,5
площадь реконструкции мелиоративных систем (тыс. га)	8,5	2,3	6,2
площадь модернизации мелиоративных систем (тыс. га)	32,5	14,7	17,8

Согласно [6] в результате проведенной инвентаризации орошаемых и осушенных земель установлено, что из 228,4 тыс. га орошаемых площадей требуют реконструкции 97,3 тыс. га, полного восстановления – 32,5 тыс. га, капитального ремонта – 70,0 тыс. и 32,6 тыс. га предложено перевести в богарные (неорошаемые) земли.

Анализ фактических данных мелиоративного состояния орошаемых земель в 2020 году представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Мелиоративное состояние орошаемых сельскохозяйственных угодий Ростовской области в 2020 году

Субъект Российской Федерации	Общая площадь, тыс. га	Из общей площади не использовалось всего, тыс. га	% из общей площади не использовалось всего	Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий не поливалась всего, тыс. га	% из общей площади с.-х. угодий не поливались всего	По причине неисправности оросительной сети, тыс. га	По причине неисправности оросительной сети, %
Ростовская область	231,4	1,2	0,52	167,1	72,2	73,7	31,8

Согласно данным, общая площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий в Ростовской области в 2020 составила 231,4 тыс. га, при этом следует отметить, что 72,3 % или 167,1 тыс. га орошаемых сельскохозяйственных угодий не поливались.

Заключение. Проведенный анализ изменения площади орошаемых земель Ростовской области за период 2014-2020 гг. выявил тенденцию к увеличению площади и улучшению их состояния. В Ростовской области принимаются кардинальные меры для эффективного использования орошаемых земель. В целях сохранения и более эффективного использования орошаемых земель в области ежегодно планируется оказываться финансовая поддержка для возмещения части затрат на техническое перевооружение мелиоративных систем.

Модернизация орошаемых площадей при одновременном приобретении современных дождевальных установок будет способствовать увеличению объема производства сельскохозяйственной продукции, предотвращению подтопления пахотных земель и экономии водных ресурсов.

Библиографический список

1. Аналитические исследования перспектив развития техники орошения в России: информационно-аналитическое издание. – М.: Коломна: ИП Лавренов А.В., 2020. - 128 с.
2. Бабичев А.Н. Опыт применения технологии прецизионного орошения в Ростовской области / А.Н. Бабичев [и др.] // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – №4 (101). – С. 75–86. - DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10214.
3. Кизяев Б.М. Инновационные технологии в мелиорации - основа возрождения отрасли и продовольственной безопасности страны / Б.М. Кизяев // Инновационные технологии в мелиорации: мат. межд. научно-практ. конф. (Костяковские чтения). - М.: ВНИИА, 2011. - С. 3–6.
4. Кирейчева Л.В. Мелиорация земель в России // Л.В. Кирейчева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. - №2. – С. 2-5.

5. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 304 с.

6. Об утверждении нормативов плодородия земель сельскохозяйственного назначения почв Ростовской области Постановлением Правительства Рост. обл. от 14.01.2016 [Электронный ресурс]. - №6. - Режим доступа: <https://www.donland.ru/documents/3856/>.

7. Отчет о реализации Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» за 2014-2017 годы - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. - 120 с.

8. Ольгаренко Г.В. Стратегия научно-технической деятельности по разработке новой техники орошения при реализации программы развития мелиорации / Г.В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – №2. - С. 5–8.

9. Сидаренко Д.П. Состояние овощеводства в условиях дефицита доступных водных ресурсов / Д.П. Сидаренко, А.А. Рубцов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. - 2021. - №4 (84). - С. 54–59.

10. Щедрин В.Н. Перспективы развития мелиорации сельскохозяйственных земель Ростовской области / В.Н. Щедрин, Г.Т. Балакай, А.Н. Бабичев // Вестник аграрной науки Дона. – 2011. – №3 (15). - С. 87–93.

11. Щедрин В.Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на юге / В.Н. Щедрин, Г.Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации России [Электронный ресурс]. – 2014. – №3 (15). – С. 1–15. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=273&id=274>.

12. Щедрин В.Н. Концептуальное обоснование стратегии научно-технического обеспечения развития мелиорации земель в России / В.Н. Щедрин, Г.Т. Балакай, С.М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2016. – №4 (24). - С. 1–21. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=440&id=441>.

13. Vasilev S.M. Applying the precision irrigation technology to address the deficit of water resources in the South of Russia / S.M. Vasilev, A.N. Babichev, V.I. Olgarenko // The Challenge of Sustainability of Agricultural Systems. - Lecture Notes in Networks and Systems, Volume 206. - Heidelberg, 2021. - P. 789–795.

Bibliographic list

1. Analytical studies of prospects for the development of irrigation technology in Russia: Informational and analytical publication. – М: Kolomna: IP Love-renov A.V., 2020. - 128 p.

2. Babichev A.N. The experience of using precision irrigation technology in the Rostov region / A.N. Babichev [et al.] // Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products. – 2019. – No.4 (101). – P. 75-86. - DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10214.

3. Kizyaev B.M. Innovative technologies in land reclamation - the basis for the revival of the industry and food security of the country / B.M. Kizyaev // Innovative technologies in land reclamation: Mat. International Scientific and Practical Conference (Kostyakovskiy readings). - М.: VNIIA Publishing House. - 2011.- P. 3-6.

4. Kireicheva L.V. Land reclamation in Russia // L.V. Kireicheva // Melioration and water management. – 2013. - No.2. – P.2-5.
5. Reclamation complex of the Russian Federation: inform. edition. – M.: FSBI «Rosinformagrotech», 2020. – 304 p.
6. On approval of the standards of fertility of agricultural lands of the soils of the Rostov region by Resolution of the Government of the Rostov region dated 14.01.2016 [Electronic resource]. - No.6. - Access mode: <https://www.donland.ru/documents/3856/>.
7. Report on the implementation of the Federal Target program «Development of agricultural land reclamation in Russia for 2014-2020» for 2014-2017. - Moscow: FSBI «Rosinformagrotech», 2018 - 120 p.
8. Olgarenko G.V. Strategy of scientific and technical activities for the development of new irrigation techniques in the implementation of the program of development of land reclamation / G.V. Olgarenko // Melioration and water management. – 2011. – No.2. - P. 5-8.
9. Sidarenko D.P. The state of vegetable growing in conditions of shortage of available water resources / D.P. Sidarenko, A.A. Rubtsov// Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. - 2021. - No.4 (84). - P. 54-59.
10. Shchedrin V.N. Prospects for the development of agricultural land reclamation in the Rostov region / V.N. Shchedrin, G.T. Balakai, A.N. Babichev // Bulletin of Agrarian Science of the Don. – 2011. – No.3 (15). – P. 87-93.
11. Shchedrin V.N. The state and prospects of land reclamation development in the south / V.N. Shchedrin, G.T. Balakai // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation of Russia [Electronic resource]. – 2014. – No.3 (15). – P. 1-15. – Access mode: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=273&id=274>.
12. Shchedrin V.N. Conceptual justification of the strategy of scientific and technical support for the development of land reclamation in Russia / V.N. Shchedrin, G.T. Balakai, S.M. Vasilev // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation [Electronic resource]. – 2016. – No.4(24). - P. 1-21. – Access mode: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=440&id=441>.
13. Vasilev S.M. Applying the precision irrigation technology to address the deficit of water resources in the South of Russia / S.M. Vasilev, A.N. Babichev, V.I. Olgarenko // The Challenge of Sustainability of Agricultural Systems. - Lecture Notes in Networks and Systems, Volume 206. - Heidelberg, 2021. - P. 789–795.

**ПРОЯВЛЕНИЕ СОЛОНЦЕВАТОСТИ В ЧЕРНОЗЕМАХ
ПРИ ОРОШЕНИИ ВОДОЙ РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ**

**MANIFESTATION OF SALINITY IN CHERNOZEMS WHEN
IRRIGATED WITH WATER OF VARIOUS MINERALIZATION**

Л.М. Докучаева, кандидат сельскохозяйственных наук

Р.Е. Юркова, кандидат сельскохозяйственных наук

*Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации,
г. Новочеркасск, Россия*

L.M. Dokuchayeva, Candidate of Agricultural Sciences

R.Ye. Yurkova, Candidate of Agricultural Sciences

*Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novo-
cherkassk, Russia*

Аннотация: В статье приводятся результаты исследований по влиянию поливных вод различной минерализации на проявление солонцеватости в черноземах.

Ключевые слова: чернозем, длительное орошение, оросительная вода, минерализация, солонцеватость, почвенный поглощающий комплекс, обменный натрий, обменный магний, обменный кальций.

Abstract: The article provides the results of studies on the influence of irrigation waters of various mineralization on the manifestation of salinity in black soils.

Key words: chernozem, long-term irrigation, irrigation water, mineralization, salinity, soil absorbing complex, sodium exchange, magnesium exchange, calcium exchange.

Введение. В нашей стране доля почв, требующих проведения тех или иных агромелиоративных мероприятий, очень велика. К ним относятся и солонцеватые почвы с рН выше 7,5 единиц. По данным доклада из обследованных 11,2 млн га пашни такие почвы составляют 1,7 млн га или 14 % [3]. Процессам осолонцевания особенно подвержены орошаемые земли, т. к. основным фактором его развития являются минерализованные оросительные воды. В настоящее время используется в сельскохозяйственном производстве в России 3820,561 тыс. га орошаемых земель. Из них в неудовлетворительном состоянии находится 906,658 тыс. га, из которых 30 % засолены и осолонцованы. Наибольшие площади с неудовлетворительным состоянием сосредоточены в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах [3].

Гидрохимический состав воды оказывает влияние на ряд процессов, а именно: натриевое и магниевое осолонцевание, засоление, дегумификацию и др. [2, 5, 6, 11, 13, 14]. Оросительная вода перестраивает состав почвенного поглощающего комплекса (ППК). Основные обменные катионы в нем играют оп-

ределенную роль – кальций (Ca) стабилизирует агрегатное и гумусное состояние почвы, магний (Mg) наоборот в больших количествах дестабилизирует агрегатное состояние почвы и вызывает потечность гумуса, а натрий (Na) разрушает агрегаты, диспергирует почвенную массу и растворяет гумус.

Факторами, ограничивающими использование вод для орошения, в основном, являются узкое отношение $\frac{Ca + Mg}{Na}$, засоленность с повышенной концентрацией хлоридов, сульфатов, карбонатов [10]. При этом для отдельных почвенно-экологических условий химический состав поливных вод по-разному влияет на почвы [9, 12].

Цель исследований – установить влияние поливных вод различной минерализации на проявление солонцеватости в черноземах.

Материалы и методы. Исследования проводились на ключевых участках с черноземами обыкновенными, длительно орошаемыми водой различной минерализации и химического состава, расположенных на территории Багаевского, Аксайского, Неклиновского районов Ростовской области.

Анализ воды проводился в эколого-аналитической лаборатории по соответствующим методикам^{1,2,3,4,5,6,7}, а оценка ее качества по С. Я. Бездниной [9].

Образцы почв отбирались по слоям 0–20, 20–40 см. Анализ состава почвенного поглощающего комплекса осуществлен по общепринятым методикам^{8,9}. Повторность отбора проб почвы пятикратная.

¹ РД 52.24.493- 2008. Массовая концентрация гидрокарбонатов и величина щелочности поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Методика выполнения измерений титриметрическим методом. Введ. 2020-01-11 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

² ПНД Ф 14.1:2:4 138-98. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций натрия, калия, лития, стронция, в пробах питьевых, природных и сточных вод методом пламенно-эмиссионной спектроскопии. Введ. 2017-12-15 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

³ РД 52.24.403-2018. Массовая концентрация ионов кальция в водах. Методика измерения титриметрическим методом с трилоном Б. Введ. 2018-10-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

⁴ РД52.24.395-2017. ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ТИТРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ТРИЛОНОМ Б. ВВЕД. 2018-10-01 // ИС «ТЕХЭКСПЕРТ: 6 ПОКОЛЕНИЕ» ИНТРАНЕТ [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС]. КОДЕКС ЮГ, 2022.

⁵ ПНД Ф 14.1:2:3:4.240-2007. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации сульфат-ионов в питьевых, поверхностных, подземных и сточных водах гравиметрическим методом. Введ. 2011-10-27 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

⁶ ПНД Ф 14.1:2:3.96-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и сточных вод аргентометрическим методом. Введ. 2017-02-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

⁷ ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. Методические рекомендации по применению методики измерений pH проб вод потенциометрическим методом. Введ. 2020-02-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

⁸ ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного)

Результаты и обсуждение. Воды, применяемые для орошения, различны по химическому составу и воздействию на почвенные процессы. Из таблицы 1 видно, что лучшей по минерализации и составу является вода Цимлянского водохранилища с минерализацией 0,5–0,7 г/дм³ гидрокарбонатно-кальциевого состава.

Таблица 1 - Оценка качества оросительной воды

Оросительная система (ОС)	Минерализация		Оценка воды по степени опасности процессов							
	мг/дм ³	класс	хлоридное засоление		натриевого осолонцевания		магниевого осолонцевания		содообразования	
			Cl	класс	$\frac{Ca}{Na}$	класс	$\frac{Mg}{Mg + Ca}$	класс	$(CO_3+HCO_3) - (Ca+Na+Mg)$	класс
Багаевская ОС. Цимлянское водохранилище	0,5–0,7	I	3,50	II	1,18	II	0,45	I	Ca > HCO ₃	I
Азовская ОС. Веселовское водохранилище	1,4–1,5	IV	6,03	III	0,61	III	0,67	III	Ca > HCO ₃	I
Миусская ОС. Миусский лиман	1,2–1,3	IV	3,30	II	0,53	III	0,56	III	Ca > HCO ₃	I

Примечание – концентрация ионов выражена ммоль (экв)/дм³.

Такая вода с содержанием хлора 3,50 ммоль (экв)/дм³ и коэффициентом натриевого осолонцевания 1,18 относится ко II классу и может вызвать незначительное натриевое осолонцевание.

Вода Веселовского водохранилища более минерализована, чем Цимлянского (1,4–1,5 г/дм³ IV класса). По остальным показателям, кроме содообразования, вода относится к III классу и при ее применении возможны процессы вторичного засоления, натриевого и магниевого осолонцевания [9].

магния методами ЦИНАО. Введ. 1986-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

⁸ ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО. Введ. 1986-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

⁹ ГОСТ 26950-86. Метод определения обменного натрия. Введ. 1987-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. Кодекс Юг, 2022.

Аналогичные результаты получены по воде Миусского лимана. Воздействие данных вод на состав ППК при длительном орошении представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Состав почвенного поглощающего комплекса при длительном регулярном орошении (n = 5)

Место и условия проведения исследований	Слой, см	Σ ППК, ммоль (экв.) / 100 г почвы	% от Σ ППК		
			Ca	Mg	Na
Багаевская ОС. Источник орошения: Цимлянское водохранилище. Чернозем обыкновенный, поливная вода гидрокарбонатно-кальциевого состава 0,5–0,7 г/дм ³ . Грунтовые воды: h = 1,25 м; минерализация – 6,1 г/дм ³ сульфатно-натриевого состава	0–20	26,95 ± 1,27	76 ± 2,45	22 ± 1,34	2 ± 0,47
	20–40	24,70 ± 1,36	72 ± 2,67	26 ± 1,75	2 ± 0,52
	0–40	25,83 ± 1,31	74 ± 2,56	24 ± 1,54	2 ± 0,5
Азовская ОС. Источник орошения: Веселовское водохранилище. Чернозем обыкновенный, поливная вода сульфатно-натриевого состава – 1,4–1,5 г/дм ³ . Грунтовая вода глубже 3 м	0–20	29,63 ± 1,97	65 ± 1,97	28 ± 2,03	7 ± 0,92
	20–40	29,27 ± 1,89	68 ± 2,01	25 ± 1,95	7 ± 1,03
	0–40	29,45 ± 1,93	66 ± 1,99	27 ± 2,05	7 ± 1,65
Миусская ОС. Источник орошения: Миусский лиман Чернозем обыкновенный, поливная вода сульфатно-натриевого состава – 1,2–1,3 г/дм ³ . Грунтовая вода глубже 3 м.	0–20	30,24 ± 1,88	74 ± 2,30	23 ± 1,22	3 ± 0,65
	20–40	29,51 ± 1,73	74 ± 1,92	22 ± 1,35	4 ± 0,48
	0–40	29,88 ± 1,80	72 ± 2,11	24 ± 1,28	4 ± 0,56

Если раньше в 0–40-сантиметровом слое черноземов обыкновенных содержание обменного кальция составляло 85–80 %, что соответствовало предельно-допустимым параметрам, то сейчас эта величина при орошении пресной водой Цимлянского водохранилища составляет 74 %, а при поливах слабоминерализованной водой неблагоприятного состава (Веселовское водохранилище и Миусский лиман) меньше 70 % от Σ ППК.

На участке (Багаевская ОС), орошаемом пресной водой благоприятного состава, содержание поглощенного натрия составляет около 2 %, а поглощенного магния – 24 %. При орошении водой с минерализацией 1,4–1,5 г/дм³ (Азовская ОС) кальция содержится 66 %, магния – 27 %, натрия – 7 % от Σ ППК. При меньшей минерализации поливной воды 1,2–1,3 г/дм³ (Миусская ОС) содержание Ca²⁺ равняется 72, Mg²⁺ – 24, Na⁺ – 4 % от Σ ППК.

Глубже 40 см также прослеживается выщелачивание Ca и накопление Na и Mg. В черноземах Багаевской оросительной системы нижние слои осолонцо-

ываются за счет поднятия уровня грунтовых вод до 1,25 м с минерализацией 6,1 г/ дм³ сульфатно-натриевого состава.

На орошаемых участках Азовской и Миусской ОС грунтовые воды располагаются глубже 3 м и не оказывают отрицательного влияния на почвенные процессы в метровом слое, в т. ч. на осолонцевание.

В слоях глубже 40 см проявление солонцеватости обусловлено воздействием поливной воды, т. к. ежегодные оросительные нормы, составляющие от 2500 до 3500 м³/га, превышают водные нагрузки, допустимые для черноземов обыкновенных (1700 м³/га) [12].

В почвах, орошаемых слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава, наблюдается не только увеличение обменного натрия в ППК, но и возрастание обменного магния по всему метровому слою. Действие магния в количестве, превышающем 20–25 % от Σ ППК аналогично действию натрия и вызывает увеличение степени дисперсности, набухаемости и способствует возникновению других специфических признаков физической солонцеватости [6]. Натрий, поступая с оросительной водой сульфатно-натриевого состава в почвенный раствор, затем обменивается на кальций ППК. Кроме этого, под действием солевых растворов поливной воды разрушаются минералы почв, содержащие натрий и магний, которые пополняют ППК и способствуют развитию натриевой и магниевой солонцеватости, что и подтвердили наши исследования. Черноземы длительно орошаемые, приобрели свойства натриевой и магниевой солонцеватости. Этот процесс охватывает метровую толщу (рисунок).

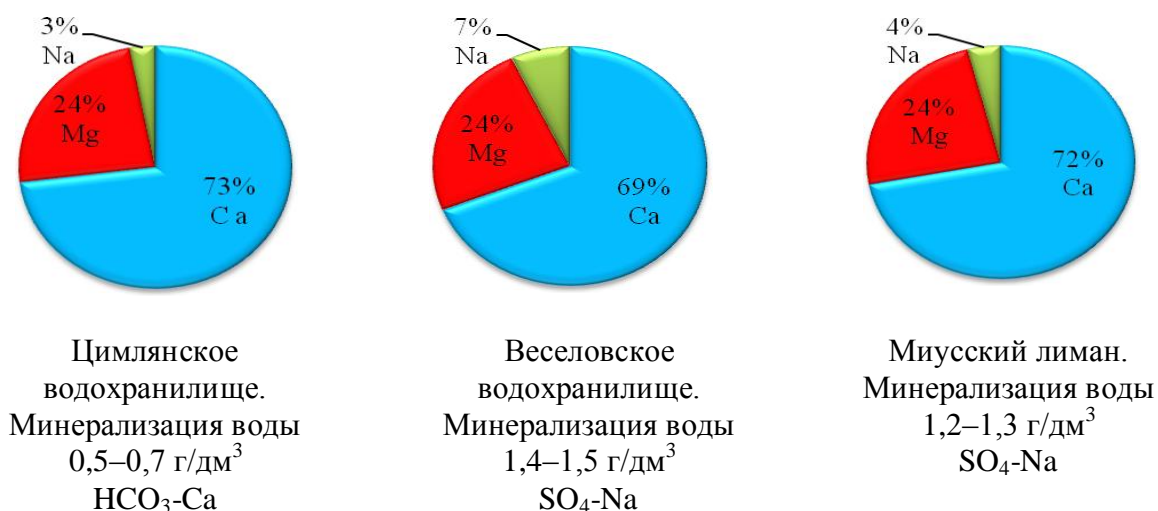


Рисунок - Состав почвенного поглощающего комплекса в черноземах обыкновенных при длительном орошении водой различной минерализации и химизма

При орошении пресной водой гидрокарбонатно-кальциевого состава (НСО₃-Са) содержание обменного Na в метровом слое составило 3 %, а магния 24 % от Σ ППК при их количестве на неорошаемых массивах соответственно 1 и 15 % от Σ ППК.

По исследованиям Б. А. Зимовца для черноземов наличие обменного натрия в количестве 2 % от Σ ППК является опасным, т. к. они вступают в процесс деградации [4].

Слабоминерализованные воды сульфатно-натриевого состава способствовали усилению натриевой и магниевой солонцеватости по всему метровому слою. Как видно из рисунка, в среднем в слое 0–100 см при орошении водами Веселовского водохранилища содержание обменного Na составило 7 %, а обменного Mg 24 %, при орошении водами Миусского лимана соответственно 4 и 24 % от Σ ППК.

Заключение. Слабоминерализованные воды сульфатно-натриевого состава вызывают развитие процессов натриевой и магниевой солонцеватости. Осолонцеванию подвержен весь метровый слой. После длительного орошения (более 30 лет) водой с минерализацией 1,4–1,5 г/дм³ (Веселовское водохранилище) содержание обменного натрия в метровом слое составило 7 %, а обменного магния – 24 %, а водой с минерализацией 1,2–1,3 г/дм³ соответственно 4 и 24 %.

Почвенный раствор, из которого натрий и магний поступает в ППК, насыщается за счет наличия этих элементов в поливной воде и поступления их из почвенных минералов, которые в большей степени разрушаются под действием солевых растворов оросительных вод.

Библиографический список

1. Бабичев А.Н. Факторы, усиливающие отрицательное воздействие длительного орошения на свойства чернозема обыкновенного / А.Н. Бабичев, Л.М. Докучаева, Р.Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. - 2020. - №4 (40). - С. 1–22. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1156> (дата обращения 01.08.2022). - DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-1-22.
2. Дедова Э.Б. Зональная шкала оценки качества поливных вод республики Калмыкия / Э.Б. Дедова // Синергия. - 2018. - №1. - С. 88–95.
3. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения РФ в 2019 году. - М.: Росинфорагротех, 2021. - 404 с.
4. Зимовец Б.А. Оценка деградации орошаемых почв / Б.А. Зимовец [и др.] // Почвоведение. - 1998. - №9. - С. 1119–1126.
5. Мелихов В.В. Проектирование и расчет систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.]. – Волгоград, 2017. – 184 с.
6. Новикова А.В. О проявлении и особенностях солонцовых свойств в почвах степной и сухостепной зон юга Украины / А.В. Новикова // Почвоведение. - 2007. - №7. - С. 811–822.
7. Новикова А.Ф. Мелиоративное состояние орошаемых земель Ростовской области / А.Ф. Новикова // Почвоведение. - 2008. - №5. - С. 599–613.
8. Панкова Е.И. Проявление засоления и солонцеватости в зональных почвах сухих степей Монголии / Е.И. Панкова, И.И. Ямнова // Аридные экосистемы. - 2021. - Т. 27. - №1 (86). - С. 43–55.

9. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель / В.Н. Щедрин [и др.]; под ред. В. Н. Щедрина. - Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. - 137 с.

10. Савич В.И. Влияние мелиорации поливных вод на свойства почв / В.И. Савич [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2014. - №5. - С. 34–36.

11. Савич В.И. Агроэкологическая оценка изменения засоления почв во времени и в пространстве / В.И. Савич [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2018. - №2 (362). - С. 45–48.

12. Щедрин В.Н. К обоснованию экологических норм водопотребности различных типов почв для оптимизации мелиоративного состояния и почвенного плодородия / В.Н. Щедрин, Л.М. Докучаева, Р.Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. - 2018. - №1 (29). - С. 105–121. - Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=526&id=533> (дата обращения 25.07.2022).

13. Щедрин В.Н. Негативные почвенные процессы при регулярном орошении различных типов почв / В.Н. Щедрин, Л.М. Докучаева, Р.Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. - 2018. - №2 (30). - С. 1–21. - Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=542&id=543> (дата обращения 12.06.2022).

14. Донг Х. Длительное орошение соленой водой привело к снижению содержания органического углерода и неорганического углерода в почве / Х. Донг [et al.] // Управление водными ресурсами в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]. - 2022. - Вып. 270. - Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107760> (дата обращения 01.08.2022).

Bibliographic list

1. Babichev A.N. Factors enhancing the negative impact of prolonged irrigation on the properties of ordinary chernozem / A.N. Babichev, L.M. Dokuchaeva, R.E. Yurkova // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Melioration [Electronic resource]. - 2020. - No.4 (40). - P. 1–22. - Mode of access: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1156> (accessed 01.08.2022). - DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-1-22.

2. Dedova E.B. Zonal scale for assessing the quality of irrigation waters of the Republic of Kalmykia / E.B. Dedova // Synergy. - 2018. - No.1. - P. 88–95.

3. Report on the state and use of agricultural lands of the Russian Federation in 2019. - Moscow: Rosinforagrotech, 2021. - 404 p.

4. Zimovets B. A. Assessment of degradation of irrigated soils / B. A. Zimovets [et al.]. - 1998. - No.9. - P. 1119–1126.

5. Melikhov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melikhov [et al.]. - Volgograd, 2017. - 184 p.

6. Novikova A.V. On the manifestation and features of saline properties in soils of steppe and dry steppe zones of southern Ukraine / A.V. Novikova // Soil Science. - 2007. - No.7. - P. 811–822.

7. Novikova A.F. Meliorative condition of irrigated lands of Rostov region / A.F. Novikova // Soil science. - 2008. - No.5. – P. 599–613.
8. Pankova E. I. Manifestation of salinity and salinity in zonal soils of dry steppes of Mongolia / E.I. Pankova, I.I. Yamnova // Arid ecosystems. - 2021. - Vol. 27. - No.1 (86). – P. 43–55.
9. Guidelines for the control and regulation of soil fertility of irrigated lands / V.N. Shchedrin [et al.]; edited by V. N. Shchedrin. - Novochoerkassk: RosNIIPM, 2017. - 137 p.
10. Savich V.I. Influence of irrigation water reclamation on soil properties / Savich V.I. [et al.] // International Agricultural Journal. - 2014. - No.5. – P. 34-36.
11. Savich V.I. Agro-ecological assessment of changes in soil salinity in time and space / V.I. Savich // International Agricultural Journal. - 2018. - No.2 (362). – P. 45-48.
12. Shchedrin V.N. To substantiate ecological norms of water demand of various types of soils for optimizing the reclamation state and soil fertility / V.N. Shchedrin, L.M. Dokuchaeva, R.E. Yurkova // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems [Electronic resource]. - 2018. - No.1 (29). – P. 105-121. - Mode of access: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=526&id=533> (accessed 07.25.2022).
13. Shchedrin V.N. Negative soil processes during regular irrigation of various types of soils / V.N. Shchedrin, L.M. Dokuchaeva, R.E. Yurkova // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation [Electronic resource]. - 2018. - No.2 (30). – P. 1-21. - Mode of access: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=542&id=543> (accessed 12.06.2022).
14. Dong X. Long-term saline water irrigation decreased soil organic carbon and inorganic carbon contents / X. Dong [et al.] // Agricultural Water Management. [Electronic resource]. 2022. V. 270. [Electronic resource]. - 2022. - V. 270. - Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107760> (accessed 01.08.2022).

УДК 631.6 (476)

**РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ В СОХРАНЕНИИ АГРОЛАНДШАФТОВ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**THE ROLE OF LAND RECLAIM IN THE PRESERVATION
OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE REPUBLIC
OF BELARUS**

Ю.Н. Дуброва¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

А.А. Боровиков¹

В.С. Бочарников², доктор технических наук, профессор

¹*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки,
Беларусь*

²*Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград,
Россия*

Yu.N. Dubrova¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

A.A. Borovikov¹

V.S. Bocharnikov², Doctor of Technical Sciences, Professor

¹*Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republica of Belarus*

²*Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia*

Аннотация: Эффективность мелиорированных земель напрямую зависит от состояния и экономической эффективности мелиоративных предприятий. Наблюдающаяся тенденция снижения финансирования мелиоративной отрасли негативно сказывается на содержании мелиоративных систем. В таких условиях актуальным является поиск новых материалов, конструкции сооружений, технологии производства работ, позволяющих наиболее эффективно использовать имеющиеся финансовые ресурсы.

Ключевые слова: агроландшафт, мелиоративная система, мелиорированные земли, реконструкция, уровень грунтовых вод, эрозия почв, эффективность мероприятий.

Abstract: The effectiveness of reclaimed lands directly depends on the state and economic efficiency of reclamation enterprises. The observed trend of decreasing funding for the reclamation industry has a negative impact on the maintenance of reclamation systems. In such conditions, it is relevant to search for new materials, construction designs, work production technologies that allow the most efficient use of available financial resources.

Key words: agricultural landscape, reclamation system, reclaimed lands, reconstruction, groundwater level, soil erosion, effectiveness of measures.

Введение. Сельское хозяйство Республики Беларусь является важнейшей отраслью экономики, обеспечивающей до 20 % экспорта и до 7 % ВВП. В ней трудоустроены порядка 7 % населения. В его структуре в настоящее вре-

мя преобладают крупные хозяйства, сформированные на базе бывших колхозов и совхозов. Государство оказывает им значительную поддержку через дотации, особенно экспортно-ориентированным предприятиям.

Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения на 01.01.2021 составляла 8283,9 тыс. га или около 40 % площади республики [12]. Мелиорированные земли занимают 16,6 % от общей площади земель (республики), что составляет 3454,8 тыс. га. Мелиорированные земли сельскохозяйственного назначения занимают 2876,4 тыс. га, что составляет 34,7 % от площади сельскохозяйственных земель. Анализ статистических данных [13] за 2015–2021 годы показывает, что в структуре мелиорированных земель сельскохозяйственного назначения площадь осушенных снизилась с 2880,4 до 2846,1 тыс. га (–1,2 %), орошаемых увеличилась с 29,7 до 30,3 тыс. га (+2,0 %). При этом наблюдается прирост общей площади мелиорированных земель за период с 2015 по 2021 год на 0,4 %.

В целом сохраняется устойчивая многолетняя тенденция сокращения площади сельскохозяйственных земель и увеличения площади, занятой лесными землями и землями под древесно-кустарниковой растительностью. Так, если в 1992 году площадь сельскохозяйственных земель составляла 9391,1 тыс. га, а лесных – 8224,2 тыс. га [9], то на 01.01.2015 соответственно 8632,3 и 8652,6 тыс. га [10], т. е. общая площадь лесных земель превысила площадь земель сельскохозяйственного назначения. На 01.01.2022 площадь сельскохозяйственных земель сократилась до 8176,2 тыс. га (–12,9 % к 1992 году), а лесного фонда увеличилась до 8935,0 тыс. га (+8,0 % к 1992 году) [18].

Уменьшение площади сельскохозяйственных земель связано, в основном, с переводом малопродуктивных земель в несельскохозяйственные земли. Значительно возросшая площадь лесного фонда объясняется благоприятными природными условиями для произрастания естественной древесно-кустарниковой растительности, долговременной политикой государства, направленной на облесение песков, деградированных сельскохозяйственных угодий, развитие лесного хозяйства в целом.

Не секрет, что очень часто в результате хозяйственной деятельности исходный агроландшафт приобретает более низкий агроресурсный потенциал. И здесь роль мелиорации неоспорима в связи с ее направленностью на коренное улучшение земель, агроландшафтов и ликвидации неблагоприятных природных и техногенных условий для хозяйственных, природоохранных и других целей.

Материалы и методы. Использовалась общенаучная методология с применением эмпирического и абстрактного уровней. Исходными материалами для анализа являлись статистические данные Национального статистического комитета Республики Беларусь и результаты мониторинга земель, опубликованные в ежегодном сборнике «Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений», данные мониторинга состояния мелиоративных систем республики. В результате теоретического анализа выявлены направления воздействия на агроландшафты с целью их сохранения и улучшения.

Результаты и обсуждение. В 60–70 годы прошлого века стал популярным лозунг: «Мелиорация – дело всенародное». Это время отмечено значительными денежными средствами, вливаемыми государством в мелиоративную отрасль. В этот период наряду с функционирующими предприятиями стали формироваться новые. Значительная часть мелиоративных систем, построенных в республике относится к данному времени, вплоть до конца 80-х. В начале 90-х годов финансирование отрасли в прежних объемах прекратилось и множество организаций не смогли остаться на плаву.

Недостаток финансирования негативно сказывается на работе мелиоративных систем. Снижается пропускная способность каналов из-за не своевременной их подчистки, уборки травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Все это приводит к переизбытку влаги на полях и как следствие недополучению урожая, а в отдельных случаях ведет к повторному заболачиванию территорий.

Еще одной проблемой мелиоративной отрасли является сосредоточение мелиоративных работ (начиная от проектирования и заканчивая строительством, технадзором и в дальнейшем эксплуатацией систем) в одном ведомстве. В итоге утрачивается должный контроль за проводимыми мероприятиями, расходом средств.

Республика Беларусь отличается сложными почвенно-климатическими условиями. Рельеф формировался под влиянием оледенений четвертичного периода и состоит из чередующихся возвышенностей, равнин и низменностей. На склонах располагается около 50 % от площади земель сельскохозяйственного назначения. Почвообразующие породы на территории Республики Беларусь практически повсеместно это четвертичные ледниковые отложения.

Эрозия на агроландшафтах республики подчинена зональности. Так, в Белорусском Поозерье (территория Витебской обл.) преобладает плоскостная эрозия, в центральном и восточных районах (Гродненская, Минская и Могилевская обл.) – глубинная эрозия с формированием оврагов. В южной части республики (Белорусское Полесье) в связи с распространением легких песчаных и осушенных торфяно-болотных почв преимущественно преобладает ветровая эрозия (Брестская и Гомельская обл.).

В связи с этим территория республики в разной степени пригодна для сельского хозяйства. Наилучшими условиями обладают центральные, западные, восточные и юго-западные районы, а в Витебской области урожайность большинства сельскохозяйственных культур не такая высокая.

Сутью устройства мелиоративных систем в идеале является создание таких условий, при которых существенно повысится плодородие земель и как следствие вырастет урожайность культур, улучшится агроэкосистема.

В структуре сельскохозяйственного производства Республики Беларусь порядка 45,5 % составляет продукция растениеводства и 54,5 % – животноводства. При этом более 80 % сельскохозяйственной продукции производится в крупных сельхозорганизациях (в том числе более 50% продукции растениеводства и 96 % – животноводства), чуть около 16 % – в личных хозяйствах, остальное – в фермерских хозяйствах. И если в производстве зерновых сельхозорга-

низации практически не имеют конкурента (производят более 94 %), то объем выращиваемого ими картофеля куда более скромный – около 10 %, овощей – около 12 %.

Большинство используемых удобрений производятся на местном рынке: фосфорные – на Гомельском химическом заводе; азотные – на «Гродно Азот»; калийные – на «Беларуськалии».

Сельскохозяйственная мелиорация призвана обеспечить стабильное развитие агроландшафта в направлении повышения и воспроизводства плодородия почв [1], его экологической устойчивости [6, 12] и получения высоких урожаев вне зависимости от факторов природной среды.

Одним из существенных факторов влияния на состояние агроландшафта является уровень грунтовых вод (УГВ), подверженный постоянному колебанию под воздействием природных и антропогенных факторов. Исследования многих авторов показывают негативное влияние повышения УГВ на урожайность многих сельскохозяйственных культур в результате подтопления и переувлажнения почв, ухудшения их водно-физических свойств и последующей их деградации. И наоборот, длительное глубокое залегание УГВ приводит к иссушению агроландшафта, что также ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Исследования свидетельствуют, что краткосрочное подтопление почвы приводит к снижению урожайности зерновых на 20–30 %, а пересушивание снижает урожайность на 50–60 % [8].

По данным Государственной программы [5] в республике функционируют 4948 мелиоративных систем. В их составе присутствуют: 164,6 тыс. км каналов и водоприемников; 997 тыс. км закрытой дренажной сети; 3,6 тыс. мостов; 2,4 тыс. шлюзов-регуляторов; 27,5 тыс. труб-регуляторов, 61,4 тыс. труб-переездов, 542 насосные станции, 4,9 тыс. км защитных и ограждающих дамб, 18,1 тыс. км эксплуатационных дорог, 1002 пруда и водохранилища. Этот сложный комплекс водорегулирующих, водопроводящих и других сооружений призван снивелировать резкие колебания УГВ на полях, удерживая его в заданных проектных рамках.

Использование мелиорантов для поддержания агроландшафтов и создания благоприятных условий в агроэкосистемах является важным, но и наиболее затратным с финансовой точки зрения мероприятием. Одним из направлений для снижения затратности данного мероприятия является применение местных материалов [4, 7], кардинально меняющих водно-физические свойства исходных грунтов [1, 3]. В работе [4] приводится сравнение вариантов противofильтрационной песчано-сапропелевой завесы и железобетонной шпунтовой стенки в основании шлюза-регулятора, подсчитан экономический эффект от использования местных материалов в расчете на одно сооружение.

В ходе длительной эксплуатации мелиоративных систем происходит изменение продольного и поперечного профилей водопроводящих сооружений за счет их размыва, зарастания растительностью, заиления; разрушение водорегулирующих сооружений; изменение структуры почвы из-за уплотнения. В результате нарушаются оптимальные сроки посева и сбора урожая и как следствие значительное снижение продуктивности мелиорированных земель.

В настоящий момент в республике требуют проведения работ по реконструкции 1850 водорегулирующих и переездных сооружений, в том числе 1460 труб-регуляторов, 168 шлюзов-регуляторов и 222 моста [5]. Требуют ремонта 16,7 тыс. км каналов, из них по причине зарастания древесно-кустарниковой растительностью – 14,3 тыс. км.

Воплощение государственной программы в жизнь позволит поддерживать оптимальный водный режим на мелиорированных агроландшафтах. Реконструкция мелиоративных систем на площади 137,9 тыс га при внесении удобрений в оптимальном количестве приведет к увеличению урожайности в 1,3-3 раза в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры и изначальной степени изношенности мелиоративной системы [5]. Реконструкция переездных и гидротехнических сооружений на дорогах позволит их безопасно эксплуатировать.

Но ни одно даже самое совершенное сооружение не позволит добиться положительного эффекта от применения мероприятий по поддержанию и совершенствованию агроэкосистемы при отвратительной организации службы эксплуатации [2]. При отсутствии должного ухода процесс деформации и разрушения ускоряется в разы. В таких условиях сооружения неспособны выполнять свое предназначение, что в конечном итоге обернется деградацией земель и потерями урожая.

Заключение. Эффективность мелиоративных мероприятий в значительной степени зависит от объема финансирования. Недостаток финансовых ресурсов возможно компенсировать путем использования местных материалов, применением энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Эффективность мелиоративных мероприятий на агроландшафтах влечет продолжительный дополнительный эффект только при высокой культуре их использования. И этот эффект может быть нивелирован до нуля или оказаться отрицательным вследствие неправильной организации мероприятий, направленных на эксплуатацию мелиорированных земель.

Библиографический список

1. Боровиков А.А. Фильтрационная устойчивость смесей песка и сапропеля / А.А. Боровиков // Мелиорация. Современные методики, инновации и опыт практического применения: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19–20 октября 2017 г.; редкол.: Н.К. Вахонин [и др.]. / Национальная академия наук Беларуси, Институт мелиорации. – Минск, 2017. – С. 107–114.

2. Боровиков А.А. О необходимости мероприятий инженерной защиты водоподпорных и водопроводящих сооружений / А.А. Боровиков // Вестник мелиоративной науки. – 2021. – №1. – С.4–8.

3. Бочарников В.С. К вопросу о сапропелях и их влиянию на водно-физические свойства в смесях с песком при строительстве и эксплуатации инженерно-мелиоративных систем / В.С. Бочарников, А.А. Боровиков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – №4 (64). – С. 324–334.

4. Бочарников В.С. Эффективность противofiltrационной песчано-сапропелевой завесы на примере шлюза-регулятора мелиоративных систем / В.С. Бочарников, А.А. Боровиков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – №4 (64). – С. 463–471.

5. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь. – Введ. 01.02.2021. – Минск, 2021. – №59. – 115 с.

6. Дуброва Ю.Н. Использование природных ландшафтов в сельскохозяйственном производстве в условиях изменения климата / Ю.Н. Дуброва, Д.М. Лейко, А.А. Боровиков // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2020. – №2 (78). – С. 112–117.

7. Дуброва Ю.Н. Использование сапропелевых мелиорантов на основе потенциала местных месторождений / Ю.Н. Дуброва // Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях: мат. междунар. науч.-практич. конф., Тверь, 25 сентября 2020 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2020. – С. 36–40.

8. Кузнецов Е.В. Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс для устойчивого развития агроландшафтов: монография / Е.В. Кузнецов, А.Е. Хаджиди. – Краснодар: ЭДВИ, 2014. – 200 с.

9. Мониторинг земель. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgiprozem.by/upload/2006.doc> (дата обращения 08.08.2022).

10. Мониторинг земель. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgiprozem.by/upload/medialibrary/f7e/2014.pdf> (дата обращения 08.08.2022).

11. Мониторинг земель. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgiprozem.by/upload/medialibrary/f7e/2021.pdf> (дата обращения 08.08.2022).

12. Новиков А.Е. Экологическая устойчивость орошаемых агроландшафтов Волго-Донского междуречья / А.Е. Новиков [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – №12. – С. 24-25.

13. Статистический сборник: сельское хозяйство Республики Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Минск, 2021. – 179 с. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/241/241db6e8c9671732fede4b275828d2ae.pdf> (дата обращения 08.08.2022).

14. Bocharnikova O.V. Technology of preparation of natural waters for irrigation / O.V. Bocharnikova, M.A. Denisova, V.S. Bocharnikov // 2020 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 579 (1), 012033.

Bibliographic list

1. Borovikov A.A. Fil'tracionnaja ustojchivost' smesej peska i sapropelja / A.A. Borovikov // Melioracija. Sovremennye metodiki, innovacii i opyt prakticheskogo primenenija: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 19–20 oktjabrja, 2017 g. / Nac. akad. nauk Belarusi, In-t melioracii; redkol. : N. K. Vahonin [i dr.]. – Minsk, 2017. – P. 107–114.

2. Borovikov A.A. O neobhodimosti meroprijatij inzhenernoj zashhity vodopodpornyh i vodoprovodjashhih sooruzhenij / A.A. Borovikov // Vestn. melior. nauki. – 2021. – No.1. – P. 4–8.

3. Bocharnikov V.S. K voprosu o sapropeljah i ih vlijaniju na vodno-fizicheskie svojstva v smesjah s peskom pri stroitel'stve i jekspluatacii inzhenerno-meliorativnyh sistem / V.S. Bocharnikov, A.A. Borovikov // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2021. – No.4 (64). – P. 324–334.

4. Bocharnikov V.S. Jeffektivnost' protivofil'tracionnoj peschano-sapropel'noj zavesy na primere shljuza-reguljatora meliorativnyh sistem / V.S. Bocharnikov, A.A. Borovikov // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2021. – No.4 (64). – P. 463–471.

5. Gosudarstvennaja programma "Agrarnyj biznes" na 2021–2025 gody: postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus'. – Vved. 01.02.2021. – Minsk, 2021. – No.59. – 115 p.

6. Dubrova Ju.N. Ispol'zovanie prirodnyh landshaftov v sel'skohozejstvennom proizvodstve v uslovijah izmenenija klimata / Ju.N. Dubrova, D.M. Lejko, A.A. Borovikov // Puti povyshenija jeffektivnosti oroshaemogo zemledelija. - 2020. No.2 (78). - P. 112–117.

7. Dubrova Ju.N. Ispol'zovanie sapropel'nyh meliorantov na osnove potenciala mestnyh mestorozhdenij / Ju.N. Dubrova // Sovremennoe sostojanie, prioritetnye zadachi i perspektivy razvitija agrarnoj nauki na meliorirovannyh zemljah: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Tver', 25 sentjabrja 2020 g. – Tver': Tverskoj gosudarstvennyj universitet, 2020. – P. 36–40.

8. Kuznecov E.V. Sel'skohozejstvennyj meliorativnyj kompleks dlja ustojchivogo razvitija agrolandschaftov: monografija / E.V. Kuznecov, A.E. Hadzhidi. – Krasnodar: izd-vo JeDVI, 2014. – 200 p.

9. Monitoring zemel'. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://belgiprozem.by/upload/2006.doc> (accessed 08.08.2022).

10. Monitoring zemel'. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://belgiprozem.by/upload/medialibrary/f7e/2014.pdf> (accessed 08.08.2022).

11. Monitoring zemel'. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://belgiprozem.by/upload/medialibrary/f7e/2021.pdf> (accessed 08.08.2022).

12. Novikov A.E. Jekologicheskaja ustojchivost' oroshaemyh agrolandschaftov Volgo-Donskogo mezhdurech'ja / A.E. Novikov [et al.] // Sel'skij mehanizator. - 2021. - No.12. - P. 24-25.

13. Statisticheskij sbornik: sel'skoe hozjajstvo Respubliki Belarus' / Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Belarus'. [Electronic resource]. - Minsk, 2021. – 179 p. - Mode of access: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/241/241db6e8c9671732fede4b275828d2ae.pdf> (accessed 08.08.2022).

14. Bocharnikova O.V. Technology of preparation of natural waters for irrigation / O.V. Bocharnikova, M.A. Denisova, V.S. Bocharnikov // 2020 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 579 (1), 012033.

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ
ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ
АГРОБИОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**REGULARITIES OF THE INFLUENCE OF THE LEVEL OF
MOISTURE AVAILABILITY OF AGROBIOCENOSSES ON THE
PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CROPS IN THE CONDITIONS
OF THE KRASNODAR TERRITORY**

Т.А. Капустина, кандидат технических наук, доцент

Е.В. Медведева

Н.А. Польщиков

*Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и
сельхозводоснабжения, г. Коломна, Россия*

T.A. Kapustina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

E.V. Medvedeva

N.A. Polshchikov

*All-Russian Research Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water
Supply, Kolomna, Russia*

Аннотация: Одним из главных факторов препятствующих полной реализации потенциала высокоплодородных земель и сельского хозяйства Краснодарского края является неравномерное распределение осадков по месяцам вегетационного периода, поэтому летом часто случаются засухи, а также раз в пять лет наблюдаются экстремально сухие годы.

Устойчивая тенденция снижения природной водообеспеченности прослеживается на территории Краснодарского края в последние годы, что создает критическую ситуацию для орошаемого земледелия и продуктивности растений, в связи с дефицитом доступных водных ресурсов в фазы вегетации. Исследования направлены на установление закономерностей связи «урожай-водообеспеченность», разработку методики и алгоритма расчета потерь продуктивности агробиоценозов при снижении оптимальной оросительной нормы, в различных природно-климатических зонах и разные по обеспеченности дефицита водного баланса годы.

Знание количественных связей между уровнем водообеспечения растений и их продуктивностью позволяет объективно оценивать роль потенциальных природных ресурсов и учитывать их при решении такой народнохозяйственной проблемы, как целесообразность и эффективность развития орошения в той или иной природной зоне, обеспечивающего рациональное водопользование, с учетом требований сохранения почвенного плодородия и экологической безопасности окружающей среды.

Ключевые слова: природная влагообеспеченность, временная изменчивость, продуктивность культур, метод динамического моделирования, дефицит

водопотребления, климатические показатели, суммарное водопотребление.

Abstract: One of the main factors hindering the full realization of the potential of highly fertile lands and agriculture of the Krasnodar Territory is the uneven distribution of precipitation over the months of the growing season, so droughts often occur in summer, and extremely dry years are observed every five years.

A steady decline in natural water availability has been observed in the Krasnodar Territory in recent years, which creates a critical situation for irrigated agriculture and plant productivity, due to shortages of available water resources during the growing season. The research is aimed at establishing the regularities of the "harvest-water availability" relationship, developing a methodology and algorithm for calculating the productivity losses of agrobiocenoses with a decrease in the optimal irrigation rate, in different natural and climatic zones and different years of water deficit provision.

Knowledge of quantitative relationships between the level of water supply of plants and their productivity allows us to objectively assess the role of potential natural resources and take them into account when solving such a national economic problem as the feasibility and effectiveness of irrigation development in a particular natural zone, ensuring rational water use, taking into account the requirements of soil fertility preservation and environmental safety.

Key words: natural moisture availability, temporal variability, crop productivity, dynamic modeling method, water consumption deficit, climatic indicators, total water consumption.

Введение. Краснодарский край обладает самым высоким сельскохозяйственным потенциалом в стране, агроландшафты обеспечены достаточным количеством тепла и света, при наличии плодородных чернозёмных почв. Одним из главных факторов, препятствующих полной реализации потенциала высокоплодородных земель и сельского хозяйства Краснодарского края, является неравномерное распределение осадков по месяцам вегетационного периода, поэтому летом часто случаются засухи, а также наблюдаются экстремально сухие годы.

Продуктивность сельскохозяйственных культур в засушливых и полузасушливых условиях степной зоны находится в прямой зависимости от орошения. В природных условиях, когда потребность растений в воде удовлетворяется неполностью, их фактическое водообеспечение становится меньше оптимального, что приводит к снижению продуктивности агробиocenозов, и зависит в первую очередь от величины дефицита влаги, времени его формирования на протяжении периода вегетации и изменчивости гидрометеорологических условий.

Знание количественных связей между уровнем водообеспечения растений и их продуктивность позволяет объективно оценивать потенциал природных ресурсов при обосновании целесообразности и эффективности развития орошения в различных природно-климатических зонах, обеспечивающего рациональное водопользование, с учетом требований сохранения почвенного плодородия и экологической безопасности окружающей среды.

Материалы и методы. Исследования направлены на изучение закономерностей связи оросительных норм (нетто) с продуктивностью сельскохозяйственных культур, разработку методики и алгоритма расчета изменения величины урожайности при снижении оптимальной оросительной нормы, в различных природно-климатических зонах в разные по обеспеченности дефицита водного баланса годы.

Научные исследования выполнялись на основе изучения научно-методических материалов, публикаций отечественных и зарубежных изданий, материалов по планированию водопользования, системному водозабору и водораспределению гидромелиоративной инфраструктуры Краснодарского края. Исследованы показатели по многолетним рядам данных гидрометеорологических наблюдений за 1966 – 2020 г. по метеостанциям Краснодарского края и установлены закономерности динамики изменения климатических показателей, с использованием методов математического анализа [1, 3] и методов динамического моделирования [4].

При выполнении работы использовались, ранее разработанные сотрудниками ВНИИ «Радуга» и апробированные в опытно-производственных условиях методики, компьютерная программа и база данных для нормирования орошения [7, 10, 11].

Результаты и обсуждение. Краснодарский край имеет развитую систему орошаемого земледелия, площадь мелиорированных земель, составляет всего 410,9 тыс. га, из них: орошаемых – 386,4 тыс. га, осушенных – 24,5 тыс. га при объемах водозабора в пределах от 3280,5 до 3684,5 млн. м³, суммарном водопотреблении на орошение 2910,8 млн. м³, при коэффициенте полезного действия оросительных систем 0,79, площади полива 154,9 тыс. га [1] (рисунок 1).

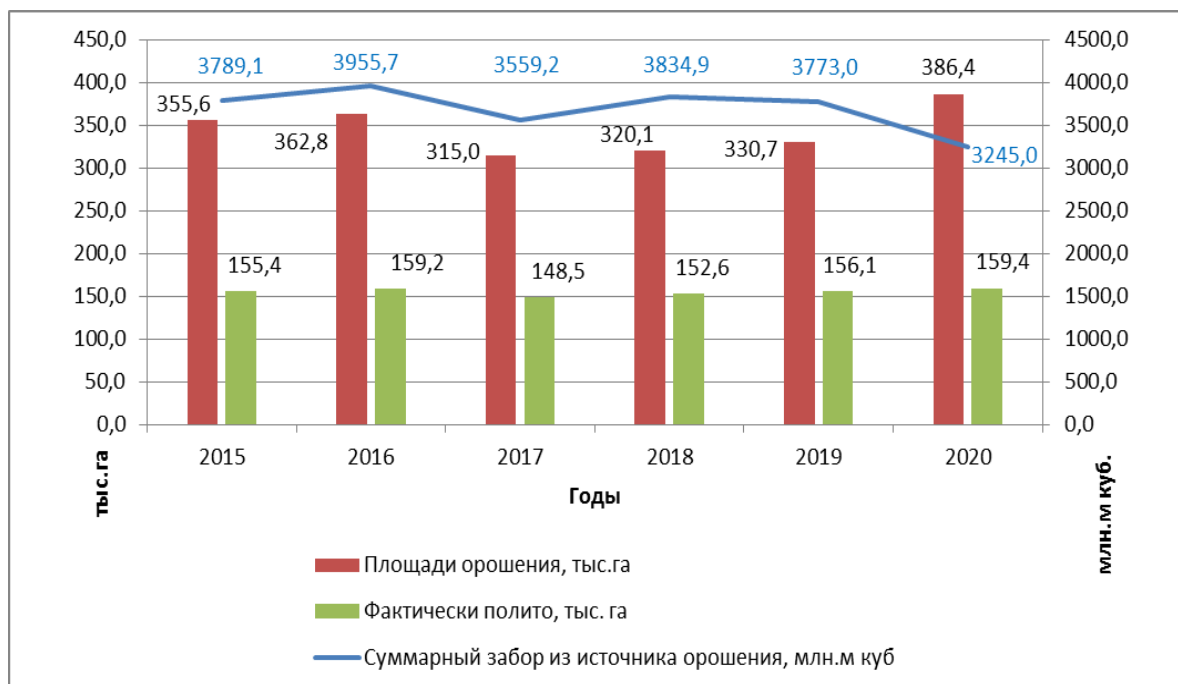


Рисунок 1 - Динамики показателей площади орошения, фактически политой и суммарный забор воды для орошения за 2015-2020 годы

Группировка вегетационных периодов лет различных по тепло- влагообеспеченности осуществлялась на основе типизации условий естественного увлажнения K_u . По среднемноголетним значениям коэффициента увлажнения установлен повышающийся тренд K_u за многолетний ряд (1966 – 2020 г.), однако, за последние 5 лет значения K_u уменьшились с 0,60 до 0,33, что дает возможность предположить увеличение аридизации климата и увеличение дефицита водопотребления (рисунок 2).

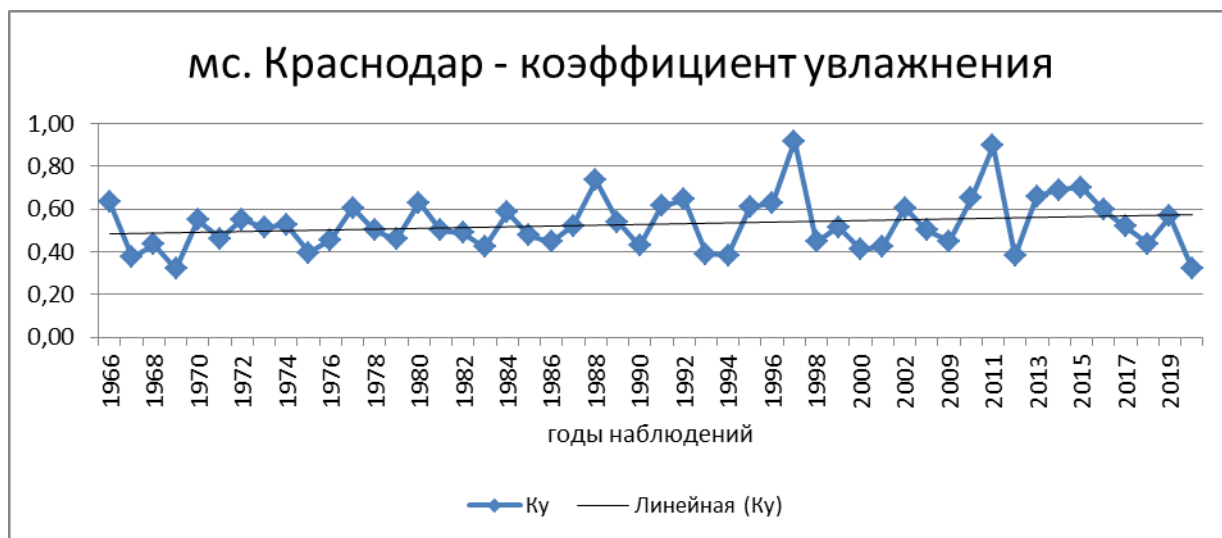


Рисунок 2 - Динамика изменения среднемноголетнего коэффициента тепло- влагообеспеченности (увлажнения) по метеостанции Краснодар за 1966–2020 годы

Зависимость снижения продуктивности сельскохозяйственных культур от уровня их водообеспечения для случая равномерного в течение вегетации накопления дефицита воды в обобщенном виде формализуется параболической кривой [5, 9].

В относительных единицах измерения аналитическая зависимость имеет следующий вид:

$$\Delta P_i = A + B \cdot \Delta \ell_{vi} + C \cdot \Delta \ell_{vi}^2, \quad (1)$$

где: P_i – относительное снижение продуктивности в долях от максимальной в связи со снижением природной влагообеспеченности, влажности почвы и водопотребления сельскохозяйственных культур;

A, B, C – коэффициенты уравнения, получаемые в результате аппроксимации экспериментальных данных.

$\Delta \lambda_{vi}$ – относительное снижение водообеспечения (фактического водопотребления) культуры в долях от E_{vonm} .

Элементы уравнения (2) определяются следующим образом:

$$\Delta \lambda_{vi} = 1 - \frac{E_{vi}}{E_{vonm}}, \quad (2)$$

где: E_{vonm} – оптимальное водопотребление при оптимальном водном ре-

жиме почвы, соответствует условиям поддержания запаса влаги в корнеобитаемом слое почвы в пределах от 0,80 НВ до НВ (наименьшей влагоемкости), мм;

E_{vi} – водопотребление при фактической водообеспеченности растений, в конкретный вегетационный период, мм;

Водопотребление сельскохозяйственных культур определяется по уравнению водного баланса на основе данных экспериментальных наблюдений [7 – 9].

Значения максимальной и фактической продуктивности сельскохозяйственных культур, принимаются по экспериментальным данным, полученным в условиях поддержания различного уровня запасов влаги в почве и соблюдения требований зональных систем земледелия, для конкретных природно-климатических условий региона [9] (таблица 1).

$$\Delta Pi = 1 - \frac{Y_i}{Y_p} \quad (3)$$

Pi – фактическая продуктивность культуры при дефицитном водообеспечении растений, ц/га или т/га.

Y_i – фактическая урожайность культуры при дефиците водопотребления растений и нормативном для зональных систем земледелия уровне агротехники, (ц/га).

Y_p – урожайность при оптимальном водообеспечении растений и реализуемом уровне агротехники, ц/га или т/га;

Относительное снижение продуктивности ΔPi определяется по уравнениям связи (таблица 1).

Таблица 1 - Уравнения связи относительного снижения продуктивности ΔPi в зависимости от снижения природной водообеспеченности $\Delta \lambda_{vi}$ некоторых сельскохозяйственных культур

Культура	Обеспеченность года P, %	Уравнение связи $\Delta Y_i = f(\Delta \lambda_{vi})$
Степная зона $K_y = 0,41-0,50$		
Зерновые (пшеница)	25%	$\Delta Pi = -0,0024 + 0,142\Delta \lambda_{vi} + 0,087\Delta \lambda_{vi}^2$
	50%	$\Delta Pi = -0,0024 + 0,24\Delta \lambda_{vi} + 0,135\Delta \lambda_{vi}^2$
	75%	$\Delta Pi = -0,0024 + 0,30\Delta \lambda_{vi} + 0,21\Delta \lambda_{vi}^2$
	95%	$\Delta Pi = -0,006 + 0,395\Delta \lambda_{vi} + 0,28\Delta \lambda_{vi}^2$
Многолетние травы (люцерна на сено)	25%	$\Delta Pi = -0,0054 + 0,176\Delta \lambda_{vi} + 0,22\Delta \lambda_{vi}^2$
	50%	$\Delta Pi = -0,004 + 0,01\Delta \lambda_{vi} + 0,50\Delta \lambda_{vi}^2$
	75%	$\Delta Pi = -0,0077 + 0,227\Delta \lambda_{vi} + 0,30\Delta \lambda_{vi}^2$
	95%	$\Delta Pi = -0,0017 + 0,238\Delta \lambda_{vi} + 0,453\Delta \lambda_{vi}^2$
Овощи (капуста поздняя)	25%	$\Delta Pi = -0,011 + 0,421\Delta \lambda_{vi} + 0,126\Delta \lambda_{vi}^2$
	50%	$\Delta Pi = -0,0099 + 0,471\Delta \lambda_{vi} + 0,20\Delta \lambda_{vi}^2$
	75%	$\Delta Pi = -0,0006 + 0,476\Delta \lambda_{vi} + 0,38\Delta \lambda_{vi}^2$
	95%	$\Delta Pi = -0,0054 + 0,568\Delta \lambda_{vi} + 0,45\Delta \lambda_{vi}^2$

Приведенные зависимости являются осредненными, поэтому могут изме-

няться с учетом пространственно-временной изменчивости почвенных и метеорологических условий [10 – 12].

Авторами, с использованием разработанных моделей, на основе экспериментальных данных, установлены закономерности пространственно-временной изменчивости урожайности яровой пшеницы, люцерны и капусты поздней, в связи с пространственно-временной изменчивостью естественной влагообеспеченности и метеорологических условий вегетационного периода для степной зоны Краснодарского края (таблица 2).

Таблица 2 - Расчетные значения относительного снижения продуктивности пшеницы, люцерны и капусты от снижения природной водообеспеченности в степной зоне Краснодарского края

Природная зона	Увлажненность (обеспеченность) года	Суммарное водопотребление E_{von} , мм	Дефицит водопотребления ΔE_v , мм	Снижение влагообеспеченности		Относительное снижение урожайности, %
				$E_{vi} = E_{von} - \Delta E_v$	$1 - \frac{E_{vi}}{E_{von}} \cdot 100\%$	
<i>Зерновые (пшеница), урожайность 50 ц/га</i>						
Степная	25%	275	75	200	27	7
	50%	353	100	253	29	11
	75%	371	130	241	35	18
	95%	420	220	200	50	40
<i>Люцерна на сено, урожайность 220 ц/га</i>						
Степная $K_u = 0,41-0,50$	25%	859	300	559	35	8
	50%	931	360	571	39	12
	75%	995	450	545	45	20
	95%	1107	570	537	42	31
<i>Капуста поздняя, урожайность 500 ц/га</i>						
Степная $K_u = 0,41-0,50$	25%	317	80	237	25	13
	50%	377	120	257	32	17
	75%	406	150	256	47	25
	95%	480	250	230	52	48

Природная тепло-водообеспеченность года является одним из важным фактором, формирующей продуктивность орошаемых культур. В зависимости от года по тепло-водообеспеченности и природно-климатической зоны количественные параметры зависимостей «урожай-водообеспеченность» тенденция меняются, а максимальное снижение продуктивности агробиоценозов отмечаются в засушливой степной природно-климатической зоне при 75-95% обеспеченности года по дефициту водного баланса.

Разработанные модели могут использоваться как методическая предпосылка для управления продуктивностью агробиоценозов в конкретной природ-

ной зоне и корректируются с учетом местных почвенно-климатических особенностей.

Заключение. Авторами, с использованием разработанных моделей, на основе экспериментальных данных, установлены закономерности пространственно-временной изменчивости урожайности яровой пшеницы, люцерны и капусты поздней, в связи с пространственно-временной изменчивостью естественной влагообеспеченности и метеорологических условий вегетационного периода для степной зоны Краснодарского края. Рекомендуемые зависимости могут использоваться как методическая предпосылка для управления продуктивностью агробиоценозов в конкретной природной зоне и корректируются с учетом местных почвенно-климатических особенностей.

Так как оптимальная биоклиматическая оросительная норма является производной природно-климатических условий, то при наличии метеорологического прогноза на предстоящий сезон, возникает реальная возможность прогнозировать ожидаемый уровень природной тепло-влажностности и продуктивности агробиоценозов, с разработкой агрометеорологических и гидромелиоративных мероприятий по предотвращению ущерба от снижения урожайности сельскохозяйственных культур на богарных и орошаемых землях.

Библиографический список

1. Агропромышленный комплекс России в 2019 году / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 2020. – 115 с.
2. Влияние природной тепло-, влагообеспеченности на параметры орошения и урожайность сельскохозяйственных культур в Центрально-Черноземном регионе / Н.В. Данильченко [и др.]. - М., 2004. – 122 с.
3. Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга». - Режим доступа: <https://inform-raduga.ru/>.
4. Информационный ресурс «Расписание Погоды», gr5.ru.
5. Константинов А.Р. Унифицированная методика, расчета норм водопотребности применительно к автоматизированной системе нормирования водопользования в орошаемом земледелии / А.Р. Константинов, Н.М. Химии. – ЛГМИ, 1987.
6. Михайленко И.М. Математическое моделирование системы «Почва-растение-атмосфера» на примере многолетних трав / И.М. Михайленко, В.Н. Тимошин, Т.Н. Данилова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2009. - №4.
7. Метеоинформация: свидетельство об официальной регистрации базы данных №2006620309 Рос. Федерация / Г.В. Ольгаренко [и др.]. - зарег. 06.10.2006.
8. О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2019 году: доклад. - Краснодар, 2020. – 550 с.
9. Ольгаренко Г.В. Оросительные нормы (нетто) и их внутрисезонное распределение для основных сельскохозяйственных культур по Федеральным округам Российской Федерации / Г.В. Ольгаренко [и др.]. - Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2007. - 73 с.

10. Планирование водопользования при орошении сельскохозяйственных культур: методические указания. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2014. – 172 с.

11. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2004610996. Расчет параметров режимов орошения сельскохозяйственных культур – ROCK.xls. - ВНИИ «Радуга», 2004.

12. Сиротенко О.Д. Оценка влияния изменения климата на сельское хозяйство методом пространственно-временных аналогов / О.Д. Сиротенко, Н.Д. Павлова // Метрология и гидрология. – 2003. - №8. – С. 89 – 99.

Bibliographic list

1. Agroindustrial Complex of Russia in 2019 // Ministry of Agriculture of the Russian Federation. - 2020. – 115 p.

2. Influence of natural heat and moisture availability on irrigation parameters and crop yields in the Central Black Earth region / N.V. Danilchenko [et al.]. - M., 2004. - 122 p.

3. Information portal of FGBNU VNII "Raduga". - Mode of access: <https://inform-raduga.ru/>.

4. Information resource "Weather Schedule", rp5.ru.

5. Konstantinov A.R. Unified method of calculation of water consumption norms as applied to automated system of rationing of water use in irrigated agriculture / A.R. Konstantinov, N.M Khimii. - LGMI, 1987.

6. Mikhailenko I.M. Mathematical modeling of system "soil-plant-atmosphere" by example of perennial grasses / I.M. Mikhailenko, V.N. Timoshin, T.N. Danilova // Reports of Russian Academy of Agricultural Sciences. – 2009. - No.4.

7. Meteorinformation: Certificate of official registration of database №2006620309 Ros. Federation / G.V. Olgarenko [et al.]. - registered on 06.10.2006.

8. On the State of Nature Management and Environmental Protection of Krasnodar Krai in 2019: Report. - Krasnodar, 2020. - 550 p.

9. Olgarenko G.V. Irrigation rates (net) and their intra-season distribution for major crops by Federal Districts of the Russian Federation / G.V. Olgarenko [et al.]. – Kolomna: FGNU VNII "Raduga", 2007. -73 p.

10. Planning of water use in irrigation of agricultural crops. Methodical instructions. – Moscow: FGNU "Rosinformagrotech", 2014. - 172 p.

11. Certificate of official registration of computer program No. 2004610996. "Calculation of parameters of crop irrigation regimes - "ROCK.xls". - All-Russian Research Institute "Raduga", 2004.

12. Sirotenko O.D. Assessment of Climate Change Impact on Agriculture by Spatial-Temporal Analogue Method / O.D. Sirotenko, N.D. Pavlova // Metrology and hydrology. – 2003. - No.8. - P.89-99.

**ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО И ПИЩЕВОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ
В СОЧЕТАНИИ С РОСТОВЫМИ ПРЕПАРАТАМИ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РИСА ПРИ ДОЖДЕВАНИИ
В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

**THE INFLUENCE OF WATER AND FOOD REGIME OF THE SOIL
IN COMBINATION WITH GROWTH PREPARATIONS ON THE
PRODUCTIVITY OF RICE DURING SPRINKLING
IN THE LOWER VOLGA REGION**

И.П. Кружилин, профессор, академик РАН

М.А. Ганиев, кандидат технических наук

К.А. Родин, кандидат сельскохозяйственных наук

А.Б. Неvezжина, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия

I.P. Kruzhillin, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

M.A. Ganiev, Candidate of Technical Sciences

K.A. Rodin, Candidate of Agricultural Sciences

A.B. Nevezhina, Candidate of Agricultural Sciences

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia

Аннотация: Получены новые знания в области теоретического и экспериментального обоснования возможности возделывания риса с периодическими поливами, доказана эффективность применяемых ростовых препаратов при обработке семенного материала и вегетирующих растений риса в сочетании с разными водными и пищевыми режимами почвы. Максимальное количество 115 суток для завершения периода вегетации растениям риса потребовалось в варианте водного режима почвы не ниже 80% НВ в слое 0,4 м при внесении $N_{137}P_{90}K_{108}$ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол. Минимальное, 104 суток, было при поддержании почвенной влажности не ниже 70% НВ в слое 0,4 м при внесении $N_{114}P_{74}K_{90}$ (6 т/га) в варианте без обработок ростовыми препаратами. В варианте водного режима почвы 80% НВ при внесении $N_{137}P_{74}K_{90}$ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол была получена максимальная урожайность, которая составила в среднем за 2 года 7,21 т/га зерна. Минимальный сбор зерна, 5,19 т/га, был получен в варианте при поддержании влажности почвы не ниже 70% НВ в слое 0,4 м и внесении $N_{114}P_{74}K_{90}$ (6 т/га) в варианте без обработок ростовыми препаратами. Исследованиями также установлено, что минимальные коэффициент водопотребления и затраты поливной воды на образование одной тонны зерна были в варианте водного режима, где почвенная влажность не снижалась ниже 70% НВ в слое 0,4 м при внесении $N_{137}P_{90}K_{108}$

(7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол и составляли в среднем за 2 года соответственно 820,2 и 717,7 м³. Максимальные, 864,0 и 739,1 м³, в варианте с предполивным порогом влажности почвы не ниже 70% НВ в слое 0,4 м при той же дозе удобрений и обработке.

Ключевые слова: рис, водный режим почвы, дозы удобрений, ростовые препараты, урожайность.

Abstract: New knowledge has been obtained in the field of theoretical and experimental substantiation of the possibility of rice cultivation with periodic watering, the effectiveness of growth preparations used in the processing of seed material and vegetative rice plants in combination with different water and food regimes of the soil has been proved. The maximum number of 115 days to complete the vegetation period of the rice plant was required in the variant of the water regime of the soil not lower than 80% НВ in a layer of 0.4 m when applying N₁₃₇ P₉₀ K₁₀₈ (7 t/ha) in combination with the treatment of seeds and vegetating plants with extrasol. The minimum, 104 days, was when maintaining soil moisture not lower than 70% НВ in a layer of 0.4 m when applying N₁₁₄P₇₄K₉₀ (6 t/ha) in the variant without treatments with growth preparations. In the variant of the water regime of the soil of 80% НВ, when applying N₁₃₇P₇₄K₉₀(7 t/ha) in combination with the treatment of seeds and vegetative plants with extrasol, the maximum yield was obtained, which averaged 7.21 t/ha of grain over 2 years. The minimum grain harvest, 5.19 t/ha, was obtained in the variant when maintaining soil moisture not lower than 70% НВ in a layer of 0.4 m and introducing N₁₁₄P₇₄K₉₀ (6 t/ha) in the variant without treatments with growth preparations. The studies also found that the minimum water consumption coefficient and irrigation water costs for the formation of one ton of grain were in the water regime variant, where soil moisture did not decrease below 70% НВ in a layer of 0.4 m when N₁₃₇P₉₀K₁₀₈ (7 t/ha) was applied in combination with the treatment of seeds and vegetating plants with extrasol and averaged for 2 years, respectively, 820.2 and 717.7 м³. Maximum, 864.0 and 739.1 м³, in the variant with a pre-watering threshold of soil moisture not lower than 80% НВ in a layer of 0.4 m with the same dose of fertilizers and processing.

Key words: rice, soil water regime, fertilizer doses, growth preparations, yield.

Введение. Рис в России возделывают при присутствии слоя воды на поле. Затраты воды на орошение здесь составляют 12-25 тыс. м³/га, а с потерями при доставке ее от водозабора к возделываемому рисовому полю по каналам соответственно достигают 30% и более, до 17-36 тыс. м³/га. [1-9].

В последние годы большая роль в повышении урожайности культур отводится регуляторам роста. Известно, что они могут существенно влиять на рост и развитие растений, адаптируя их защитную реакцию к условиям окружающей среды и обеспечивая не только рост урожайности, но и повышение качества продукции [9]. Внедрение регуляторов роста в технологии выращивания ценных с.-х. культур позволяет снизить негативные последствия применения пестицидов, увеличить коэффициент использования питательных элементов и

улучшить экологическую ситуацию. Исследованиями Чернышевой Н.В., Барчуковой А.Я., Тосунова Я.К. установлено, что влияние микроудобрения Форрис, содержащего калий (K₂O)-17,0% и кремний (SiO₂)-12,0%, на ростовые и производственные процессы в значительной степени зависело от нормы его расхода. Внекорневая подкормка в период кущения риса повышала режим питания растений риса, стимулировала ростовые процессы и способствовала увеличению количества и качества получаемой продукции.

Значительная прибавка урожая (16,7%, урожайность составила 7,8 т/га) прослеживалась после внесения удобрения Форрис (300 мг/га). Высокие значения показателя урожайности в этом варианте обусловлены образованием большего числа зерен (165,5 шт./растения, в контроле - 112,6 шт./растения), обладающий высокой массой и завершенностью всех процессов синтеза химических веществ (натура - 565,7 г/л, в контроле - 539,1 г/л, НСР₀₅ -19,3 г/л; масса 1000 зерен - 28,1, в контроле - 26,3 г, НСР₀₅ -1,0 г.) [10].

Результаты исследований Князевой А.О., Чернышевой Н.В. показали, что обработка семян перед посевом и растений риса в фазу кущения гуминовыми препаратами (Лигногумат, Гидрогумин, Бигус) усиливает процесс побегообразования (продуктивных стеблей - 1,4-1,8, в контроле - 1,1 шт.) и формирования структурных элементов урожая (озерненность - 130,9-165,5, в контроле - 114,4 шт./растения; масса зерна с растения -3,10- 4,29, в контроле - 2,54 г). В опытных вариантах формировалось более крупное и выполненное зерно (натура - 565,9-586,8 г/л, масса 1000 зерен - 27,9-29,0 г, в контроле - 541,3 г/л и 27,0 г соответственно) с высокой стекловидной консистенцией (93,2-97,5, в контроле - 89,1 %). Более высокие значения показателей элементов структуры урожая и технологических свойств зерна риса отмечены в варианте с обработкой семян и последующей обработкой растений в фазу кущения препаратом Бигус (расход препарата – 500 мл(т)/га, расход рабочего раствора – 200 л/га). В указанном варианте получена максимальная прибавка урожая - 17,1 %, при урожайности в контроле – 6,19 т/га [5].

Влияние ростовых препаратов различных форм на периодически поливаемый рис в России на сегодняшний день не изучалось, а в других странах изучено крайне не достаточно. Поэтому предметом наших изысканий было согласование на посевах периодически поливаемого риса водного и пищевого режимов почвы с ростовыми препаратами, обеспечивающие получение планируемой урожайности.

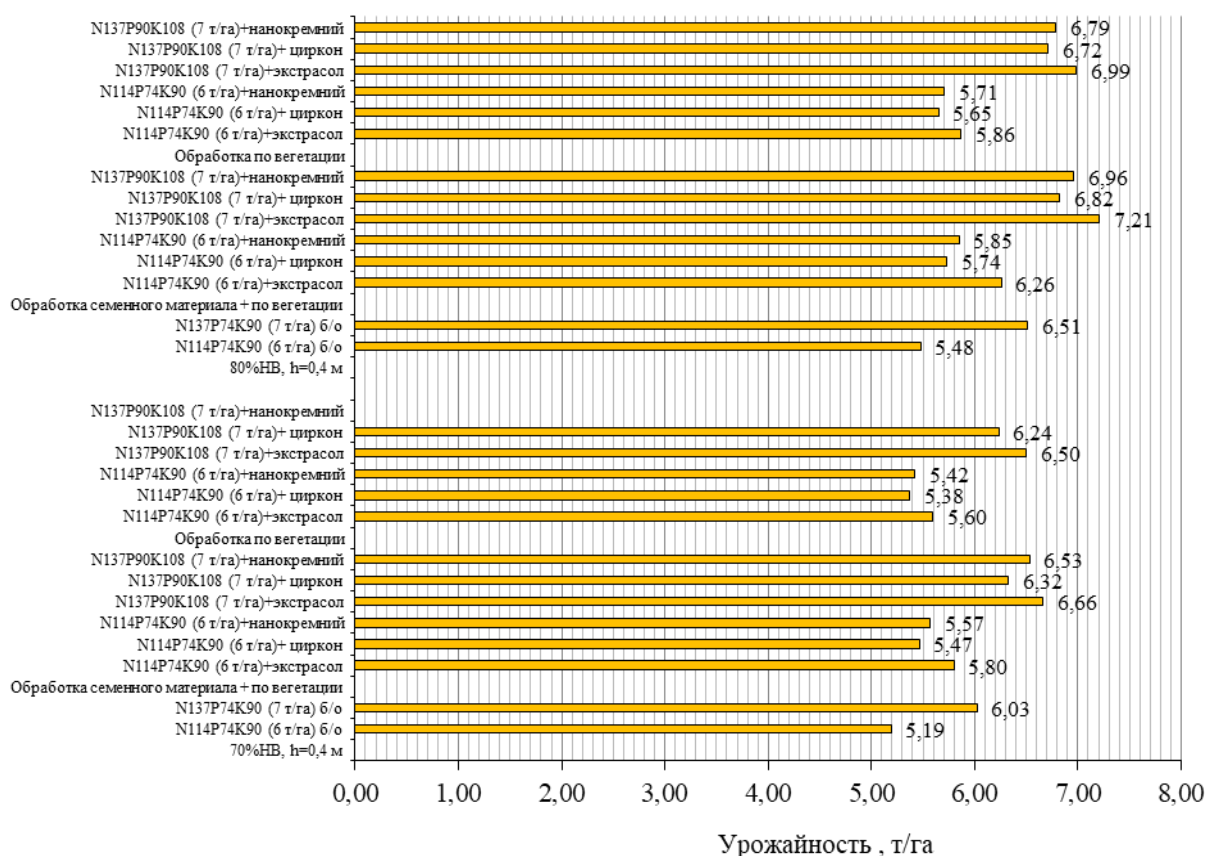
Материалы и методы. На полигоне ФГБНУ ВНИИОЗ изучали трёхфакторный опыт. Первый фактор: водный режим почвы поддерживали не ниже 70% НВ в слое 0,4 м; водный режим поддерживался в том же слое но при 80% НВ. Второй фактор: внесённые дозы удобрений рассчитывали на 6 (N₁₁₄P₇₄K₉₀) и 7 (N₁₃₇P₇₄K₉₀) т зерна с 1 га, которые были рассчитаны по методу В.И. Филина (1994). Третий фактор обработка ростовыми препаратами: микробиологический – Экстрасол (доза препарата 0,1 л/т и 1,0 л/га), хелатное микроудобрение – Циркон (доза препарата 0,01 л/т и 0,02 л/га) и микроудобрение –Нанокремний (доза препарата 0,05 л/т и 0,11 л/га).

Обрабатывали *семена перед посевом и растения риса* в фазу 2-3 листьев риса, вторая через 14 дней после первой. Контрольный вариант был без обработки.

Посев проводили при нагревании почвы до 14⁰С сеялкой СН-16. Поливали дождеванием. Влагеёмкость почвы определяли прибором AQUATERR T – 350. Опыт был заложен при систематическом расположении вариантов. Повторность опыта трехкратная, площадь учета делянки по водному режиму 3967,6 м², дозам удобрений 198,8 м² и ростовым препаратам 22,4 м².

Полевые опыты сопровождалась наблюдениями, учетами и измерениями, выполненными при соблюдении требований общепринятых методик опытного дела.

Результаты и обсуждение. Опытами также установлено, что при поддержании почвенной влажности не ниже 70% НВ в слое 0,4 м при внесении N₁₁₄P₇₄K₉₀ (6 т/га) в варианте без обработок ростовыми препаратами рису для завершения жизненного цикла потребовалось минимальное количество времени, которое составило 104 суток. Увеличение предполивного порога влажности почвы до 80% ВН в слое 0,4 м и внесении N₁₃₇ P₉₀ K₁₀₈ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол способствовало увеличению периода вегетации растений до 115 суток. На рисунке 1 представлена урожайность аэробного риса, полученная в ходе исследований.



НСР₀₅: 2020 г – 0,04; 2021 г – 0,02

Рисунок 1 - Урожайность аэробного риса по изучаемым вариантам, т/га (среднее за 2020-2021 гг.)

Анализ результатов продуктивности культуры показал, что максимальный сбор зерна риса был в варианте водного режима почвы 80% НВ в слое почвы 0,4 м при внесении дозы $N_{137}P_{90}K_{108}$ (7 т/га) в сочетании с обработкой семенного материала и по вегетирующим растениям риса ростовым препаратом экстрасол, который составил за годы исследований 7,21 т/га.

Минимальный сбор зерна, 5,19 т/га, был получен в варианте при поддержании влажности почвы не ниже 70% НВ в слое 0,4 м и внесении $N_{114}P_{74}K_{90}$ (6 т/га) на контрольном варианте без обработок.

Из данных таблицы 1 видно, что наибольшее значение суммарного водопотребления сложилось в варианте водного режима почвы 80% НВ в слое 0,4 м при внесении $N_{137}P_{90}K_{108}$ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол, объем которого в среднем за 2 года составил 5914 м³/га. Наименьшее суммарное водопотребление было получено при поддержании водного режима почвы 70% НВ в слое 0,4 м при внесении $N_{137}P_{90}K_{108}$ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол, которое составило 5423 м³/га.

Таблица 1 - Структура суммарного водопотребления риса

Водный режим, % НВ	Оросительная норма		Приход влаги от осадков		Использованная почвенная влага		Суммарное водопотребление, м ³ /га
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	
70, h = 0,4 м							
2020	5440	93,5	199	3,5	173	3,0	5812
2021	4420	77,3	1181	20,7	113	2,0	5714
среднее	4930	85,5	690	12,0	143	2,5	5763
80, h = 0,4 м							
2020	5750	96,6	199	3,3	5	0,1	5954
2021	4600	78,3	1231	21,0	43	0,7	5874
среднее	5175	87,5	715	12,1	24	0,4	5914

Максимальное количество оросительной воды было затрачено при поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 80% НВ в слое 0,4 м при внесении $N_{137}P_{90}K_{108}$ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол и в среднем за 2 года исследований составило 5175 м³/га. В варианте с назначением поливов при почвенной влажности не ниже 70% НВ в слое 0,4 м и внесении $N_{137}P_{90}K_{108}$ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол общее количество поданной на поле воды было минимальным и составило 5423 м³/га.

Исследованиями установлено (табл. 2), что минимальные коэффициент водопотребления и затраты поливной воды на одну тонну полученной продукции были в варианте водного режима, где почвенная влажность не снижалась ниже 80% НВ в слое 0,4 м и внесении $N_{137}P_{90}K_{108}$ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол и составляли в среднем за 2 года соответственно 820,2 и 717,7 м³.

Таблица 2 - Коэффициент водопотребления и затраты поливной воды (среднее за 2020-2021 гг.)

Водный режим почвы, % НВ	Урожайность, т/га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Затраты оросительной воды, м ³ /т
70	6,67	5763	4930	864,0	739,1
80	7,21	5914	5175	820,2	717,7

Максимальные значения по этим показателям были в варианте с предполивным порогом влажности почвы не ниже 80% НВ и глубиной увлажнения 0,4 м при той же дозе удобрений и обработкой, которые составили соответственно 864,0 и 739,1 м³.

Заключение. Получены новые знания в области теоретического и экспериментального обоснования возможности возделывания риса с периодическими поливами, доказана эффективность применяемых ростовых препаратов при обработке семенного материала и вегетирующих растений риса в сочетании с разными водными и пищевыми режимами почвы. Максимальное количество 115 суток для завершения периода вегетации растения риса потребовалось в варианте водного режима почвы не ниже 80% НВ в слое 0,4 м при внесении N₁₃₇P₉₀K₁₀₈ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол. Минимальное, 104 суток, было при поддержании почвенной влажности не ниже 70% НВ в слое 0,4 м при внесении N₁₁₄P₇₄K₉₀ (6 т/га) в варианте без обработок ростовыми препаратами. В варианте водного режима почвы 80% НВ при внесении N₁₃₇P₇₄K₉₀ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол была получена максимальная урожайность, которая составила в среднем за 2 года 7,21 т/га зерна. Минимальный сбор зерна, 5,19 т/га, был получен в варианте при поддержании влажности почвы не ниже 70% НВ в слое 0,4 м и внесении N₁₁₄P₇₄K₉₀ (6 т/га) в варианте без обработок ростовыми препаратами. Исследованиями также установлено, что минимальные коэффициент водопотребления и затраты поливной воды на образование одной тонны зерна были в варианте водного режима, где почвенная влажность не снижалась ниже 80% НВ в слое 0,4 м при внесении N₁₃₇P₉₀K₁₀₈ (7 т/га) в сочетании с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом экстрасол и составляли в среднем за 2 года соответственно 820,2 и 717,7 м³. Максимальные, 864,0 и 739,1 м³, в варианте с предполивным порогом влажности почвы не ниже 80% НВ в слое 0,4 м при той же дозе удобрений и обработке.

Библиографический список

1. Балакай Г.Т. К вопросу разработки норм водопотребности риса и водопотребления с рисовых оросительных систем / Г.Т. Балакай, Л.М. Докучаева // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2018. - №3 (31). - С. 1-22.
2. Бородычев В.В. Технология возделывания риса на мелиоративных

системах общего назначения при орошении дождеванием / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, Р.М. Шабанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2017. - №1 (45). - С. 20-29.

3. Ионова Л.П. Агробиологические и экономические аспекты выращивания Российских и Иранских сортов риса рассадным способом при прерывистом орошении в условиях дельты Волги / Л.П. Ионова, Р.К. Арыкбаев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2017. - №3. - С. 43-56.

4. Князева А.О. Влияние обработки семян и растений риса гуминовыми препаратами на урожайность и качество зерна / А.О. Князева, Н.В. Чернышева // Рисоводство. - 2020.- №1 (46). - С. 18-22.

5. Кружилин И.П. Менее водозатратная и экологически предпочтительная технология орошения риса периодическими поливами / И.П. Кружилин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2019. - №2 (54). - С. 49-55.

6. Кружилин И.П. Обоснование водного режима почвы и регламента поливов аэробного риса / И.П. Кружилин, А.Е. Новиков, Н.Н. Дубенок // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2021. - №1. - С. 62-66.

7. Кружилин И.П. Сочетание природных и антропогенно регулируемых условий для получения различной урожайности риса с использованием систем капельного орошения / И.П. Кружилин [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. - 2016. - №5. - С. 41-44.

8. Кружилин И.П. Водный режим почвы и дозы макроудобрений при возделывании риса на системах капельного орошения / И. П. Кружилин [и др.] // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. - 2017. - №2. - С. 12-15.

9. Малеванная Н.Н. Брассиностероиды – новый класс фитогормонов плейотропного действия / Н.Н. Малеванная // Полифункциональность действия брассиностероидов: сб. науч. тр. – М.: НЭСТ М, 2017. – С. 5–17.

10. Чернышева Н.В. Эффективность применения микроудобрений форрис в технологии возделывания риса / Н.В. Чернышева, А.Я. Барчукова, Я.К. Тосунов // Рисоводство. - 2020. - №2 (47). - С. 80-84.

11. Kruzhilin I.P. Mode of rice drip irrigation / I.P. Kruzhilin [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN). - 2017. - Vol. 12 (24). - P. 7118-7123.

12. Schneider P. Rice production and food security in Asian Mega deltas-A review on characteristics, vulnerabilities and agricultural adaptation options to cope with climate change / P. Schneider, F. Asch // Journal of Agronomy and Crop Science. - 2020. - Vol. 206. - I. 4. - P. 491-503.

Bibliographic list

1. Balakai G.T. On the issue of developing norms of rice water demand and water consumption from rice irrigation systems / G.T. Balakai, L.M. Dokuchaeva // Scientific Journal: Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation. - 2018. - No.3 (31). - P. 1-22.

2. Borodychev V.V. Technology of rice cultivation on general-purpose reclamation systems for irrigation by sprinkling / V.V. Borodychev, E.B. Dedova, R.M. Shabanov // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleks: science and higher professional education*. - 2017. - No.1 (45). - P. 20-29.
3. Ionova L.P. Agrobiological and economic aspects of growing Russian and Iranian rice varieties by seedling method with intermittent irrigation in the conditions of the Volga Delta / L.P. Ionova, R.K. Arykbayev // *Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University*. - 2017. - No.3. - P. 43-56.
4. Knyazeva A.O. The effect of processing rice seeds and plants with humic preparations on grain yield and quality/ A.O. Knyazeva, N.V. Chernysheva // *Rice farming*. - 2020. - No.1 (46). - P. 18-22.
5. Kruzhilin I.P. Less water-intensive and environmentally preferable technology of rice irrigation with periodic watering / I.P. Kruzhilin [et al.] // *Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversitetskogo kompleks: science and higher professional education*. - 2019. - No.2 (54). - P. 49-55.
6. Kruzhilin I.P. Substantiation of the water regime of the soil and the regulations for irrigation of aerobic rice / I.P. Kruzhilin, A.E. Novikov, N.N. Dubenok // *Bulletin of the Russian Agricultural Science*. - 2021. - No.1. - P. 62-66.
7. Kruzhilin I.P. Combination of natural and anthropogenic regulated conditions for obtaining different yields of rice using drip irrigation systems / I.P. Kruzhilin [et al.] // *Russian Agricultural Science*. - 2016. - No.5. - P. 41-44.
8. Kruzhilin I.P. Water regime of soil and doses of macro fertilizers in rice cultivation on drip irrigation systems / I.P. Kruzhilin [et al.] // *Bulletin of the Russian Agricultural Science*. -2017. - No.2. - P. 12-15.
9. Malevannaya N.N. Brassinosteroids – a new class of phytohormones of pleiotropic action/ N.N. Malevannaya// *Multifunctional action of brassinosteroids: Collection of scientific tr.* – M.: NEST M, 2017. - P. 5-17.
10. Chernysheva N.V. The effectiveness of the use of forris micro fertilizers in rice cultivation technology/ N.V. Chernysheva, A.Ya. Barchukova, Ya.K. Tosunov// *Rice farming*. 2020. - No.2 (47). - P. 80-84.
11. Kruzhilin I. P. Mode of rice drip irrigation / I.P. Kruzhilin [et al.] // *Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN)*. - 2017. - Vol. 12 (24). - P. 7118-7123.
12. Schneider P. Rice production and food security in Asian Mega deltas-A review on characteristics, vulnerabilities and agricultural adaptation options to cope with climate change / P. Schneider, F. Asch // *Journal of Agronomy and Crop Science*. - 2020. - Vol. 206. - I. 4. - P. 491-503.

УДК 574.472:574.474:631.67

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНТОМОЦЕНОЗОВ
ОРОШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

**BIODIVERSITY AND SUSTAINABILITY OF ENTOMOCENOSES
OF IRRIGATED AGRICULTURAL LANDSCAPES
IN THE LOWER VOLGA REGION**

Е.В. Комаров, кандидат биологических наук

О.П. Комарова, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия, e-mail: op_komarova@vniioz.ru

E.V. Komarov, Candidate of Biology Sciences

O.P. Komarova, Candidate of Agricultural Sciences

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia, e-mail: op_komarova@vniioz.ru

Аннотация: В статье приведены материалы многолетних исследований, касающиеся устойчивости энтомоценозов в агроландшафтах с длительным орошением. Представлены данные по видовому составу энтомокомплексов агроландшафтов в орошаемых и неорошаемых условиях, а также на основных группах сельскохозяйственных культур. Приведены сведения о положительном влиянии орошения на биоразнообразие энтомокомплексов агроценозов и сопутствующих стадиях. Так, состав фауны насекомых мелиорированных агроландшафтов Нижнего Поволжья насчитывает 1723 вида, в том числе 1435 видов указаны для орошаемых агроценозов, обилие энтомологических сообществ неорошаемых агроценозов в 1,7 раза ниже и составляет только 982 вида. Показано существенное изменение трофической структуры энтомокомплексов. Установлено, что на орошении относительная численность хищных и паразитических видов насекомых оказалась более чем в 7 раз выше, чем на богаре.

Ключевые слова: биоразнообразие, энтомокомплексы, видовой состав, орошение, агроландшафты.

Abstract: The article contains the materials of many years of research regarding the resistance of entomocenoses in agroland shafts with long-term irrigation. Data on the species composition of agrolandschaft entomocomplexes in irrigated and dewatered conditions, as well as on the main groups of crops, are presented. Information on the positive effect of irrigation on biodiversity of entomocomplexes of agrocenoses and accompanying stations is given. Thus, the composition of the insect fauna of reclaimed agroland shafts of the Lower Volga region has 1723 species, including 1435 species are indicated for irrigated agrocenoses, the abundance of entomological communities of non-irrigated agrocenoses is 1.7 times lower and amounts to only 982 species. A significant change in the trophic structure of entomocomplexes

is shown. It was found that on irrigation, the relative number of predatory and parasitic species of insects turned out to be more than 7 times higher than on bogar.

Key words: biodiversity, entomocomplexes, species composition, irrigation, agrolandschaft.

Введение. Формирование устойчивых сообществ в агроландшафтах – одна из наиболее важных проблем, обсуждаемых в современной научной литературе [2, 4, 5]. Особенно важно стабильное функционирование агроландшафтов на юго-востоке европейской России, где сложные почвенно-климатические условия (высокие температуры и незначительное количество осадков) обуславливают значительную лабильность биоты и соответственно возможность вспышек вредных насекомых [6].

Рассматривая современную концепцию о целостности агробиоценоза [4, 10, 11, 16], хотелось бы отметить, что изучение формирования энтомологических сообществ следует проводить в целом в агроландшафте, т.е. в севообороте с учетом прилегающих стадий (лесополос, обочин дорог, нераспаханных целинных участков).

Материалы и методы. Изучение видового состава и структуры энтомокомплексов в агроценозах полевых культур и сопутствующих стадиях агроландшафта (лесополоса, плакор, склоны южной и северной экспозиций и дно балки Западная – отрог балки Песчаная) проводили в 1987-2022 гг. в орошаемых и неорошаемых агроландшафтах на землях ФГБНУ ВНИИОЗ (близ поселка Водный) в 24 км западнее г. Волгограда. Учеты энтомофауны проводили с использованием метода кошения стандартным энтомологическим сачком, численность насекомых в учетах выражали в количестве экземпляров на 100 взмахов сачком; для учетов герпетобионтов использовали почвенные ловушки – пластиковые стаканы объемом 0,5 л, заполненные 3%-ным раствором уксусной кислоты, численность фауны герпетобия приводили к количеству экземпляров на 10 ловушко-суток [1, 17, 18].

Результаты и обсуждение. Одним из основных критериев стабильности биоценоза принимается биоценотическое разнообразие сообществ живых организмов, которое характеризуется числом видов и их значимостью в экосистеме [3, 15]. Вместе с тем следует отметить, что количественные показатели устойчивости экосистем до настоящего времени не выработаны. В связи с этим стабильность экосистем анализировалась нами сравнительно в орошаемых и неорошаемых агроландшафтах по физиономическим характеристикам: видовому составу, обилию видов, а также по колебаниям их численности.

Одним из важнейших стабилизирующих факторов, обуславливающих устойчивое функционирование агроландшафтов в аридных условиях Нижнего Поволжья, является широкомасштабное развитие орошения. Наряду с другими положительными воздействиями на агробиоценозы, орошение приводит к увеличению разнообразия их растительного и животного компонентов. В первую очередь это происходит в связи с изменением параметров микроклимата посевов и почвы. На орошаемых участках температура в приземном слое воздуха, т.е. там, где обитает основная масса насекомых,

снижается, по нашим данным, в среднем за вегетационный период на 7-8°C. При этом значительно (на 25-30 %) повышается относительная влажность воздуха как внутри травостоя, так и над всем орошаемым участком.

Сглаживание экстремумов и уменьшение суточных амплитуд температур и относительной влажности воздуха создают в мелиорированных агроландшафтах благоприятные условия для расширения спектра обитающих здесь беспозвоночных (от типичных ксерофилов до мезо- и гигрофилов). Кроме того, в орошаемых агроландшафтах увеличивается число и разнообразие микростаций (каналы, водосбросы, пруды-накопители и др.), т.е. возрастает пространственное разнообразие среды. По мнению ряда экологов [12], такое усложнение структуры агроландшафта повышает его устойчивость, способность противостоять различным внешним воздействиям. Появление новых стаций повышает общее разнообразие условий среды обитания насекомых и обеспечивает условия для жизнедеятельности различных экологических групп. Изменение микроклимата в сторону повышения мезофитности увеличивает количество экологических ниш для энтомофагов и паразитов, подавляющее большинство которых предпочитают мезофитные и гигрофитные биотопы. Эти факторы обуславливают высокое разнообразие энтомологических сообществ орошаемых агроландшафтов.

По нашим данным состав фауны насекомых мелиорированных агроландшафтов Нижнего Поволжья насчитывает 1723 вида, из них 1435 вида отмечены в агроценозах орошаемых полевых культур и 1583 вида – в сопутствующих зональных и интразональных стациях. Значительно ниже видовое обилие энтомологических сообществ неорошаемых агроценозов, составляющее только 982 вида. Энтомокомплексы орошаемых посевов кукурузы представлены 771 видом, тогда как без орошения на них отмечено 514 видов насекомых, на полях картофеля насчитывается соответственно 809 и 743 вида, зерновых колосовых – 870 и 732. Максимальное число видов накапливается на посевах многолетних бобовых и злаковых трав. При орошении здесь зарегистрировано 1249 видов, а на неорошаемых участках – 920 [9].

Помимо разнообразия, важным фактором, влияющим на стабильность сообществ, является их структурная организация, в первую очередь разнообразие групп видов высоких рангов обилия (видов-доминантов). Отмечается, что устойчивость энтомокомплексов существенно увеличивается с переходом от моно- к полидоминантной структуре [7, 8, 13, 14]. Наиболее разнообразным составом доминантных групп в регионе отличаются энтомокомплексы, формирующиеся на посевах орошаемых многокомпонентных смесей; здесь в их состав входит до 76 видов, обилие которых превышает 5 %-ный барьер. В неорошаемых агроценозах число доминирующих видов значительно ниже (45), что указывает на бóльшую лабильность таких сообществ. Исходя из данного критерия, наименее стабильные сообщества формируются на посевах пропашных культур, в частности на кукурузе, где в основное ядро энтомокомплекса в условиях орошения входит 27 видов, а в неорошаемых агроценозах только 14.

Основное ядро энтомокомплекса многолетних бобовых трав представляет собой полидоминантный комплекс, состоящий из 50 видов-доминантов, чис-

ленность которых в сборах превышала 5 %: *Aphis crassivora* Koch., *Acyrtosiphon pisum* Harris., *Nabis ferus* L., *Orius niger* Wolff., *Polymerus cognatus* Fieb., *P. vulneratus* Pz., *Lygus pratensis* L., *Adelphocoris lineolatus* Gz., *Dolycoris baccarum* L., *Aeolothrips intermedius* Bagn., *Kakothrips robustus* Uz., *Thrips tabaci* Lind., *Poecilus puncticollis* Dej., *Harpalus rufipes* De Geer., *Silpha obscura* L., *Margarinotus bipustulatus* Schrank., *Amphimallon solstitialis* L., *Agriotes gurgistanus* Fald., *A. medvedevi* Dol., *Malachius aeneus* L., *Adonia variegata* Gz., *Coccinella septempunctata* L., *Plagionotus floralis* Pall., *Apion apricans* Hbst., *Stenopteron tenue* Kby., *Sitona callosus* Gyll., *S. crinitus* Hbst., *S. lineatus* L., *Phytonomus variabilis* Hbst., *Tychius flavus* Beck., *Pyrausta sticticalis* L., *Heliothis virescens* Hfn., *Chrysopa carnea* Steph., *Bathyplectes curculionis* Thoms., *Pimpla instigator* F., *Andrena figurata* Latr., *Melitturga clavicornis* Latr., *Halictus petellatus* F., *H. robicundus* Christ., *Rhopitoides canus* Ev., *Eucera clypeata* Erichs., *Habrocytus microgasteris* Kurd., *Bruchophagus roddi* Guss., *Tetrastichus bruchophagii* Ash., *Telenomus strelzowi* Vassil., *Contarinia medicaginis* Kff., *Dasyneura ignorata* Wachtl., *Jaapiella medicaginis* Rubs., *Syrphus ribesii* L., *Metasyrphus corollae* F., *Tachina fera* L.

В комплекс доминантных видов на зерновых колосовых в регионе Нижнего Поволжья входит, по нашим данным, 42 вида: *Macrosteles laevis* Rib., *Psammotettix striatus* L., *Sitobion avenae* F., *Schizaphis graminum* Rond., *Nabis ferus* L., *Orius niger* Wolff., *Eurygaster integriceps* Put., *Aelia acuminata* L., *A. rostrata* Boh., *Aeolothrips intermedius* Bagn., *Haplothrips tritici* Kurd., *Poecilus cupreus* L., *P. puncticollis* Dej., *Harpalus rufipes* De Geer., *H. distinguendus* Duft., *Anisoplia austriaca* Hbst., *A. segetum* Hbst., *Agriotes gurgistanus* Fald., *A. medvedevi* Dol., *Adonia variegata* Gz., *Coccinella septempunctata* L., *Lema melanopus* L., *Phyllotreta vittula* Redt., *Chaetocnema aridula* Gyll., *Agrotis segetum* Schiff., *Apamea anceps* Schiff., *A. sordens* Hfn., *Chrysopa carnea* Steph., *Cephus pygmaeus* L., *Lissonota nitida* Grav., *Rogas dimidiatus* Spin., *Trissolcus grandis* Thoms., *T. vassilievi* Mayr., *Mayetiola destructor* Say., *Oscinella frit* L., *O. pusilla* Mg., *Syrphus ribesii* L., *Metasyrphus corollae* F., *Clytiomyia helluo* F., *Tachina orientalis* Zim., *Isomera cinerascens* Rond.

Энтомокомплекс многолетних бобовых и злаковых трав в определенной степени объединяет комплексы доминантных видов на многолетних бобовых травах и зерновых колосовых культурах. Полидоминантность растительного сообщества на посевах многокомпонентных смесей, куда входят в разном процентном соотношении житняк, ежа сборная, лисохвост, люцерна, клевер и др., приближает агробиоценоз смесей к биоценозам, формирующимся на зональных типах ландшафта. На многолетних бобовых и злаковых травах отмечено наибольшее число видов среди энтомокомплексов агроценозов – 1249. Значительное биоразнообразие этого сообщества отражено также и в полидоминантности основного ядра энтомокомплекса, представленного 76 видами, превысившими в наших учетах 5 %-ный барьер: *Macrosteles laevis* Rib., *Psammotettix striatus* L., *Aphis crassivora* Koch., *Sitobion avenae* F., *Schizaphis graminum* Rond., *Acyrtosiphon pisum* Harris., *Nabis ferus* L., *Orius niger* Wolff., *Polymerus cognatus* Fieb., *P. vulneratus* Pz., *Lygus pratensis* L., *Adelphocoris lineolatus* Gz., *Dolycoris*

baccarum L., *Eurygaster integriceps* Put., *Aelia acuminata* L., *A. rostrata* Boh., *Aeolothrips intermedius* Bagn., *Kakothrips robustus* Uz., *Thrips tabaci* Lind., *Haplothrips tritici* Kurd., *Poecilus puncticollis* Dej., *Harpalus rufipes* De Geer., *H. distinguendus* Duft., *Silpha obscura* L., *Margarinotus bipustulatus* Schrank., *Anisoplia austriaca* Hbst., *A. segetum* Hbst., *Agriotes gurgistanus* Fald., *A. medvedevi* Dol., *Malachius aeneus* L., *Adonia variegata* Gz., *Coccinella septempunctata* L., *Plagionotus floralis* Pall., *Lema melanopus* L., *Phyllotreta vittula* Redt., *Chaetocnema aridula* Gyll., *Apion apricans* Hbst., *Stenopterapion tenue* Kby., *Sitona callosus* Gyll., *S. crinitus* Hbst., *S. lineatus* L., *Phytonomus variabilis* Hbst., *Tychius flavus* Beck., *Pyrausta sticticalis* L., *Agrotis segetum* Schiff., *Heliothis virescens* Hfn., *Apamea anceps* Schiff., *A. sordens* Hfn., *Chrysopa carnea* Steph., *Pachynematus clytellatus* Lep., *Bathyplectes curculionis* Thoms., *Pimpla instigator* F., *Lissonota nitida* Grav., *Rogas dimidiatus* Spin., *Andrena figurata* Latr., *Melitturga clavicornis* Latr., *Halictus petellatus* F., *H. robicundus* Christ., *Rhopitoides canus* Ev., *Eucera clypeata* Erichs., *Bruchophagus roddi* Guss., *Tetrastichus bruchophagii* Ash., *Trissolcus grandis* Thoms., *T. vassilievi* Mayr., *Telenomus strelzowi* Vassil., *Mayetiola destructor* Say., *Contarinia medicaginis* Kff., *Dasyneura ignorata* Wachtl., *Oscinella frit* L., *O. pusilla* Mg., *Syrphus ribesii* L., *Metasyrphus corollae* F., *Clytiomyia helluo* F., *Tachina fera* L., *T. orientalis* Zim., *Isomera cinerascens* Rond.

Минимальное количество видов среди агроценозов (771) отмечено на кукурузе. Также, по сравнению с посевами других полевых культур, обеднен и доминирующий комплекс, представленный 26 видами насекомых: *Gryllus desertus* L., *Calliptamus italicus* L., *Oedipoda miniata* Pall., *O. coerulescens* L., *Rhopalosiphum maidis* Fitch., *Schizaphis graminum* Rond., *Rungia maydis* Pass., *Nabis ferus* L., *Aelia acuminata* L., *Aeolothrips intermedius* Bagn., *Thrips tabaci* Lind., *Calathus halensis* Shall., *Harpalus rufipes* De Geer., *Pentodon idiota* Hbst., *Selatosomus latus* F., *Agriotes medvedevi* Dol., *Adonia variegata* Gz., *Tentyria nomas* Pall., *Pedinus femoralis* L., *Opatrum sabulosum* L., *Ostrinia nubialis* Hbn., *Agrotis segetum* Schiff., *Spodoptera exiqua* Hbn., *Chrysopa carnea* Steph., *Syrphus ribesii* L., *Metasyrphus corollae* F.

Энтомофауна других пропашных культур (соя, свекла, картофель) представлена практически одним и тем же комплексом доминирующих видов: *Gryllus desertus* L., *Calliptamus italicus* L., *Aphis* sp., *Nabis ferus* L., *Polymerus cognatus* Fieb., *P. vulneratus* Pz., *Dolycoris baccarum* L., *Aeolothrips intermedius* Bagn., *Thrips tabaci* Lind., *Bembidion properans* Steph., *Poecilus puncticollis* Dej., *Harpalus rufipes* De Geer., *H. distinguendus* Duft., *Pentodon idiota* Hbst., *Amphimallon solstitialis* L., *Selatosomus latus* F., *Agriotes gurgistanus* Fald., *A. medvedevi* Dol., *Adonia variegata* Gz., *Tentyria nomas* Pall., *Pedinus femoralis* L., *Opatrum sabulosum* L., *Pimelia subglobosa* Pall., *Phyllotreta vittula* Redt., *Ostrinia nubialis* Hbn., *Pyrausta sticticalis* L., *Agrotis segetum* Schiff., *Chrysopa carnea* Steph., *Syrphus ribesii* L., *Metasyrphus corollae* F., *Tachina vernalis* R.-D.

Дополнительно в состав доминирующего комплекса картофеля включается *Leptinotarsa decemlineata* Say., свеклы – *Pachnophorus tessellatus* Duft., *Chaetocnema tibialis* Ill., *Cassida nebulosa* L., *Tanymecus palliatus* F., *Bothynoderes*

foveicollis Gebl., *B. punctiventris* Germ., *Spodoptera exigua* Hbn. Соя в регионе является новой культурой, поэтому формирование энтомокомплексов на ней только начинается, дополнительно к основному ядру видов-доминантов на культуре отмечены *Etiella zincenella* Tr. и *Helicoverpa armigera* Hbn.

Наряду с увеличением видового разнообразия энтомокомплексов, в орошаемых условиях существенно меняется их трофическая структура. При проведении сравнительных учетов численности энтомофауны установлено, что на орошении относительная численность хищных и паразитических видов насекомых оказалась более чем в 7 раз выше, чем на богаре. Соотношение общей численности энтомофагов и фитофагов составляет здесь 1 : 1,9, тогда как в агроценозах без орошения – 1 : 6,1 [6, 7].

Заключение. Таким образом, установлено, что в условиях орошения формируются более стабильные сообщества насекомых за счет увеличения их биоразнообразия, с одной стороны, и за счет оптимизации их структуры – с другой.

Положительное влияние орошения на увеличение разнообразия их растительного и животного компонентов происходит из-за оптимизации параметров микроклимата посевов и почвы в аридных условиях юго-востока России. При этом в мелиорированных агроландшафтах создаются благоприятные условия для расширения спектра обитающих здесь беспозвоночных (от типичных ксерофилов до мезо- и гигрофилов), увеличивается число и разнообразие микро-стаций (каналы, водосбросы, пруды-накопители и др.), что повышает устойчивость агроландшафта. По нашим данным состав фауны насекомых орошаемых агроландшафтов Нижнего Поволжья насчитывает 1723 вида, из них 1435 видов указаны для агроценозов и 1583 вида – для естественных биотопов. Значительно ниже видовое обилие энтомологических сообществ неорошаемых агроценозов, включающее менее тысячи видов.

Библиографический список

1. Артохин К.С. Метод кошения энтомологическим сачком / К.С. Артохин // Защита и карантин растений. – 2010. – №11. – С. 45-48.
2. Афонина В.М. Биоразнообразие и агроэкосистема / В.М. Афонина, В.Б. Чернышев // Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов: мат. докладов V Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием, г. Махачкала, 25 марта 2017 г. / Дагестанский государственный педагогический университет. – Махачкала, 2017. – С. 166-169.
3. Дудкин И.В. Экологические аспекты формирования систем земледелия и защиты растений / И.В. Дудкин, В.М. Дудкин, А.Я. Айдиев, Н.И. Стрижков, Т.А. Дудкина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №7. – С. 2-7.
4. Зубков А.Ф. Агробиогеоценология – методология полевой защиты растений. К 80-летию агробиоценологических исследований ВИЗР / А.Ф. Зубков // Вестник защиты растений. – 2015. – №4 (86). – С. 59-61.
5. Зубков А.Ф. Агробиоценология на 80-м году своего развития и ее мето-

дологическая роль в естествознания агроэкосистем / А.Ф. Зубков. – Санкт-Петербург: ВИЗР, 2015. – 115 с.

6. Карпова Т.Л. Особенности формирования энтомокомплексов в орошаемых севооборотах Волго-Донского междуречья / Т.Л. Карпова, О.П. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №3 (51). – С. 152-157.

7. Комаров Е.В. Роль ирригации в повышении биоразнообразия энтомокомплексов орошаемых агроландшафтов / Е.В. Комаров, О.П. Комарова // Агроэкология, мелиорация и защитное лесоразведение: мат. междунар. науч.-практич. конф., Волгоград, 18-20 октября 2018 г. / Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук. - Волгоград, 2018. – С. 387-391. – EDN YOYVWNN.

8. Комаров Е.В. Управление энтомокомплексами сельскохозяйственных культур при орошении / Е.В. Комаров, О.П. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – №2 (66). – С. 111-118. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-02-13. – EDN ASCSSA.

9. Комарова О.П. Биоразнообразие энтомологических сообществ в орошаемых агроландшафтах Нижнего Поволжья / О.П. Комарова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – №1-2 (103). – С. 121-123.

10. Комарова О.П. Основные принципы экологической защиты растений в орошаемых агроландшафтах / О.П. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – №1 (61). – С. 144-152. – DOI 10.32786/2071-9485-2021-01-14. – EDN WBYCVZ.

11. Соколов М.С. Экологизация защиты растений / М.С. Соколов, О.А. Монастырский, Э.А. Пикушова; под ред. и с предисл. акад. РАСХН В.А. Захаренко. – Пушино, 1994. – 462 с.

12. Черников В.А. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев, И.Г. Грингоф [и др.]. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

13. Чернышев В.Б. Биотопы и пространственная организация сообществ членистоногих / В.Б. Чернышев [и др.] // Зоологический журнал. – 2010. – Т. 89. – №4. – С. 501-504.

14. Чернышев В.Б. Экология насекомых / В.Б. Чернышев. – М.: МГУ, 2006. – 208 с.

15. Шпанев А.М. Становление, развитие и перспективы агробиоценологических исследований / А.М. Шпанев // Защита и карантин растений. – 2019. – №11. – С. 3-6.

16. Юрченко Е.Г. Изучение микопатосистем многолетних агроценозов на основе биоценологического методологического подхода / Е.Г. Юрченко [и др.] // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2019. – Т. 25. – С. 169-174.

17. Barber H. Traps for cave-inhabiting insects / H. Barber // J. Elisha Mitchell Sci. Soc. – 1931. – 46, No.3. – P. 259-266.

18. Mykhailenko I.L. Method to study soil mesofauna as part consortium ecosystem / I.L. Mykhailenko, O.M. Smetana // Питання біоіндикації та екології. – 2014. – №19-1. – С. 151-156.

Bibliographic list

1. Artohin K.S. Entomological sweep-net method / K.S. Artohin // Zashhita i karantin rastenij. 2010. – No.11. – P. 45-48.

2. Afonina V.M. Biodiversity and agroecosystem / V.M. Afonina, V.B. Chernyshev // Bioraznoobrazie i racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov: materialy dokladov V Vserossijskoj zaochnoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Mahachkala, 25 marta 2017 g. / Dagestanskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet. – Mahachkala, 2017. – P. 166-169.

3. Dudkin I.V. Environmental aspects of farming and plant protection systems / I.V. Dudkin [et al.] // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2017. – No.7. – P. 2-7.

4. Zubkov A.F. Agrobiocenology in the 80th year of its development and its methodological role in the natural science of agroecosystems / A.F. Zubkov. – Sankt-Peterburg: VIZR, 2015. – 115 p.

5. Zubkov A.F. Agrobiogeocenology is a methodology for field protection of plants. To the 80th anniversary of agro-biocenological research of VIZR / A.F. Zubkov // Vestnik zashhity rastenij. – 2015. – No.4 (86). – P. 59-61.

6. Karpova T.L. Features of the formation of entomocplexes in irrigated crop rotations of the Volga-Don interfluve / T.L. Karpova, O.P. Komarova // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2018. – No.3 (51). – P. 152-157.

7. Komarov E.V. The role of irrigation in increasing the biodiversity of entomocomplexes of irrigated agricultural landscapes / E.V. Komarov, O.P. Komarova // Agrojekologija, melioracija i zashhitnoe lesorazvedenie: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Volgograd, 18-20 oktjabrja 2018 g. – Volgograd: Federal'nyj nauchnyj centr agrojekologii, kompleksnyh melioracij i zashhitnogo lesorazvedenija Rossijskoj akademii nauk, 2018. – P. 387-391. – EDN YOVWNN.

8. Komarov E.V. Management of entomocomplexes of agricultural crops during irrigation / E.V. Komarov, O.P. Komarova // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2022. – No.2 (66). – P. 111-118. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-02-13. – EDN ASCSSA.

9. Komarova O.P. Phytosanitary monitoring in irrigated agricultural landscapes of the Lower Volga region / O.P. Komarova // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. – 2019. – No.11. – P. 9-14.

10. Komarova O.P. Osnovnye principy jekologicheskoy zashhity rastenij v oroshaemyh agrolandshaftah / O.P. Komarova // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2021. – No.1 (61). – P. 144-152. – DOI 10.32786/2071-9485-2021-01-14. – EDN WBYCVZ.

11. Sokolov M.S. Greening plant protection / M.S. Sokolov, O.A. Monastyrskij, Je.A. Pikushova; pod red. i s predisl. akad. RASHN V.A. Zaharenko. – Pushhino, 1994. – 462 p.
12. Chernikov V.A. Agroecology / V.A. Chernikov [et al.]. – M.: Kolos, 2000. – 536 p.
13. Chernyshev V.B. Biotopes and spatial organization of arthropod communities / V.B. Chernyshev [et al.] // Zoologicheskij zhurnal. – 2010. – T. 89. – No.4. – P. 501-504.
14. Chernyshev V.B. Environmental protection of plants. Arthropods in the agroecosystem: a textbook / V.B. Chernyshev. - M.: Izd-vo MGU, 2001. - 136 p.
15. Shpanev A.M. Formation, development and prospects of agrobiocenological research / A.M. Shpanev // Zashhita i karantin rastenij. – 2019. – No.11. – P. 3-6.
16. Jurchenko E.G. Study of mycopathosystems of perennial agrocenoses based on a biocenotic methodological approach/ E.G. Jurchenko [et al.] // Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo centra sadovodstva, vinogradarstva, vinodelija. – 2019. – T. 25. – P. 169-174.
17. Barber H. Traps for cave-inhabiting insects / H. Barber // J. Elisha Mitchell Sci. Soc. – 1931. – 46, No.3. – P. 259-266.
18. Mykhailenko I.L. Method to study soil mesofauna as part consortium ecosystem / I.L. Mykhailenko, O.M. Smetana // Питання біоіндикації та екології. – 2014. – №19-1. – С. 151-156.

RESOURCE - SAVING PRACTICES IN RICE GROWING

С.А. Курбанов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Д.С. Магомедова², доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН

¹*Дагестанский государственный аграрный университет, г. Махачкала, Россия*

²*Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, г. Махачкала, Россия*

S.A. Kurbanov¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

D.S. Magomedova², Doctor of Agricultural Sciences, Professor RAS

¹*Dagestan State Agrarian University, Makhachkala, Russia*

²*Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia*

Аннотация: Развитие рисоводства, как фактора мелиорации засоленных земель Республики Дагестан, начатое в 60...70-е годы прошлого столетия, позволило решить проблему освоения и эффективного использования засоленных земель Прикаспийской низменности в низовьях рек Терека и Сулака. Освоение сильнозасоленных солончаковых почв дельты реки Терек через культуру риса позволило ввести в сельскохозяйственный оборот ранее неиспользуемые малопродуктивные засоленные земли. Однако урожайность культуры, несмотря на рассоление почвогрунтов и снижение минерализации грунтовых вод почти в 1,5 раза, была на невысоком уровне – 1,5...2,5 т/га. Связано это с низким уровнем обеспеченности рисоводческих хозяйств сельскохозяйственной техникой, особенно для проведения текущей и восстановительной планировки, что приводит к нарушению сроков проведения агротехнических приемов при возделывании риса. Существенные различия в естественном плодородии засоленных почв Дагестана обуславливают необходимость повышения адаптивности рисоводства и, в первую очередь, более дифференцированного использования природных факторов, приспособительных особенностей сортов риса, способов обработки почвы и др. Главной проблемой рисоводства республики является обеспечение экономической эффективности и устойчивости производства при одновременном снижении энергетических затрат. Это и определяет главное направление разработки отдельных приемов и в целом ресурсосберегающей технологии возделывания риса – системный подход к регулированию рисового агроценоза. В связи с этим, одним из решающих условий повышения урожайности риса и эффективности отрасли является внедрение новых высокопродуктивных сортов, рациональное применение ресурсосберегающих и экологически безопасных агротехнических приемов возделывания риса, в т. ч. способов посева, норм высева, совершенствование системы обработки почвы, системы удобрений, структуры посевных площадей рисовых севооборотов, способов защиты от сорной

растительности и др. Эти соображения легли в обоснование направления исследований, методологии и условий проведения полевых опытов по разработке адаптивной технологии возделывания риса на засоленных почвах равнинной Республики Дагестан.

Ключевые слова: сроки распашки пласта, засоренность посевов, сорта риса, нормы высева, режим орошения, энергетическая и экономическая оценка.

Abstract: The development of rice growing, as a factor in the amelioration of saline lands of the Republic of Dagestan, begun in the 60–70s of the last century, made it possible to solve the problem of the development and efficient use of saline lands of the Caspian lowland in the lower reaches of the Terek and Sulak rivers. The development of highly saline solonchak soils of the Terek river delta through the cultivation of rice made it possible to introduce previously unused unproductive saline lands into agricultural circulation. However, the crop yield, despite the desalinization of soils and a decrease in groundwater salinity by almost 1.5 times, was at a low level - 1.5 ... 2.5 t / ha. This is due to the low level of provision of rice farms with agricultural machinery, especially for current and restoration planning, which leads to a violation of the timing of agricultural practices in rice cultivation. Significant differences in the natural fertility of saline soils in Dagestan necessitate an increase in the adaptability of rice growing and, first of all a more differentiated use of natural factors, adaptive features of rice varieties, methods of tillage, etc. The main problem of rice growing in the republic is to ensure eco- economic efficiency and sustainability of production while reducing energy costs. This determines the main direction in the development of individual techniques and, in general, resource-saving rice cultivation technology - a systematic approach to the regulation of rice agrocenosis. In this regard, one of the decisive conditions for increasing the yield of rice and the efficiency of the industry is the introduction of new highly productive varieties, the rational use of resource-saving and environmentally friendly agricultural practices for rice cultivation, including sowing methods, seeding rates, -improvement of the tillage system, fertilizer system, structure of sown areas of rice crop rotations, methods of protection against weeds, etc. These considerations formed the basis for the direction of research, methodology and conditions for conducting field experiments to develop an adaptive cultivation technology rice on saline soils of the flat zone of the Republic of Dagestan.

Key words: terms of plowing the reservoir, contamination of crops, rice varieties, seeding rates, irrigation regime, energy and economic assessment.

Введение. Рис – одна из основных и ценнейших на земном шаре культур пищевого назначения, которым питается более 2 млрд. человек в Азии и сотни миллионов людей на других континентах [12]. В Республике Дагестан рисоводство всегда было одной из ведущих направлений растениеводства, однако сложные экономические условия сельскохозяйственных товаропроизводителей привели к резкому сокращению в 3,5 раза площадей (7,3 тыс. га в 2004 г.) и снижению урожайности культуры в 1,5 раза (до 2,1 т/га). Государственная поддержка в последние годы оказала существенное влияние на возрождение отрас-

ли и к 2021 г. площади возросли до 26,4 тыс. га при валовом сборе 119 тыс. т и урожайности – до 4,5 т/га [10], а к 2025 г. должно быть произведено 160 тыс. т зерна. Однако по средней урожайности риса Дагестан отстает от среднероссийского уровня – 5,8 т/га, в связи с чем, основные исследования были направлены на подбор интенсивных сортов риса, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям и положительно реагирующим на ресурсосберегающие приемы агротехники [5, 6].

Материал и методы. Для совершенствования приемов технологии возделывания риса на землях ОПХ «Путь Ленина» и ГУП «Мелиоратор» Кизлярского района Дагестана были заложены различные полевые опыты. Опыты проводились на луговых тяжелосуглинистых солончаковых почвах, плотность сложения – 1,27...1,35 т/м³, содержание гумуса – 1,5...2,3%, подвижного фосфора – 25...28 мг/кг и обменного калия – 200...300 мг/кг почвы. Реакция почвенного раствора щелочная, содержание водорастворимых солей колеблется в пределах 0,6...1,1%, грунтовые воды слабо минерализованы и залегают на глубине 1,7...2,0 м. Методика наблюдений, учетов и анализов общепринятая с использованием современных приборов для контроля над почвенными параметрами, ростом и развитием растений [3].

В последние годы, ввиду ухудшения материально-технической обеспеченности и финансового положения хозяйств, практикуемые в рисосеющих хозяйствах 7...8-польные зернотравяные севообороты, где рис занимал 4...5 полей севооборота, трансформируются в севообороты с 2...4 полями риса, продолжительностью использования люцерны до 3...4 лет, вместо риса вводятся поля озимой пшеницы [9]. Люцерна является лучшим предшественником для риса, однако срок распашки пласта люцерны в рисовом севообороте остается дискуссионным, в связи с чем, на землях ОПХ «Путь Ленина» был заложен однофакторный полевой опыт по следующей схеме: 1 – осенняя вспашка на 0,28...0,30 м после 3 укоса люцерны 3 года пользования, контроль; 2 – сидерация зеленой массы 3 укоса люцерны; 3 – весновспашка после 1 укоса люцерны 4 года пользования; 4 – сидерация 1 укоса люцерны 4 года пользования.

Одной из основных составляющих элементов ресурсосберегающей технологии возделывания риса, является установление оптимальной нормы высева, зависящей как от биологических особенностей сорта, так и от уровня агротехники. В большинстве рисосеющих хозяйств республики норма высева колеблется в пределах 5...7 млн. всхожих семян/га. Учитывая, что интенсивные сорта риса обладают повышенной кустистостью, была поставлена задача – установить сорт, обладающий наибольшей экологической пластичностью на уменьшение нормы высева. С этой целью при безгербицидной технологии был заложен полевой опыт на трех сортах (Лиман, Регул и Дагестан-2) по следующей схеме: 1 – 6 млн. шт./га, контроль; 2 – 4,5 млн. шт./га и 3 – 3,0 млн. шт./га.

В Дагестане рис возделывают при укороченном и постоянном затоплении, которое наиболее эффективно на засоленных почвах, так как создаются благоприятные условия и для рассоления почвы, и для гибели сорняков. Однако на засоленных почвах оросительная норма доходит до 20...25 тыс. м³/га [1, 5], а при укороченном затоплении оросительная норма снижается на 10...20% [2], но

при этом возникает проблема борьбы сорняками, что требует применения гербицидов. Для установления эффективности способа затопления чеков был заложен полевой опыт по схеме: 1 – укороченное затопление, контроль; 2 – постоянное затопление в период «наклеивание семян-кущение» слоем воды 0,05 м; 3 – тоже, но слоем 0,10 м; 4 – тоже, но слоем 0,15 м.

Результаты и обсуждение. Люцерна в рисовом севообороте помимо повышения плодородия почвы, выполняет важную мелиорирующую функцию биологического дренажа, предотвращая и вторичное засоление, и заболачивание орошаемых земель, поэтому срок ее использования в севообороте имеет большое значение. Изучаемые сроки распашки пласта люцерны оказали существенное влияние на динамику основных элементов питания в пахотном слое почвы, всхожесть и густоту стояния, фотосинтетическую деятельность и засоренность посевов, урожайность и качество зерна риса.

Большее количество основных элементов питания оказалось на 2 и 4 вариантах с сидерацией. Сидерация, особенно 1 укоса люцерны 4 года пользования, вместо внесения минеральных удобрений нормой $N_{60}P_{90}$ увеличила к фазе кущения содержание аммиачного азота до 38,7 мг/кг почвы при 22,1 мг/кг почвы на контроле, подвижного фосфора – 39,1 и 24,2 мг/кг почвы соответственно, обменного калия – 490 и 440 мг/кг почвы (контроль). При этом сидерацию проводили за неделю до сева люцерны, так как при большем разрыве между сидерацией и посевом, по мнению ряда авторов [4, 15], может произойти преждевременная минерализация азота с накоплением нитратов, теряемых после затопления поля.

Вариант с сидерацией 1 укоса люцерны 4 года пользования обеспечил повышение полевой всхожести семян риса на 2,5%, количества продуктивных стеблей на 29,6% при росте кустистости с 1,72 (контроль) до 2,11. Улучшение пищевого режима способствовало активизации фотосинтетической деятельности посевов на 4 варианте, которое способствовало росту накопления фотосинтетического потенциала на 7,2%, чистой продуктивности фотосинтеза на 8,2% и увеличению накопления сухого вещества на 16,3% по сравнению с контролем. Необходимо также отметить существенное на 23,5% снижение засоренности посевов, что в комплексе сказалось на росте урожайности риса и качестве зерна (таблица 1).

Таблица 1 - Урожайность и качество зерна риса при различных сроках распашки пласта люцерны

Варианты распашки пласта люцерны	Масса зерна с 1 метелки, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Стекловидность, %	Выход крупы, %	Содержание целого ядра, %	Трещиноватость, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1, контроль	2,2	32,1	4,91	87	69	75	18
2	2,3	33,4	5,72	88	70	80	18

1	2	3	4	5	6	7	8
3	2,2	32,6	5,41	88	70	82	17
4	2,4	33,8	6,02	90	71	85	16

Таким образом, трехлетние исследования показали, что наилучшим сроком разделки пласта многолетней люцерны в рисовом севообороте является весенняя сидерация измельченной массы люцерны 1 укоса, которая позволяет сэкономить 150 кг д. в. минеральных удобрений и получить высокий урожай зерна риса на уровне 6 т/га без снижения качественных показателей зерна.

Результаты второго полевого опыта показали, что одним из приемов ресурсосбережения при возделывании риса может стать норма высева. Норма высева семян зависит от биологических особенностей сорта, посевных качеств семян, сроков и способов посева, качества обработки почвы и других факторов [11, 13, 14, 16]. Величина урожая определяется числом продуктивных побегов, озерненностью метелки и массой зерновок.

Анализ полученных данных полевой всхожести семян различных сортов риса не выявил существенных различий между сортами, так и нормами высева. Отмечено, что уменьшение нормы высева на 25%, независимо от сорта, приводит к снижению густоты стояния на 5,5% и количества продуктивных стеблей на 4,2%. Среди сортов более пластичным оказался сорт Дагестан-2, у которого отмечена наибольшая кустистость – 2, 01 и лучшая озерненность метелки (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние сортов и норм высева на структуру урожая и урожайность риса

Сорта	Норма высева, млн. шт./га	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в метелке, шт.	Пустозерность, %	Масса 1000 семян, г.	Урожайность, т/га
Лиман	6,0	313	69	11,5	23,3	5,03
	4,5	285	70	12,5	23,2	4,64
	3,0	271	68	13,9	23,7	4,38
Регул	6,0	306	72	15,3	25,1	5,51
	4,5	303	70	16,7	25,2	5,38
	3,0	275	67	19,3	25,5	4,71
Дагестан-2	6,0	322	82	9,0	24,7	6,54
	4,5	315	81	8,5	24,7	6,29
	3,0	318	63	10,1	25,1	4,93

Представленные в таблице данные свидетельствуют о том, что при безгербицидной технологии возможно снижение нормы высева на 25% (до 4,5 млн. шт./га), обеспечивающее у сортов Регул и Дагестан-2 урожайность на уровне 5,4...6,3 т/га, что подтверждается и расчетами экономической эффективности.

В последние годы широко обсуждаются вопросы, связанные с внедрением органического земледелия и возможностью получения экологически чистой

продукции. В этой связи полевой опыт на трех сортах риса по установлению эффективности постоянного затопления чеков различным слоем воды в период «наклевание семян-кущение» без применения гербицидов, по сравнению с укороченным затоплением, представляет определенный практический интерес.

Исследованиями было установлено, что укороченное затопление риса имеет бесспорное преимущество перед вариантами с постоянным затоплением по густоте стояния растений, количеству продуктивных стеблей, некоторым показателям фотосинтетической деятельности, но лишь в том случае, когда посеы обрабатываются гербицидами. Без применения гербицидов эффективность укороченного затопления нивелируется, а по некоторым показателям уступает вариантам с постоянным затоплением, особенно с поддержанием слоя воды 0,05 м в период «наклевание семян-кущение». В частности, при поддержании слоя воды 0,05 м в среднем по сортам на 21,3% возрастает накопление сухой биомассы, увеличивается на 31,8% чистая продуктивность фотосинтеза и на 23,2% КПД ФАР, а количество сорняков не превышало экономический порог вредоносности.

Количество урожая и его качество являются основными показателями реакции риса на применяемые приемы агротехники и, в частности, на сорта и режим затопления (таблица 3).

Таблица 3 - Урожайность сортов риса при различных режимах орошения, т/га

Сорта	Режим орошения	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в метелке, шт.	Пустозерность, %	Масса 1000 семян, г.	Урожайность, т/га
Лиман	укороченное	324	53	13,1	23,4	4,04/5,78*
	слой 0,05 м	290	75	12,0	23,5	5,14/5,26
	слой 0,10 м	266	74	12,0	23,5	4,61/4,41
	слой 0,15 м	181	101	11,2	23,6	4,31/4,03
Регул	укороченное	282	59	17,2	25,7	4,25/6,06
	слой 0,05 м	280	76	16,7	25,6	5,43/5,05
	слой 0,10 м	255	73	15,3	25,8	4,82/4,97
	слой 0,15 м	172	101	14,4	25,8	4,47/4,54
Дагестан-2	укороченное	285	73	8,8	25,3	5,24/6,91
	слой 0,05 м	282	85	7,7	25,3	6,09/6,18
	слой 0,10 м	249	85	7,9	25,5	5,38/5,63
	слой 0,15 м	168	111	6,9	25,6	4,78/5,25

* - в знаменателе – урожайность при применении гербицидов

При укороченном затоплении и применении гербицидов урожайность на всех сортах выше, чем при постоянном затоплении. Переход на режим постоянного затопления чеков способствует удлинению метелки на 1,9...7,3%, повышению ее озерненности на 7,1...9,9% и соответственно росту урожайности на 0,85...1,18 т/га экологически чистого риса, а максимальная урожайность достигнута сортами Регул и Дагестан-2 – 5,4 и 6,1 т/га соответственно.

Для оценки эффективности режима орошения риса мы определили коэффициент использования поливной воды (КИВ), который независимо от сортов, самым низким оказался при постоянном затоплении и поддержании слоя воды 0,05 м в период «наклевание семян-кущение» - 3754 м³/т, что на 6,7% ниже, чем при укороченном затоплении.

Заключение. Результаты исследований показали, что к приемам ресурсосбережения при возделывании риса можно отнести сидерацию 1 укоса люцерны 4 года пользования, позволяющую сэкономить 150 кг д. в. минеральных удобрений и получить высокий урожай зерна риса на уровне 6 т/га без снижения качественных показателей зерна; при безгербицидной технологии снизить посевную норму на 25% и перейти на режим постоянного затопления с поддержанием слоя воды 0,05 м в период «наклевание семян-кущение», что обеспечивает получение экологически чистой продукции на уровне 5,4...6,3 т/га.

Библиографический список

1. Величко В.В. Технология получения высоких урожаев риса / В.В. Величко, Б.Б. Шумаков. – М.: Колос, 1984. – 121 с.
2. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие / Н.Г. Воронин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Конохова В.П. Учебная книга рисовода / В.П. Конохова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.
5. Кружилин И.П. Возделывание разных по спелости сортов риса по инновационной технологии при поливе дождеванием / И.П. Кружилин [и др.] // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур: мат. междунар. науч.-практич. конф., Краснодар, 26-27 августа 2021 г. – Краснодар: ЭДВИ, 2021. – С. 264-267.
6. Кружилин И.П. Обоснование водного режима почвы и регламента поливов аэробного риса / И.П. Кружилин, А.Е. Новиков, Н.Н. Дубенок // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – №1. – С. 62-66.
7. Курбанов С.А. Ресурсосберегающая технология возделывания интенсивных сортов риса / С.А. Курбанов, Н.Р. Магомедов, Д.С. Магомедова. – Махачкала: Дагестанский ГАУ, 2015. – 201 с.
8. Магомедов Н.Р. Формирование урожая новых сортов риса в условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана / Н.Р. Магомедов [и др.] // Плодородие. – 2020. – №4. – С. 56-59.
9. Региональная модель адаптивно-ландшафтной системы земледелия Республики Дагестан. – Махачкала: ИД «Эпоха», 2010. – 368 с.
10. Сельское хозяйство Дагестана. 2021. – Махачкала: МСХ и П РД, 2022. – 28 с.
11. Смыков А.В. Продуктивность и режим орошения риса в зависимости от способов сева в условиях Сарпинской низменности / А.В. Смыков, М.М. Ду-

даков // Актуальные проблемы развития АПК: материалы МНПК 19-21 апреля 2005 г. – Волгоград: ВГСХА, 2005. – С. 216-219.

12. Харитонов Е.М. О дальнейшем развитии рисоводства / Е.М. Харитонов // Вестник РАСХН. – 2005. - №1. – С. 11-12.

13. Харитонов Е.М. Физиологические аспекты повышения урожайности риса / Е.М. Харитонов [и др.] // Доклады РАСХН. – 2006. – №4. – С. 7-10.

14. Чамышев А.В. Агрэкологические основы выращивания риса в Поволжье: монография / А.В. Чамышев. – Саратов: Сарат. ГСЭУ, 2003. – 124 с.

15. Шеуджен А.Х. Азот в почвах рисовых полей / А.Х. Шеуджен [и др.] // Земледелие. – 2020. - №8. – С. 15-19.

16. Solodunov A.A. Monitoring of flooding of rice irrigation systems via laser scanning and digital imaging / A.A. Solodunov, S.K. Pshidatok, M.A. Bandurin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – 012101 p.

Bibliographic list

1. Velichko V.V. Technology for obtaining high yields of rice / V.V. Velichko, B.B. Shumakov. – M.: Kolos, 1984. – 121 p.

2. Voronin N.G. Irrigated agriculture / N.G. Voronin. – M.: Agropromizdat, 1989. – 336 p.

3. Dosphehov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dosphehov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.

4. Konohova V.P. Educational book of a rice farmer / V.P. Konohova. – M.: Agro-promizdat, 1990. – 239 p.

5. Kruzhilin I.P. Cultivation of rice varieties of different ripeness according to innovative technology for sprinkling irrigation / I.P. Kruzhilin [et al.]// Breeding, seed production, technology of cultivation and processing of agricultural crops : Materials of the International scientific and practical conference, Krasnodar, August 26-27, 2021 g. – Krasnodar: EDVI, 2021. – P. 264-267.

6. Kruzhilin I.P. Justification of the water regime of the soil and the regulations of irrigation of aerobic rice / I.P. Kruzhilin, A.E. Novikov, N.N. Dubenok // Vestnik of the Russia agricultural science. – 2021. – No.1. – P. 62-66.

7. Kurbanov S.A. Resource-saving technology of intensive rice cultivation / S.A. Kurbanov, N.R. Magomedov, D.S. Magomedova. – Mahachkala: Izd-vo Dagestanskogo GAU, 2015. – 201 p.

8. Magomedov N.R. Formation of a crop of new rice varieties in the conditions of the Tersko-Sulak subprovincion of Dagestan / N.R. Magomedov [et al.] // Plodorodie. – 2020. – No.4. – P. 56-59.

9. Regional model of adaptive landscape system of agriculture of the Republic of Dagestan. – Mahachkala: ID «Jepoha», 2010. – 368 p.

10. Agriculture of Dagestan. 2021. – Mahachkala: Izd-vo MSH i P RD, 2022. – 28 h.

11. Smykov A.V. Productivity and irrigation regime of rice depending on the methods of sowing in the conditions of the Sarpinsk lowland / A.V. Smykov, M.M.

Dudakov // Aktual'nye problemy razvitija APK: materialy MNPK, 19-21 April 2005 g. – Volgograd: VGSHA, 2005. – P. 216-219.

12. Haritonov E.M. On the further development of rice farming / E.M. Haritonov // Vestnik of the Russia agricultural science. – 2005. – No.1. – P. 11-12.

13. Haritonov E.M. Physiological aspects of increasing rice yield / E.M. Haritonov [et al.] // Doklady RASHN. – 2006. – No.4. – P. 7-10.

14. Chamyshev A.V. Agroecological foundations of rice cultivation in the Volga region: monograph / A.V. Chamyshev. – Saratov: Sarat. GSJeU, 2003. – 124 p.

15. Sheudzhen A.H. Nitrogen in the soils of rice fields / A.H. Sheudzhen [et al.] // Zemledelie. – 2020. – No.8. – P. 15-19.

16. Solodunov A.A. Monitoring of flooding of rice irrigation systems via laser scanning and digital imaging / A.A. Solodunov, S.K. Pshidatok, M.A. Bandurin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – 012101 p.

**ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
НА МАЛОПРОДУКТИВНЫХ ПЕСЧАНЫХ ЗЕМЛЯХ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ**

**CULTIVATION OF CROPS ON UNPRODUCTIVE SANDY LANDS
OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN REGION**

Д.С. Магомедова¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

С.А. Курбанов², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

З.К. Рабданова²

М.С. Сулейманов²

¹*ФГБНУ «ФАНЦ РД», г. Махачкала, Россия*

²*ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, Россия*

D.S. Magomedova¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

S.A. Kurbanov², Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Z.K. Rabdanova²

M.S. Suleymanov²

¹*FSBSI "FASC of the RD", Makhachkala, Russia*

²*FSBHI HE Dagestan SAU, Makhachkala, Russia*

Аннотация: Площадь песчаных почв в Терско-Кумской полупустыне, составляет 450,1 тыс. га, которая практически не используется в сельском хозяйстве или имеет ограниченное использование. В связи с этим разработаны элементы технологии возделывания озимого чеснока, столовой моркови, сахарной свеклы и репчатого лука, обеспечивающие на основе капельного орошения получение экономически целесообразных урожаев. В результате исследований определена оптимальная схема размещения капельных линий и капельниц для сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: песчаные земли, озимый чеснок, столовая морковь, сахарная свекла и репчатый лук, биостимулятор, капельное орошение, схема размещения капельниц, подкормки.

Abstract: The area of sandy soils in the Tersko-Kumskaya semi-desert is 450.1 thousand hectares, which is nearly not used in agriculture or has limited use. In this regard, the elements of the cultivation technology of winter garlic, table carrots, sugar beets and onions have been developed, which provide economically feasible crops on the basis of drip irrigation. As a result of the research, the optimal scheme for the placement of drip lines and droppers for crops has been determined.

Key words: sandy lands, winter garlic, table salt, sugar beet and onion, biostimulator, drip irrigation, dropper placement scheme, additional fertilizing.

Введение. Территория Республики Дагестан с ее многообразием почвенно-климатических условий резко отличается от других областей, республик и краев Северного Кавказа и представляет собой довольно сложный объект с позиции ведения сельскохозяйственного производства. Почвенно-картографический учет земель показывает, что площади развеваемых и слабо-закрепленных песков и песчаных почв в Терско-Кумской полупустыне, составляет 450,1 тыс. га или 8,5% площади республики [2]. Этот земельный фонд практически не используется в сельском хозяйстве или имеет ограниченное использование. Земельный вопрос становится особенно острым в условиях рыночной экономики, поскольку почва, как природная экосистема и главное средство сельскохозяйственного производства, имеет особое значение для общества, а ввиду территориальной ограниченности роль ее в перспективе будет возрастать.

Основной принцип освоения песков и песчаных почв – их комплексное использование с учетом зональных климатических условий и свойств песчаных образований конкретной территории. В настоящее время эта зона отгонного животноводства, в меньшей степени используемая для сенокосов и практически неиспользуемая для возделывания сельскохозяйственных культур. В то же время, опыт ряда зарубежных стран [6, 8] и некоторых регионов России [3, 4, 5] свидетельствует о том, что песчаные земли при правильном освоении и использовании могут способствовать развитию земледелия, в том числе орошаемого.

Овощеводство является одной из главных отраслей сельскохозяйственного производства Республики Дагестан, а по валовому производству продукции овощеводства занимает первое место в Российской Федерации [7]. В программе развития отрасли овощеводства республики определено, что ее развитие должно идти по двум направлениям: 1 – повышение урожайности на существующих площадях; 2 – освоение новых земель. Земельный вопрос становится особенно острым в условиях рыночной экономики, поэтому освоение новых земель возможно за счет использования песчаных земель, что имеет большое экологическое и практическое значение. Использование песчаных земель Терско-Кумской полупустыни, ранее не используемых в сельскохозяйственном производстве, создать новую зону овощеводства республики, получить дополнительную продукцию овощеводства и в какой-то мере решить проблемы трудоустройства местного населения.

Учитывая низкое естественное плодородие и узкий диапазон доступной влаги песчаных земель, отсутствие в зоне Терско-Кумской полупустыни достаточных запасов водных ресурсов, развитие орошаемого земледелия возможно только на основе разработки и внедрения новых водосберегающих технологий орошения, к которым относится капельное орошение.

Учитывая высокую водопроницаемость песчаных почв, рекомендуемая для обычных почв технология размещения капельных трубок через 0,7 м неприемлема. Поэтому одной из задач наших исследований при разработке режима орошения сельскохозяйственных культур на песчаных почвах было определение схемы размещения капельных поливных трубок и капельниц в них. Опыт

предусматривал следующую схему размещения поливных трубок и капельниц для столовой моркови, озимого чеснока и лука репчатого:

вариант 1 – 0,4 x 0,3 м, контроль;

вариант 2 – 0,3 x 0,3 м;

вариант 3 – 0,3 x 0,2 м.

Для этих овощных культур при размещении растений по 2 и 3 вариантам необходимо формирование профиля увлажнения с диаметром 0,35 и 0,25 м и глубиной промачивания 0,4 м соответственно. На опытных вариантах поддерживался предполивной порог не ниже 90% НВ, так как на песчаных почвах влажность разрыва капилляров соответствует НВ, который обеспечивался капельными водовыпусками с расходом 2,0 л/ч.

Опытами установлено, что наибольшую площадь увлажнения обеспечивает размещение по схеме 0,3 x 0,2 м, при котором в результате выдачи поливной нормы, происходило смыкание эпюр увлажнения к концу поливного периода. В то время, как при размещении капельниц на поливном трубопроводе через 0,3 м, смыкания не происходило даже после двух часов полива.

Необходимая глубина увлажнения на вариантах достигается за различный интервал времени. Если на контроле и 2 варианте заданная глубина промачивания практически достигалась к концу поливного периода, то при схеме 0,3 x 0,2 м, глубина увлажнения составила в среднем 72% от заданного уровня 0,4 м.

Режим орошения овощных культур зависел от погодных условий, продолжительности вегетационного периода и глубины активного слоя. Глубина активного слоя для овощных культур принималась из расчета 0,4 м. С учетом агрофизических показателей почвы и того положения, что на песчаных почвах состояние наименьшей влагоемкости и нижнего предполивного порога влажности (влажность разрыва капилляров) близки, то поливная норма составила 43 м³/га.

Применение биостимуляторов в засушливых регионах значительно повышает адаптивные свойства и иммунитет сельскохозяйственных растений, увеличивая урожайность и качество продукции [9]. Поэтому другой задачей исследований было изучение биостимулятора роста, оптимизирующего питание и повышающего устойчивость овощных растений к неблагоприятным факторам.

Аридизация климата имеет негативные последствия для овощеводства, основными из которых, по мнению Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства, являются следующие: рост дефицита влаги и атмосферная засуха; ухудшение условий влагообеспеченности в период формирования урожая; сохранение почвенной инфекции, вызванное теплыми зимами; усиление вредоносности болезней и вредителей [1].

Для определения эффективности применения биостимулятора полевой опыт включал два варианта:

вариант 1 – опрыскивание водой, контроль;

вариант 2 – некорневая подкормка биостимулятором роста.

Для некорневой подкормки использовали Биостим Универсал (АО «Щелково Агрохим») – органоминеральное удобрение, жидкий антистрессовый био-

стимулятор нового поколения, произведенный из сырья растительного происхождения, стимулирует вегетативный рост, защиту от абиотических и химических стрессов, обеспечивает быстрое и сбалансированное питание растений, эффективен для регенерации листового аппарата и активации ростовых процессов при механических повреждениях, содержит 10% аминокислот растительного происхождения, 6% азота, 3% калия и 5% серы. Доза применения препарата 2,0 л/га с расходом рабочего раствора 200...400 л/га.

Определяющим фактором выбора той или иной схемы размещения капельных трубок и капельниц, а также применения биостимулятора в них является урожайность овощных культур (таблица).

Таблица - Урожайность овощных культур на песчаных почвах при различных условиях выращивания (*Биостим Универсал)

Культуры	Схемы размещения капельных линий и капельниц, м	Регулятор роста	Урожайность, т/га
Озимый чеснок	0,4 x 0,3, к	вода, к	9,4
		БУ*	10,5
	0,3 x 0,3	вода	10,2
		БУ*	11,6
	0,3 x 0,2	вода	12,5
		БУ*	14,7
Лук репчатый	0,4 x 0,3	вода	16,7
		БУ*	18,4
	0,3 x 0,3	вода	19,2
		БУ*	22,9
	0,3 x 0,2	вода	23,1
		БУ*	26,9
Столовая морковь	0,4 x 0,3	вода	17,9
		БУ*	19,1
	0,3 x 0,3	вода	20,7
		БУ*	22,9
	0,3 x 0,2	вода	22,3
		БУ*	25,2

НСР₀₅ 1,1

Анализ данных по урожайности свидетельствует о том, что для овощных культур на песчаных землях оптимальным является схема размещения 0,3 x 0,2 м, при которой, обеспечиваются лучшие экономические показатели при ресурсосбережении оросительной воды на 30...33%. Некорневая подкормка вегетирующих растений биостимулятором Биостим Универсал ускорила прохождение фенологических фаз, что привело к сокращению вегетационного периода на 3...5 дней независимо от схемы размещения капельных линий и капельниц.

Проведение двух-трех некорневых подкормок в зависимости от культуры биостимулятором Биостим Универсал активизировало работу ассимиляционно-

го аппарата растений озимого чеснока по сравнению с контролем на 12,1...14,0%, репчатого лука - 10,7...13,9%, моркови – 9,3...12,2% в зависимости от схемы размещения. Применение биостимулятора повысило эффективность использования влаги в среднем на 20,1%.

Таким образом, для введения в сельскохозяйственный оборот не используемых песчаных земель Северо-Западного Прикаспия возможно применение капельного орошения, которое при малых поливных нормах позволяет получать экономически оправданные урожаи озимого чеснока, столовой моркови и репчатого лука. Наибольшая урожайность овощных культур обеспечивается при сочетании схемы размещения капельных линий и капельниц 0,3 x 0,2 м и некорневых подкормках Биостим Универсалом.

Библиографический список

1. Алексеева К.Л. Овощеводство России в условиях глобального потепления климата / К.Л. Алексеева, В.А. Борисов // Главный агроном. – 2018. – №1-2. – С. 94-98.
2. Баламирзоев М.А. Научно-прикладные аспекты мелиорации Земель Дагестана / М.А. Баламирзоев [и др.] – Махачкала: Наука-Дагестан, 2014. – 270 с.
3. Гусев Л.И. Опыт выращивания винограда на песках Ставрополя / Л.И. Гусев, П.И. Кулинич // Виноделие и виноградарство СССР. – 1987. – №1. – С. 15-17.
4. Курбанов С.А. Перспективные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях зоны полупустынь / С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова // Наука и образование в Австралии, Америке и Евразии: матер. I Международной науч.-практич. конф., 25 июня 2014 г. – Мельбурн, 2014. – С. 199-201.
5. Маркин М.И. Культура винограда на песках / М.И. Маркин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 125 с.
6. Овощеводство в Израиле: выращивание, управление и маркетинг / Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2005. – №1. – С. 42-45.
7. Сельское хозяйство Дагестана. 2019. – Махачкала: МСХ и П РД, 2020. – 30 с.
8. Эльмер Ф. Научно-агрономические основы длительного использования песчаных почв в севооборотах Германии / Ф. Эльмер // Севооборот в современном земледелии: сб. науч. тр. – М.: ТСХА, 2004. – С. 49-56.
9. Яхин О.И. Биостимуляторы в агротехнологиях: проблемы, решения, перспективы / О.И. Яхин, А.А. Лубянов, И.А. Яхин // Агрехимический вестник. – 2016. - №1. – С. 15-21.

Bibliographic list

1. Alekseeva K.L. Vegetable growing in Russia in the context of global warming / K.L. Alekseeva, V.A. Borisov // Glavnij agronom. – 2018. – No.1-2. – P. 94-98.
2. Balamirzoev M.A. Scientific and applied aspects of land reclamation in Dagestan / M.A. Balamirzoev [et al.]. – Mahachkala: Izdatel'stvo "Nauka-Dagestan", 2014. – 270 p.

3. Gusev L.I. Experience of growing grapes on the sands of Stavropol / L.I. Gusev, P.I. Kulinich // Vinodelie i vinogradarstvo SSSR. – 1987. – No.1. – P. 15-17.
4. Kurbanov S.A. Promising technologies of cultivation of agricultural crops in the conditions of the semi-desert zone / S.A. Kurbanov, D.S. Magomedova // The 1st International Academic Conference «Science and Education in Australia, America and Eurasia: Fundamental and Applied Science» International Agency for the Development of Culture, Education, 25 June 2014. – Melburn, 2014. – P. 199-201.
5. Markin M.I. Grape culture on the sands / M.I. Markin. – M.: Agropromizdat, 1988. – 125 p.
6. Vegetable growing in Israel: cultivation, management and marketing / Ovoshhevodstvo i teplichnoe hozjajstvo. – 2005. – No.1. – P. 42-45.
7. Agriculture of Dagestan. 2019. – Mahachkala: Izd-vo MSH i P RD, 2020. – 30 p.
8. Jel'mer F. Scientific and agronomic bases of long-term use of sandy soils in crop rotations in Germany / F. Jel'mer // Sb. Sevooborot v sovremennom zemledelii. – M.: Izd-vo TSHA, 2004. – P. 49-56.
9. Jahin O.I. Biostimulants in agricultural technologies: problems, solutions, prospects / O.I. Jahin, A.A. Lubjanov, I.A. Jahin // Agrohimicheskij vestnik. – 2016. – No.1. – P. 15-21.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕМЕННИКОВ САХАРНОЙ
СВЕКЛЫ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ**

**PROSPECTS FOR CULTIVATION OF SUGAR BEET SEEDS
IN THE REPUBLIC OF CRIMEA**

А.А. Манжос

В.В. Вечерков

В.И. Кременской

Л.А. Радченко, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», г. Симферополь, Россия

A.A. Manzhos

V.V. Veчерkov

V.I. Kremenskoу

L.A. Radchenko, Candidate of Agricultural Sciences

Federal State Budget Scientific Institution "Research Institute of Agriculture of Crimea", Simferopol, Russia

Аннотация: В статье приводится опыт прошлых лет и результаты текущих исследований специалистов ФГБУН «НИИСХ Крыма» по оценке перспектив возделывания семенников сахарной свеклы в Республике Крым. Выращивание семян данной культуры, благодаря благоприятным климатическим условиям региона и возобновлению поставок днепровской воды по системе Северо-Крымского канала, является перспективным направлением сельскохозяйственной деятельности. Его реализация будет способствовать рациональному использованию почвенно-климатического потенциала Республики Крым в решении проблемы импортозамещения посевного материала сахарной свеклы.

Ключевые слова: сахарная свекла, семенники, Республика Крым, безвысадочный способ, орошение, урожайность.

Abstract: The article presents the experience of past years and the results of ongoing research by specialists from the FSBI Research Institute of Agriculture of Crimea on assessing the prospects for the cultivation of sugar beet seed plants in the Republic of Crimea. Growing seeds of this crop, due to the favorable climatic conditions of the region and the resumption of the supply of Dnieper water through the North Crimean Canal system, is a promising area of agricultural activity. Its implementation will contribute to the rational use of the soil and climate potential of the Republic of Crimea in solving the problem of import substitution of sugar beet seed.

Key words: sugar beet, seed plants, Republic of Crimea, non-planting method, irrigation, productivity.

Введение. Возделывание семенников сахарной свеклы является важным направлением развития сельскохозяйственной отрасли Российской Федерации. Это обосновано рядом факторов, наиболее значимыми среди которых являются:

- обеспечение продовольственной безопасности страны, так как сахар относится к основным продуктам питания;
- необходимость замещения посевного материала зарубежного производства и создание сортов наиболее подходящих к природно-климатическим условиям территории возделывания.

Оценке перспектив возделывания семенников сахарной свеклы и разработке технологических и селекционных решений, направленных на повышение продуктивности выращивания данной культуры, посвящены работы ряда авторов: Tobi G., Benlhabib O., Mahlein A. K., Kuska M. T., Byford W. J., Abo-Elwafa S. F., Abdel-Rahim H. M., Шевченко А. Г., Сулова В. И., Кухарева О. Н., Старостина И. А. и многих других [1–9]. Кроме того в ряде исследований подчеркивается, что с экономической точки зрения наиболее эффективным является безвысадочный способ получения семенного материала данной сельскохозяйственной культуры. Детальное описание данного подхода при выращивании семенников сахарной свеклы нашло отражение в работах Балана В. Н., Блюмкина Б. Б., Николаева Е. В. и других [1, 3, 6].

Экономическая эффективность получения посевного материала данной сельскохозяйственной культуры напрямую зависит от совокупности многих факторов, среди которых одним из основных являются агроклиматические условия предполагаемой территории возделывания.

Исходя из выше изложенного, была сформулирована цель данной работы – на основе анализа опыта выращивания семенников сахарной свеклы в Республике Крым оценить целесообразность развития данного направления сельскохозяйственной деятельности в регионе.

Материалы и методы. В ходе исследования были проанализированы статистические данные, отражающие изменение площадей возделывания и урожайность семенников сахарной свеклы в Крымском регионе, и результаты опытов, проводимых специалистами ФГБУН «НИИСХ Крыма» по выращиванию данной культуры.

Результаты и обсуждение. Сахарная свекла является влаголюбивой культурой, выращивание которой по своим природным условиям подходит для Крымского полуострова, который пригоден для выращивания семян свеклы на орошении безвысадочным способом. По агрометеорологическим показателям наиболее оптимальными условиями для выращивания семенного материала данной культуры характеризуются предгорная зона и степная часть Республики Крым.

Ниже в таблице 1 представлены данные, характеризующие посевные площади и урожайность семенников сахарной свеклы в регионе за трехлетний период до перекрытия внешнего водоисточника и возобновления поставок днепровской воды по системе Северо-Крымского канала.

Статистические данные свидетельствуют о том, что сельхозтоваропроиз-

водители Крымского региона, даже в условиях существенного дефицита воды, сформировавшегося в период с 2014 по 2021 гг. вследствие перекрытия внешнего водоисточника, рассматривали возделывание семенников сахарной свеклы как перспективное для региона направление сельскохозяйственной деятельности.

Таблица 1 - Площади возделывания и урожайность семенников сахарной свеклы в Республике Крым

Годы	Площадь, га	Урожайность, ц/га
2011	265,0	13,1
2012	303,2	22,7
2013	450,0	19,6
в среднем за период	339,4	18,5
2019	58,0	26,8
2020	118,5	33,0
2021	87,0	15,9
в среднем за период	87,8	25,2

Для оценки целесообразности получения семенного материала данной культуры в условиях нехватки оросительной воды в 2018–2019 гг. на землях Отдела селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма» были проведены опыты по выращиванию семенников сахарной свеклы гибрида РМС-120 ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова» на участке площадью 170 м², оборудованном системой внутрпочвенного орошения, с использованием различных категорий вод (подземная, очищенная сточная, смешанная), схем посадки и глубины укладки поливного трубопровода. В результате было установлено следующее:

- использование очищенных сточных вод канализационных очистных сооружений г. Симферополь не оказало негативного воздействия на урожайность, качество семян и почвенные условия орошаемого участка;
- наиболее оптимальное сочетание показателей урожайности, качество семян достигается при площади питания растений 70×20 см и глубиной укладки увлажнителя 20 см.

Ниже в качестве подтверждения в таблицах 2–3 приведены результаты данных опытов.

Таблица 2 - Урожайность и фракционный состав семян сахарной свеклы в зависимости от категории поливной воды [2]

Категория воды	Урожайность, ц/га	Доля ценной объединенной посевной фракции (3,5-5,5 мм), %
подземная	22,3	68,5
очищенная сточная	21,2	65,5
смешанная	23,5	75,5

Таблица 3 - Урожайность и фракционный состав семян сахарной свеклы в зависимости от схемы посадки и глубины заложения оросителя [7]

Схема посадки/глубина закладки увлажнителя, см	Урожайность, ц/га	Доля ценной объединенной посевной фракции (3,5-5,5 мм), %
70×10/15	32,5	61,0
70×10/20	42,9	63,0
70×20/15	31,1	77,0
70×20/20	34,6	80,0
70×30/15	26,4	81,0
70×30/20	25,4	83,0

В 2022 г. после возобновления поставок днепровской воды по системе Северо-Крымского канала в ФГБУН «НИИСХ Крыма» начаты более масштабные исследования (площадь 32 га) по оценке перспектив возделывания семенников сахарной свеклы в Крымском регионе. В качестве источника орошения была выбрана система Северо-Крымского канала, способ полива – дождевание шланго-барабанной техникой.

В текущем году перед посадкой свеклы в ходе работы был обследован участок, выделенный под возделывание семенников сахарной свеклы, и оценено качество поливной воды.

Почва участка классифицирована как агрозем черногумусовый аккумулятивно-карбонатный сегрегационный. Мощность гумусового слоя (горизонт А) составляет около 33 см, всей гумусовой толщи – около 62 см. Горизонт А серый с темно-бурым оттенком, структура глыбисто-пылевато-порошистая. В горизонте В буровато-серая окраска в нижней части становится неоднородной, структура крупнокомковатая, сложение плотное. Содержание гумуса в слое почвы 0-30 см колеблется в пределах 2,4–2,8%. Вскипание от HCl с 30 см.

Ниже на рисунке 1 приведена схема отбора образцов почвы, а в таблице 5 – результаты проведенных агрохимических анализов.

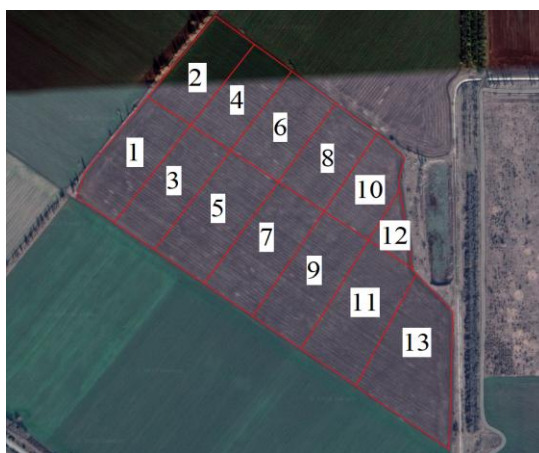


Рисунок 1- Схема поля, выделенного под семенники сахарной свеклы

Результаты агрохимического анализа проб почвы, представленные в таблице 4, показывают, что в целом обеспеченность почвы фосфором в основном классифицируется как повышенная, калием – как повышенная и высокая. Содержание нитратного азота в почве участков колеблется от очень низкого на участках 1–4, 6, 10, 12 до повышенного. Исходя из анализа солевого состава водной вытяжки, верхний слой почвы (0-30 см) обследованного поля классифицируется как незасоленный.

Таблица 4 - Результаты агрохимического анализа проб почвы

№ участка	Es, мСм/см	рН, ед.	N-NO ₃ , мг/дм ³	P ₂ O ₅ , мг/дм ³	K ₂ O, мг/дм ³	Гумус, %	Солевой состав, мг/дм ³				
							HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
1	0,05	7,17	<0,28	3,57	48,24	2,67	24,40	3,60	7,00	2,40	2,30
2	0,05	7,08	0,35	4,29	52,90	2,71	21,40	2,70	8,00	1,20	1,70
3	0,06	7,06	0,39	5,10	51,35	2,70	21,40	3,60	7,00	0,90	2,30
4	0,05	7,10	0,31	4,38	49,01	2,64	18,30	2,70	7,00	1,20	1,70
5	0,06	7,16	0,85	3,90	47,46	2,72	18,30	2,70	6,00	2,40	1,70
6	0,05	7,13	0,35	3,31	52,13	2,56	18,30	1,80	7,00	1,20	1,20
7	0,07	7,02	1,23	3,26	54,46	2,73	18,30	1,80	6,50	1,20	1,20
8	0,06	7,18	0,65	3,47	59,91	2,57	18,30	1,80	6,50	1,20	1,20
9	0,08	7,22	1,35	3,62	50,57	2,64	18,30	2,70	8,00	1,20	1,70
10	0,07	7,38	0,42	2,63	48,24	2,35	24,40	2,70	6,50	0,90	1,70
11	0,10	7,14	1,59	4,32	45,12	2,75	24,40	3,60	9,00	0,90	2,30
12	0,08	7,39	0,39	3,36	45,90	2,45	25,90	3,60	8,00	1,20	2,30
13	0,16	7,67	1,66	4,52	48,24	2,80	36,60	3,60	12,50	1,80	2,30

Ниже в таблицах 5, 6 приведены результаты химического анализа отобранной пробы воды и итоги комплексной оценки ее пригодности для целей орошения.

Таблица 5 - Результаты химического анализа пробы воды, отобранной из пруда на землях, предназначенных под посев семенников

Es, мСм/см	рН, ед.	Солевой состав, мг/дм ³							
		NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
0,5	7,6	7,5	следы	195,2	33,7	54,0	12,5	21,9	7,1

Таблица 6 - Результаты оценки пригодности воды для целей орошения

Показатель качества оросительной воды	Величина показателя	Градации качества воды
1	2	3
Ирригационный коэффициент	60,54	хорошее

1	2	3
Коэффициент ионного обмена	3,58	пригодна для орошения
Натриевое адсорбционное отношение	0,70	опасность осолонцевания низкая

Исходя из солевого состава, оросительную воду можно классифицировать, как пригодную для полива без ограничений. Ее использование не должно оказать негативного воздействия на урожайность сельскохозяйственных культур или привести к развитию таких неблагоприятных почвенных процессов как общее и хлоридное засоление, натриевое и магниевое осолонцевание.

В целом выбранный источник орошения и почвенные условия опытного участка в совокупности должны создать базовую основу для успешного выращивания семенников сахарной свеклы.

Заключение. Опыт возделывания семенников сахарной свеклы, полученный учеными и аграриями Республики Крым, свидетельствует о целесообразности возделывания данной культуры в природно-климатических условиях Крымского региона. Возобновление поставок днепровской воды по системе Северо-Крымского канала сняло основное ограничение развития этого направления сельскохозяйственной деятельности на Крымском полуострове. В целом доведение площадей возделывания семенников сахарной свеклы до уровня 2013 г. при средней урожайности 25 ц/га позволит ежегодно получать около 1125 т семян.

Библиографический список

1. Балан В.Н. Многолетнее выращивание семян сахарной свеклы безвысадочным способом / В.Н. Балан, Х.Ф. Батиров, И.С. Оголенко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1981. – №3. – С. 67–70.

2. Бартенев И.И. Выращивание семян сахарной свеклы при орошении сточными водами / И.И. Бартенев [и др.]. // Сахарная свекла. – 2019. – №1. – С. 16–18. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42918416> (дата обращения 19.08.2022).

3. Блюмкин Б.Б. Безвысадочное семеноводство – путь к высоким урожаям семян высокого качества / Б.Б. Блюмкин // Сахарная свекла. – 1978. – №4. – С. 31-33. – Режим доступа: <https://sugarbeet.ru/> (дата обращения 19.08.2022).

4. Кременской В.И. Влияние капельного орошения сточными водами на состояние почвы при выращивании семян сахарной свеклы / В.И. Кременской, А.М. Джапарова, И.И. Бартенев // Сахарная свекла. – 2019. – №2. – С. 28–30. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42962414> (дата обращения 19.08.2022).

5. Кухарев О.Н. К вопросу технико-технологического обеспечения селекции и семеноводства сахарной свеклы / О.Н. Кухарев, И.А. Старостин, И.Н. Семов // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – №4 (56). – С. 25–30. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42667504> (дата обращения 18.08.2022).

6. Николаев Е.В. Растениеводство Крыма / Е.В. Николаев [и др.]. – Симферополь: Таврия, 2008. – 290 с. – ISBN 966-435-029-X.

7. Радченко Л.А. Опыт выращивания семян сахарной свеклы безвысадочным способом с использованием внутрипочвенного орошения / Л.А. Радченко [и др.] // Сахарная свекла. – 2021. – №1. – С. 10–15. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47571028> (дата обращения 19.08.2022).

8. Шевченко А.Г. Влияние режимов капельного орошения на водопотребление и продуктивность семенников сахарной свеклы / А.Г. Шевченко [и др.] // Земледелие. – 2013. – №14. – С. 46–48. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19135563> (дата обращения 18.08.2022).

9. Abo-Elwafa S.F. Sugar beet floral induction and fertility: effect of verbalization and day-length extension / S.F. Abo-Elwafa [et al.]. – DOI 10.1007/BF02943569. – 2006. – Volume 8. – Issue 4. – P. 281–287. – Mode of access: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02943569> (accessed 17.08.2022).

10. Byford W.J. Factors influencing the prevalence of *Pleospora bjoerlingii* on sugar-beet seed / W.J. Byford // Annals of Applied Biology. – 1978. – Volume 89. – Issue 1. – P. 15–19. – Mode of access: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.1978.tb02562.x> (accessed 17.08.2022). – DOI 10.1111/j.1744-7348.1978.tb02562.x.

11. Mahlein A. K. New trends of digital technologies – opportunities for sugar beet cultivation / A. K. Mahlein [et al.] // International sugar journal. – 2019. – No.121. – P. 134–137. – Mode of access: <https://www.ifz-goettingen.de/index.php/en/navigation/forschung/item/2762-new-trends-of-digital-technologies-opportunities-for-sugar-beet-cultivation.html> (accessed 17.08.2022).

12. Tobi G. Seed production potential evaluation of sugar beet half-sib families in Morocco / G. Tobi [et al.] // The Journal of Agricultural Science. – 2021. – Volume 159. – Issue 7–8. – P. 557–569. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/355888813_Seed_production_potential_evaluation_of_sugar_beet_half-sib_families_in_Morocco (accessed 17.08.2022). – DOI 10.1017/S0021859621000800.

Bibliographic list

1. Balan V.N. Mnogoletnee vyrashchivanie semyan saharnoj svekly bezvysadochnym sposobom / V.N. Balan, H.F. Batirov, I.S. Ogolenko // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. – 1981. – No.3. – P. 67–70.

2. Bartenev I. I. Vyrashchivanie semyan saharnoj svekly pri oroshenii stochnymi vodami / I.I. Bartenev [et al.] // Saharnaya svekla. – 2019. – No.1. – P. 16–18. – Mode of access: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42918416> (accessed 19.08.2022).

3. Blyumkin B.B. Bezvysadochnoe semenovodstvo – put' k vysokim urozhayam semyan vysokogo kachestva / B.B. Blyumkin // Saharnaya svekla. – 1978. – No.4. – P. 31-33. – Mode of access: <https://sugarbeet.ru/> (accessed 19.08.2022).

4. Kremenskoj V.I. Vliyanie kapel'nogo orosheniya stochnymi vodami na sostoyanie pochvy pri vyrashchivanii semyan saharnoj svekly / V.I. Kremenskoj,

A.M. Dzhaparova, I.I. Bartenev // Saharnaya svekla. – 2019. – No.2. – P. 28–30. – Mode of access: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42962414> (accessed 19.08.2022).

5. Kuharev O.N. K voprosu tekhniko-tekhnologicheskogo obespecheniya selekcii i semenovodstva saharnoj svekly / O.N. Kuharev, I.A. Starostin, I.N. Semov // Vestnik Kazanskogo GAU. – 2019. – No.4 (56). – P. 25–30. – Mode of access: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42667504> (accessed 18.08.2022).

6. Nikolaev E.V. Rasteniyevodstvo Kryma / E.V. Nikolaev [et al.]– Simferopol': Tavriya, 2008. – 290 p. - ISBN 966-435-029-X.

7. Radchenko L.A. Opyt vyrashchivaniya semyan saharnoj svekly bezvysadochnym sposobom s ispol'zovaniem vnitripochvennogo orosheniya / L. A. Radchenko [et al.] // Saharnaya svekla. – 2021. – No.1. – P. 10–15. – Mode of access: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47571028> (accessed 19.08.2022).

8. Shevchenko A.G. Vliyanie rezhimov kapel'nogo orosheniya na vodopotreblenie i produktivnost' semennikov saharnoj svekly / A.G. Shevchenko [et al.] // Zemledelie. – 2013. – No.14. – P. 46–48. – Mode of access: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19135563> (accessed 18.08.2022).

9. Abo-Elwafa S.F. Sugar beet floral induction and fertility: effect of verbalization and day-length extension / S.F. Abo-Elwafa [et al.]. – DOI 10.1007/BF02943569. – 2006. – Volume 8. - Issue 4. – P. 281–287. – Mode of access: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02943569> (accessed 17.08.2022).

10. Byford W.J. Factors influencing the prevalence of *Pleospora bjoerlingii* on sugar-beet seed / W.J. Byford // Annals of Applied Biology. – 1978. – Volume 89. - Issue 1. – P. 15–19. – Mode of access: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.1978.tb02562.x> (accessed 17.08.2022). - DOI 10.1111/j.1744-7348.1978.tb02562.x.

11. Mahlein A. K. New trends of digital technologies – opportunities for sugar beet cultivation / A. K. Mahlein [et al.] // International sugar journal. – 2019. – No.121. – P. 134–137. – Mode of access: <https://www.ifz-goettingen.de/index.php/en/navigation/forschung/item/2762-new-trends-of-digital-technologies-opportunities-for-sugar-beet-cultivation.html> (accessed 17.08.2022).

12. Tobi G. Seed production potential evaluation of sugar beet half-sib families in Morocco / G. Tobi [et al.] // The Journal of Agricultural Science. – 2021. – Volume 159. – Issue 7–8. – P. 557–569. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/355888813_Seed_production_potential_evaluation_of_sugar_beet_half-sib_families_in_Morocco (accessed 17.08.2022). - DOI 10.1017/S0021859621000800.

**АДАПТИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ГАРАНТИЯ
УСПЕШНОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ
НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ**

**ADAPTED TECHNOLOGIES - GUARANTEE
SUCCESSFUL SOYBEAN GROWING IN IRRIGATED LAND**

Р.С. Масный, кандидат военных наук

*Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, г.
Новочеркасск, Россия*

R.S. Masny, Candidate of Military Sciences

*Russian Research Institute for Land Reclamation Problems, Novocherkassk,
Russia*

Аннотация: В статье приводятся итоги многолетних исследований по вопросам усовершенствования технологии возделывания сои на орошаемых землях Юга России. Исследования проводились в Центральной и Приазовской зонах Ростовской области на черноземных почвах. Опыты закладывались по общепринятым методикам. Урожайность сортов сои постоянно увеличивается благодаря селекционным достижениям и совершенствованию сортовой агротехники. Она возросла на опытных делянках с 3,5 до 5,6 т/га. На плотных тяжелосуглинистых и глинистых почвах предпочтительным является глубокая обработка почвы на 25–27 или 30–32 см. Посев сои рекомендуется производить с третьей декады апреля по вторую декаду мая. Скороспелые сорта высевают рядовым способом (15 см) нормой высева 600–700 тыс. всхожих семян; средне-спелые – 45 см нормой 500–600 тыс. всхожих семян; среднепоздние – 70 см нормой 450–500 тыс. всхожих семян. Более высокая урожайность сои наблюдалась при поливе системами капельного орошения – 5,20 т/га, при дождевании – 4,48 т/га, по бороздам/грядам – 4,59 т/га. Наименьшая водоемкость наблюдается при поливе системами капельного орошения – 323 м³ на 1 т сои, при поверхностных поливах повышается до 392–431 м³/т и самая высокая 502 м³/т – при поливе дождеванием. Экономический эффект от внедрения технологии составил 128,7 тыс. руб. га.

Ключевые слова: соя, сорта сои, технология возделывание, орошение, способы полива, удобрение сои, регуляторы роста.

Abstract: The article presents the results of many years of research on improving the technology of soybean cultivation on irrigated lands in the South of Russia. The studies were carried out in the Central and Azov zones of the Rostov region on chernozem soils. Experiments were laid according to generally accepted methods. The yield of soybean varieties is constantly increasing due to breeding achievements and the improvement of varietal agricultural technology. Yield of the best soybean varieties under irrigation increased from 3.5 to 5.6 t/ha. On dense heavy

loamy and clayey soils, deep tillage by 25–27 or 30–32 cm is preferable. It is recommended to sow soybeans from the third decade of April to the second decade of May. Early maturing varieties are sown in the ordinary way (15 cm) with a seeding rate of 600–700 thousand germinating seeds; mid-season - 45 cm with a norm of 500–600 thousand germinating seeds; medium-late - 70 cm with a norm of 450–500 thousand germinating seeds. A higher soybean yield was observed when irrigated with drip irrigation systems - 5.20 t/ha, with sprinkling - 4.48 t/ha, in furrows/ridges - 4.59 t/ha. The lowest water intensity is observed when irrigated with drip irrigation systems - 323 m³ per 1 ton of soybeans, with surface irrigation it rises to 392–431 m³/t, and the highest 502 m³/t - with sprinkling irrigation. The economic effect from the introduction of technology amounted to 128.7 thousand rubles. ha.

Key words: soybean, soybean varieties, cultivation technology, irrigation, irrigation methods, soybean fertilizer, growth regulators.

Введение. Переоценить значение сои для человечества невозможно. Это одна из сельскохозяйственных культур способных решить проблему дефицита белка в питании людей и кормопроизводстве благодаря высокому содержанию в семенах до 50 % белка и 20–22 % растительного масла [2]. Свидетельством этому является постоянный рост посевных площадей и валового сбора сои. В 2020 г. посевные площади достигли 120 млн га, а валовое производство сои в мире в 2019/2020 гг. оценивается почти в 342 млн т (+31% к уровню 2009/10 г.) [5]. За последние 20 лет мировое производство соевых бобов выросло в 2,0 раза, за 30 лет – в 3,0 раза, за 40 лет – в 5,3 раза, за 50 лет – в 9,5 раза [8]. Большое значение во всем мире уделяется выведению новых сортов и совершенствованию технологии возделывания [14, 15].

Российский рынок сои в 2009 по 2021 годы претерпел большие изменения [10]. В 2019 году в России были зафиксированы рекордные посевные площади сои 3,08 млн га, валовой сбор составил 4,8 млн т, урожайность 1,57 т/га

В России посевные площади растут, однако урожайность остается низкой на уровне 1,5–1,7 т/га, хотя потенциал новых сортов сои при орошении достигает 5–7 т/га на юге России и 3–4 т/га в Центральной России. Низкая урожайность связана, в основном, с несоблюдением сортовой технологии ее возделывания и посевов случайных сортов сои не адаптированных к местным условиям. В связи с этим исследования, направленные на совершенствование сортовой технологии возделывания сои, являются актуальными и востребованными производством.

Материалы и методы. РосНИИПМ вопросами усовершенствования технологии возделывания сои занимается многие годы. За это время накоплены научные знания и большой опыт возделывания сои на орошаемых землях. Урожайность сортов сои постоянно увеличивается благодаря селекционным достижениям и совершенствованию сортовой агротехники. За последние 20 лет урожайность лучших сортов сои при орошении возросла с 3,5 до 5,6 т/га.

Исследования проводились в Центральной и Приазовской зонах Ростовской области на черноземных почвах. Опыты закладывались в соответствии с общепринятыми методиками: опытного дела по Б. А. Доспехову [6]; государст-

венного сортоиспытания по М. А. Федину [13]; по В. Н. Плешакову [11]; по В. М. Лукомец и др. [7, 12]. Управление режимом орошения осуществляли по методике РосНИИПМ [1].

Результаты и обсуждение. Исследования проводились по всем основным элементам технологии возделывания сои при орошении. Лучшими предшественниками являются озимая пшеница по обороту пласта люцерны, кукуруза на силос, картофель весенней посадки, ранние овощи, кукуруза на зерно. Плохими предшественниками являются подсолнечник, сахарная свекла, люцерна и бобовые, имеющие однотипные болезни и вредителей.

За прошлые годы изучены около 55 различных сортов отечественной и иностранной селекции. Отечественные сорта сои во всех случаях имели более высокие показатели урожайности, чем иностранные, что объясняется кропотливым трудом селекционеров, которые в качестве исходного материала используют отечественные и иностранные сортообразцы и из скрещиваемого селекционного материала выбирают наиболее адаптированные к нашим условиям сорта для возделывания на орошаемых и богарных землях.

На орошаемых опытных полях Ростовской области урожайность у лучших сортов сои в 2021 году по сравнению до 2000 годом возросла с 3,5 до 5,6 т/га. На сегодняшний день наиболее урожайные сорта сои по результатам испытаний представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1 - Урожайность и качество основных сортов сои, возделываемых на опытных участках в 2019-2021 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Прибавка в среднем за 2019–2021 гг.		Вегетационный период, сут.	Содержание в урожае, % (2021 г., АСВ)	
		т/га	%		белок	жир
Селекта 201	4,33	0,49	13	111	39,7	20,6
Селекта 302	4,64	0,80	21	123	37,1	22,8
СК Веда	4,06	0,22	6	115	38,7	20,9
СК Оптима	3,96	0,12	3	118	40,3	20,1
СК Риана	4,66	0,82	21	120	39,5	20,6
ВНИИОЗ 86	3,29	-0,55	-14	103	44,7	17,1
ВНИИОЗ 12	3,40	-0,44	-12	113	43,2	19,3
Волгоградка 1	3,87	0,03	1	121	52,3	19,5
Волгоградка 2	3,89	0,05	1	108	44,2	18,6
ВНИИОЗ 31	3,56	-0,28	-7	105	43,8	18,8
Альянс	3,41	-0,43	-11	100	42,8	19,6
Билявка	3,20	-0,64	-17	102	41,8	19,5
Мавка	3,41	-0,43	-11	102	42,2	19,9
Донская 9 (st.)	3,84	3,84	0	120	42,4	19,0
НСР ₀₅ , т	0,13					

В 2021 г. испытали также пять новых сортов сои селекции ВНИИМК, урожайность которых варьировала от 4,18 до 5,15 т/га.

В среднем за 2020-2021 гг. наибольшее содержание белка наблюдается в семенах сои селекции ВНИИОЗ: от 42,0 – у сорта ВНИИОЗ 76 до 44,7 % – у сорта ВНИИОЗ 86. У всех сортов наблюдается обратная корреляция – чем больше белка в семенах, тем меньше жира. У сортов сои других селекционных организаций белка содержалось меньше от 2 % до 7 %, но содержание жира повышается на 2-3 %.

Подготовка почвы должна быть направлена на выравнивание почвы, так как у сои низкое прикрепление бобов, и борьбу с сорной растительностью. Основная подготовка почвы на супесчаных и суглинистых почвах не оказывают существенного влияния на урожайность сои, если применяется эффективная борьба с сорной растительностью. На орошаемых плотных тяжелосуглинистых и глинистых почвах предпочтительным является глубокая вспашка почвы на 25-27 или 30-32 см. В весенний период подготовка почвы заключается в бороновании почвы поперек или по диагонали к вспашке, одной-двух культивациях, предпосевной культивации с внесением рекомендованных и разрешенных почвенных гербицидов.

Более высокую урожайность ранние сорта сои обеспечивают при рядовом посеве (15 см) с нормой высева 600–700 тыс. всхожих семян; среднеспелые – 45 см нормой 500–600 тыс. всхожих семян; среднепоздние – 45-70 см нормой 450–500 тыс. всхожих семян.

На орошаемых землях без гербицидов успешное возделывание сои практически невозможно, т. к. сорная растительность подавляет рост сои и потери могут составить 60-70 % от планируемой урожайности.

Технология орошения является основным фактором повышения урожайности сои [14]. установлено, что более высокая урожайность наблюдалась при поливе системами капельного орошения – 5,20 т/га, дождеванием – 4,48 т/га, прибавка урожая - по сравнению с вариантом без орошения составила соответственно 3,09 т/га и 2,14 т/га (таблица 2).

Таблица 2 - Урожайность сои при различных способах орошения, 2017-2021 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая		Оросительная норма, м ³ /га	Водоёмкость/на ед. урожая, м ³ /т
		т/га	%		
1 Дождевание (80 % НВ в слое 0,6 м)	4,48	2,37	112	2250	502
2 СКО (80 % НВ)	5,20	3,09	146	1680	323
Полив поверхностный по бороздам/гребням	4,18	2,07	98	1800	431
Полив поверхностный по бороздам/грядам	4,59	2,48	118	1800	392
3 Без орошения, контроль	2,11	–	–	–	0
НСР ₀₅	0,21	–	–		

В последние годы ресурсосбережение принято оценивать водоемкостью производства продукции, т. е. расход оросительной воды на 1 т продукции является одной из мировых проблем. Наименьшая водоемкость наблюдается при поливе системами капельного орошения – 323 м³ на 1 т сои, при поверхностных поливах повышается до 392–431 м³/т и самая высокая – 502 м³/т – при поливе дождеванием.

Установлено, что экономия водных ресурсов возможна за счет дифференцированного режима орошения с поддержанием порога влажности почвы выше 80 % НВ в слое 0,4 м до начала налива бобов и далее – в слое 0,6 м до начала созревания или второе решение – планомерное снижение водообеспеченности сои в период вегетации, путем изменения поливной нормы: на контроле 1м поддерживался порог влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 80 %, а на других вариантах эта норма была увеличена на 20 % или уменьшена на 20 и 40 %.

Анализ данных показывает, что при снижении водообеспеченности на 20 % уменьшается урожайность сои с 5,11 т/га при поливе расчетной нормой до 4,49 т/га или на 13% и водоемкость культуры тоже уменьшается с 329 м³/т до 299 м³/т.

Более высокая урожайность сои при орошении требует и высоких норм удобрений. Соя бобовая культура и способна за счет симбиотической деятельности с клубеньковыми бактериями синтезировать на орошаемых землях более 200 кг азота и оставлять в почве более 120 кг/га биологического азота. Лучшие результаты дают штаммы бактерий адаптированные к местным условиям [9]. Применение высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий оказывало влияние на урожайность по всем вариантам (таблица 3).

Таблица 3 - Урожайность сои в зависимости от инокуляции семян штаммами ризобий, 2021 год

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
		т/га	%
Контроль (H ₂ O)	4,6	–	–
Штамм АГУВА + ПРЕМАКС	5,8	1,2	25
Штамм 835	5,7	1,1	12
Штамм 733	5,3	0,7	14
Штамм 640 (районирован)	5,2	0,6	12
НСР ₀₅ , т/га	0,41	-	–

В 2021 г. урожайность на всех вариантах варьировала от 4,6 до 5,8 т/га. Прибавка урожая от инокуляции составила от 0,5 до 1,16 т/га или от 12 до 25 % по сравнению с контролем.

В последние годы наряду с применением минеральных удобрений широко применяются обработки растений по вегетации регуляторами роста и микроэлементами. Регуляторы роста Форма № 1, КОРА Р7, Микромак А, Микромак Б способствовали формированию более высокой урожайности при обработке семян перед посевом и по вегетации (в фазу бутонизации), урожайность повысилась до 5,13–5,18 т/га против 4,43 т/га на контроле без обработок. Применение

активных штаммов бактерий и регуляторов роста становится обязательным приемом для экономии удобрений и получения высокой урожайности.

В 2021 г. внедрение усовершенствованной технологии возделывания сои в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское» Ростовской области позволило провести оценку элементов технологии возделывания сои и дать экономическую оценку возделывания сои при орошении в производственных условиях. Экономический эффект составил 128,7 тыс. руб. га при урожайности сои 4,9 т/га и затратах на возделывания сои при орошении дождеванием 48,4 тыс. руб./га

Заключение. Применение достижений селекции и усовершенствование элементов сортовой технологии возделывания сои позволило в Ростовской области за последние 20 лет увеличить ее урожайность при орошении вдвое и получить в опытах 4,5–5,0 т/га сои и более и сделать эту ценную культуру высококорентабельной, что подтверждает целесообразность ее выращивания на юге России в условиях орошения. Для получения высокой урожайности необходимо подобрать сорта и адаптировать разработанные элементы технологии к региональными агроклиматическими условиями конкретного сельхозпредприятия.

Библиографический список

1. Бабичев А.Н. Оперативное управление режимом орошения при программировании урожайности сельскохозяйственных культур / А.Н. Бабичев, Г.Т. Балакай, В.А. Монастырский // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2017. - №3 (27). – С. 83-96. - Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=491&id=498>.
2. Балакай Г.Т. Поволжье – перспективная зона для возделывания сои / Г.Т. Балакай, Н.И. Балакай // Земледелие. 2010. - №3. – С. 16-18,
3. Балакай Г.Т. Оценка агробиологических свойств сортов сои для орошаемых земель Ростовской области / Г.Т. Балакай, С.А. Селицкий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. - 2021. - Т. 11. - №1. - С. 47–66. - Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1177> (дата обращения: 01.08.2022). - DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-47-66.
4. Балакай Г.Т. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях ростовской области / Г.Т. Балакай, С.А. Селицкий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. - 2019. - №3 (35). - С. 80–97. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=620>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97.
5. Булавин Р. Прогноз развития рынка сои в сезоне 2020/21: Россия и мир [Электронный ресурс] / Р. Булавин. – Режим доступа: <https://specagro.ru/news/202006/rynok-soi-rossiya-i-mir> (дата обращения 23.07.2022).
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985. – 315 с.

7. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец [и др.]. - Краснодар, 2010. - 327 с.
8. Мировой рынок соевых бобов: производство, экспорт, импорт, динамика цен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/mirovoyu-rynok-soevyih-bobov-proizvodstvo-soevyih-bobov-eksport-soevyih-bobov-import-soevyih-bobov-dinamika-cen-na-soevye-boby> (дата обращения 23.07.2022).
9. Муратов А.А. Сортовая специфика возделывания сои российской и китайской селекции / А.А. Муратов, Ю.В. Оборская // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2015. - №6 (128). - С. 59–63.
10. Обзор рынка масличных и шрота (soya и rapc) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agropraktika.com/news/obzor-rynka-maslichnykh-i-shrotov-soya-i-raps/>(дата обращения 24.07.2022).
11. Плешаков В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения: рекомендации / В.Н. Плешаков. - Волгоград, 1983. - 150 с.
12. Программирование технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Северного Кавказа: монография / Н.А. Кан [и др.]. - Ростов н/Д.: Рост., 1985. - 120 с.
13. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М.А. Федин. - М., 1989. - 194 с.
14. Bernet T. 2016. Biosoja aus Europa, Empfehlungen für den Anbau und den Handel von biologischer Soja in Europa. Available as pdf in FiBL Shop / T. Bernet [et al.]. - Mode of access: <https://shop.fibl.org/chde/1690-biosoja-europa.html>.
15. Yuan K. Characterization of Rhizobia for the Improvement of Soybean Cultivation at Cold Conditions in Central Europe. *Microbes Environ* / K. Yuan [et al.]. - Mode of access: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31996499/>.

Bibliographic list

1. Babichev A.N. Operational management of irrigation regime when programming crop yields / A.N. Babichev, G.T. Balakay, V.A. Monastyrsky // *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*. – 2017. - No.3 (27). – P. 83-96. - Mode of access: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=491&id=498>.
2. Balakai G.T. The Volga region is a promising area for soybean cultivation / G.T. Balakai, N. I. Balakai // *Agriculture*. - No.3. - 2010 - P. 16-18.
3. Balakai G.T. Evaluation of agrobiological properties of soybean varieties for irrigated lands of the Rostov region / G.T. Balakai, S.A. Selitsky // *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems* [Electronic resource]. - 2021. - V. 11. - No.1. - P. 47–66. - Mode of access: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1177> (date of access: 08/01/2022). doi: 10.31774/2222-1816-2021-11-1-47-66.
4. Balakay G.T. Productivity of soybean varieties under irrigation by sprinkling and drip irrigation systems in the conditions of the Rostov region / G.T. Balakay, S.A. Selitsky // *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems* [Electronic resource]. - 2019. - No.3 (35). - P. 80–97. - Mode of ac-

cess: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=620>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97.

5. Bulavin R. Forecast of the development of the soybean market in the season 2020/21: Russia and the world [Electronic resource] / R. Bulavin. - Mode of access: <https://specagro.ru/news/202006/rynok-soi-rossiya-i-mir> (accessed 07/23/2022).

6. Dospekhov B.A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospekhov. - 5th ed., supplement. and re-slave. - M.: Agropromizdat, 1985. - 315 p.

7. Methodology for conducting field agrotechnical experiments with oilseeds / V. M. Lukomets [et al.]. - Krasnodar, 2010. - 327 p.

8. World market of soybeans: production, export, import, price dynamics [Electronic resource]. - Mode of access: <https://ab-centre.ru/news/mirovoy-rynok-soevyh-bobov-proizvodstvo-soevyh-bobov-eksport-soevyh-bobov-import-soevyh-bobov-dinamika-cen-na-soevye-boby> (accessed 07/23/2022).

9. Muratov A.A. Varietal specificity of cultivation of soybeans of Russian and Chinese selection / A.A. Muratov, Yu.V. Oborskaya // Bulletin of the Altai State Agrarian University. - 2015. - No.6 (128). - P. 59–63.

10. Market overview of oilseeds and meal (soybean and rapeseed) [Electronic resource]. - Mode of access: <https://www.agropraktika.com/news/obzor-rynka-maslichnykh-i-shrotov-soya-i-raps/> (accessed 07/24/2022).

11. Pleshakov V.N. Technique of field experience in irrigation conditions: recommendations / V.N. Pleshakov. - Volgograd, 1983. - 150 p.

12. Programming the technology of cultivation of agricultural crops on irrigated lands of the North Caucasus: monograph / N.A. Kan [et al.]. - Rostov n / a.: Rost. book. publishing house, 1985. - 120 p.

13. Fedin M.A. Methods of state variety testing of agricultural crops / M.A. Fedin. - M., 1989. - 194 p.

14. Bernet T. 2016. Biosoja aus Europa, Empfehlungen für den Anbau und den Handel von biologischer Soja in Europa. Available as pdf in FiBL Shop / T. Bernet [et al.]. - Mode of access: <https://shop.fibl.org/chde/1690-biosoja-europa.html>.

15. Yuan K. Characterization of Rhizobia for the Improvement of Soybean Cultivation at Cold Conditions in Central Europe. Microbes Environ / K. Yuan [et al.]. - Mode of access: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31996499/>.

**ФОРМИРОВАНИЕ «ТЕПЛОВОЙ КАРТЫ» МЕЛИОРАТИВНОГО
ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА**

**FORMATION OF «HEAT MAP» OF RECLAIMING POTENTIAL
OF THE REGION**

А.В. Медведев¹

Т.С. Кошкарлова², кандидат сельскохозяйственных наук

Л.Н. Медведева³, доктор экономических наук

¹ООО «Стрела», г. Волгоград, Россия

²ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия

A.V. Medvedev¹

T.S. Koshkarova², Candidate of Agricultural Sciences

L.N. Medvedeva³, Doctor of Economics Sciences

¹LLC "Strela", Volgograd, Russia

²FGBNU FNTs VNIIMK, Krasnodar, Russia

³All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Russia

Аннотация: В статье представлены материалы, раскрывающие вопросы развития мелиорированных земель в составе агроландшафтов пригородных зон, а также их роли в обеспечении Продовольственной безопасности Российской Федерации. В методологическую базу исследования вошли статистические, экономические методы анализа. Целью исследования стало изучение использования тепловых карт для оценки и определения перспектив развития мелиоративного комплекса. Показано, что с помощью тепловых карт можно рассмотреть проблемные и перспективные зоны развития сельского хозяйства и мелиоративного комплекса. Тепловая карта – одно из графических решений, которое позволяет представлять данные при помощи цвета (анг. heatmap). Первая программа SYSTAT построения тепловых карт с цветной графикой появилась в конце XX века. Сегодня тепловые карты можно создать с помощью программ для ЭВМ: Permut Matrix, Neo Vision Hypersystems, Morpheus, Microsoft Excel, UDAV. С помощью Веб-тепловых карт можно отслеживать активность пользователей сайта: теплые тона показывают места, к которым пользователи проявляют наибольший интерес, холодные – места, с наименьшим сосредоточением внимания. Представленные в статье тепловые карты отражают развитие видов мелиорации, пригородную зону Волгограда. Анализ карт позволяет сделать выводы, что темпы развития мелиоративного комплекса связаны с природными зонами увлажнения и плотностью населения. Большая часть Российской Федерации находится в неблагоприятных для сельскохозяйственного производства зонах, а население сосредоточено в центральной и южной части страны, что сдерживает освоение новых земель, требует значительных затрат на перерас-

пределение людских ресурсов. Представленная информация о развитии мелиоративного комплекса Волгоградской области и оросительной системы Городищенского района позволяет прогнозировать развитие сельского хозяйства, предлагать мероприятия по обновлению мелиоративного комплекса, в числе которых, совершенствование механизма государственно-частного партнерства, улучшение инвестиционного климата. Реновация оросительных систем, внедрение приборов учета воды на полив, применение дождевальной техники нового поколения составляют основные векторы развития мелиоративного комплекса на Юге России.

Ключевые слова: тепловая карта, мелиорация, продовольственная безопасность, регион, оросительные системы, пригородные зоны.

Abstract: The article presents materials that reveal the development of irrigated lands as part of the agricultural landscapes of suburban areas, as well as their role in ensuring the food security of the Russian Federation. The methodological base of the study included statistical, economic methods of analysis. The aim of the study was to study the use of heat maps to assess and determine the prospects for the development of the irrigation complex. It is shown that with the help of heat maps it is possible to consider problematic and promising areas for the development of agriculture and the irrigation complex. A heat map is one of the graphical solutions that allows you to represent data using color (eng. heatmap). The first SYSTAT program for constructing heat maps with color graphics appeared at the end of the 20th century. Today, heat maps can be created using computer programs: Permut Matrix, Neo Vision Hypersystems, Morpheus, Microsoft Excel, UDAV. Using Web heat maps, you can track the activity of site users: warm colors show places that users show the most interest in, cold colors show places with the least attention. The heat maps presented in the article reflect the development of land reclamation types, the suburban area of Volgograd. An analysis of the maps allows us to conclude that the rate of development of land irrigation is associated with natural humidification zones and population density. Most of the Russian Federation is located in zones unfavorable for agricultural production, and the population is concentrated in the central and southern parts of the country, which hinders the development of new lands and requires significant costs for the redistribution of human resources. The information provided on the development of the reclamation complex of the Volgograd region and the irrigation system of the Gorodishchensky district allows predicting the development of agriculture, suggesting measures to upgrade the irrigation complex, including improving the mechanism of public-private partnership, improving the investment climate. Renovation of irrigation systems, the introduction of water meters for irrigation, the use of new generation sprinkler equipment are the main vectors for the development of the irrigation complex in the South of Russia.

Key words: heat map, irrigation, food security, region, irrigation systems, suburban areas.

Введение. Роль Российской Федерации, как участника мирового процесса, стратегического поставщика продовольствия обоснован наличием значи-

тельного потенциала пахотной земли, природной воды и научно-технических ресурсов. Для производства тех или иных продуктов отдельным народам требуется сырье и материалы, импортируемые из других стран, что становится весьма сложной задачей в условиях меняющегося миропорядка. Ориентация большинства стран на импортозамещение весьма оправданно, но что делать, если сырья для производства – нет. Наука ориентирует на создание инновационных стартапов – разработку новых продуктов из растительного сырья; развитие инфраструктуры, в частности, строительство оросительных каналов; использование междисциплинарного подхода в развитии АПК [11,12]. В каждой стране устанавливаются свои пороговые значения, определяющие продовольственную безопасность. Для России – это не менее: 95% – зерна, картофеля; 90% – сахара, молока и молочных продуктов, растительного масла, овощей и бахчевых; 85% – мяса и мясных продуктов, рыбы, соли пищевой; 60% – фруктов и ягод; 75% – семян основных сельскохозяйственных культур отечественной селекции. В 2021 году по данным Минсельхоза РФ выполнение показателей Доктрины продовольственной безопасности составило более 90% [9]. Наибольшие успехи были достигнуты в производстве зерна, сахара, масла растительного и мяса. Отставание наблюдалось по молоку (обеспеченность составляет 84,2%), картофелю (89,1%), фруктам и ягодам (64,2%). Сложность решения задач по обеспечению населения продуктами питания объясняется тем, что для развития сельскохозяйственного производства требуется создание определенных условий, например, проведение мелиоративных мероприятий [1]. Не простым в своем обосновании является вопрос: сколько мелиорированных земель должно быть в стране? В каких регионах сосредоточить усилия по развитию мелиорации? Российские ученые считают, что мелиоративный потенциал орошаемых и осушаемых земель должен находиться в диапазоне от 15 до 25 млн. га [12,13]. В 2020 году из имеющихся в Российской Федерации 4,69 млн. га мелиорированных земель в сельскохозяйственном производстве использовалось лишь 3,89 млн. га, поливалось – 1,32 млн. га, что указывает на низкий уровень использования орошаемых земель [7, 14]. Целью исследования стало изучение использования тепловых карт для оценки и определения перспектив развития мелиоративного комплекса.

Материалы и методы. В методологическую базу исследования вошли: статистические, экономические и аналитические методы. Информационно-эмпирическую базу составили законодательные акты, материалы Правительства РФ, Министерства сельского хозяйства РФ, ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз», ФГБНУ ВНИИОЗ. Одно из графических решений, которое позволяет представлять данные при помощи цвета – тепловая карта (англ. *heatmap*). Идея кластеризации тепловых таблиц принадлежит Роберту Лингу, первая программа SYSTAT для построения тепловых карт с цветной графикой высокого разрешения появилась в конце XX века. Существует немало инструментов для создания тепловых карт, в числе которых программы для ЭВМ: PermutMatrix, NeoVision Hypersystems, Morpheus, Microsoft Excel, MeV, UDAV, Feng-GUI и др. Веб-тепловые карты позволяют определять активность пользователей по зонам сайта. Данные визуализируются при помощи цветового гра-

диента: теплые тона показывают места, к которым пользователи проявляют наибольший интерес, холодные цвета – места, с наименьшим сосредоточением внимания. Благодаря наглядной визуализации выявляются области предпочтений или ошибок. Тепловые карты, которые являются графическими представлениями данных могут использоваться в различных приложениях для облегчения представления большого объема информации. В некоторых вариантах тепловые карты могут содержать слой тепловой карты, координаты которого могут быть связаны с одним или несколькими объектами. Примеры тепловой карты, на который наложена область географической карты доступны на сайтах: Sightsmap (<http://www.sightsmap.com>). На рисунке 1 представлена информация одного объекта, отображающего множество объектов, связанных местоположением и назначением: зоны увлажнения, плотность населения и виды мелиорации России.

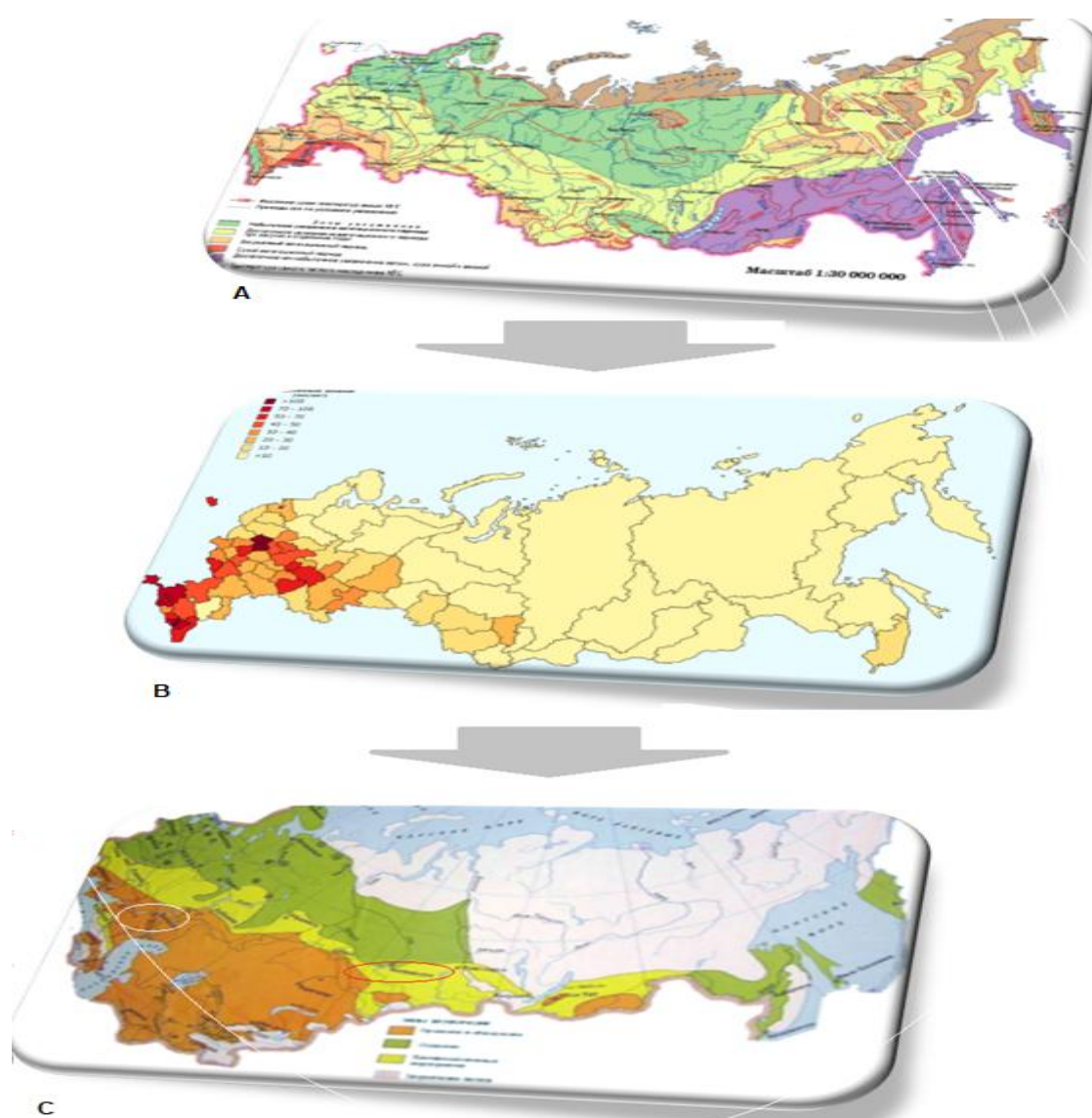


Рисунок 1 - Инфографика зоны увлажнения и изолинии температур (А), плотности населения (В), видов мелиорации (С), преобладающих в Российской Федерации

При рассмотрении, можно сделать определенные выводы: совмещение информации на трех объектах позволяет выделить области развития мелиорации. Можно наблюдать, что большая часть страны находится в неблагоприятных для сельскохозяйственного производства условиях, что значительная часть населения сосредоточено в центральной и южной части страны.

Данные наблюдения предопределяют, что освоения новых земель, увеличения производства продукции, можно обеспечить за счет перемещения части населения; строительства инфраструктуры и улучшения инвестиционного климата. Увеличение затрат на мелиорацию напрямую связано с проведением работ на труднодоступных территориях.

Результаты и обсуждение. В развитие мелиоративного комплекса Минсельхоз РФ планирует вложить до 2030 года – 2742,1 млрд руб. Субсидирование сельхозтоваропроизводителей, вводящих в эксплуатацию орошаемые и осушаемые земли, в размере от 50 до 90 %, понесенных затрат. Целевыми индикаторами, позволяющими оценить ход реализации Стратегии развития мелиорации в стране, должны стать: прирост урожайности сельскохозяйственных культур и валового сбора продукции на мелиорированных землях, в том числе на орошаемых землях, на 50-70% (к базовому показателю), на осушенных – на 30-50% [1,6,9,12]. Планируется построить мелиоративных систем на площади 2,31 млн га, реконструировать 6,90 млн га, в том числе: оросительных систем на площади – 3,7 млн га, осушительных – 3,2 млн га, создать защитных лесных насаждений на площади 759 тыс. га, провести противозерозионных мероприятий на площади 900 тыс. га.

Большой потенциал в области развития сельского хозяйства имеет мелиорация на Юге России. Мелиоративный комплекс ЮФО: 1568,38 тыс. га мелиорированных земель, из них: 1513,81 тыс. га орошаемых, 54,568 тыс. га осушенных; не используется в сельскохозяйственном производстве – 377,574 тыс. га мелиорированных земель (таблица 1) [6,8].

Таблица 1 - Состояние мелиорированных земель ЮФО, %, 2021 год

Регион	Хорошее	Удовлетворительное	Неудовлетворительное
ЮФО – всего	54,4	27,4	18,0
Астраханская область	19,7	44,1	36,1
Волгоградская область	74,7	12,2	13,1
Краснодарский край	74,4	14,2	11,5
Республика Адыгея	73,4	20,9	5,7
Республика Калмыкия	1,8	37,7	60,4
Республика Крым	45,0	45,1	8,8
Ростовская область	69,1	11,1	19,7
г. Севастополь	58,9	37,7	2,3

Мелиорация земель – достаточно затратное мероприятие, например, для строительства 1 га орошаемых земель, требуется около 350 тыс. руб., техническое перевооружение оросительных систем потребует – 120 тыс. руб. Решать проблему восстановления и развития мелиоративно-водохозяйственных систем

Российской Федерации можно на основе программно-целевого подхода и государственно-частного партнерства. В стране работает 79 бюджетных организаций, поддерживающих нормальное состояния мелиоративных объектов, обеспечивающих подачу воды сельхозтоваропроизводителям. Основной целью деятельности ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» является создание технических условий для увеличения объемов производства высококачественной сельскохозяйственной продукции на основе восстановления и повышения плодородия почв, обеспечения подачи воды по заявкам глав КФХ [3, 10]. Девять филиалов ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» обслуживают 18 государственных оросительных и оросительно-обводнительных систем с площадью мелиорированных земель – 255,2 тыс га (проектные мощности), 178,84 тыс га (фактические). Общее количество гидротехнических сооружений – 527, насосных станций – 248, протяженность каналов – 1 395,1 км, трубопроводов – 1537,7 км; численность кадрового состава – 1393 чел. Изношенность мелиоративных каналов и гидротехнических сооружений региона достигает –70% (таблица 2).

Таблица 2 - Техничко-эксплуатационное состояние оросительных систем Волгоградской области, 2021 год

Наименование	Проектная площадь обслуживания, тыс га	Фактическая площадь обслуживания, тыс га	Фактически полито, тыс га	Степень износа, %
Заволжская ОС	23,300	12,907	9,769	85,0
Светлоярская ОС	11,700	9,203	3,993	91,0
Палласовская ООС	19,400	16,861	1,582	91,0
Большая Волгоградская ОС	22,200	15,978	3,307	98,0
Волго-Ахтубинская ОС	1,626	1,626	0	60,0
Ленинская ОС	9,300	9,257	0,791	53,0
Городищенская ОС	27,000	20,587	11,813	81,0

ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» заключает договора с потребителями воды с учетом использования приборов водоучета или поливаемой площади (рисунок 2) [10].

Городищенский район входит в пригородную зону Волгограда и как фактор социально-экономического развития крупных городов, являются весьма интересным объектом для наблюдений [3, 4, 5, 13] (рисунок 3). С одной стороны, город является локомотивом для развития сельских районов, входящих в пригородную зоны, с другой, их развитие не всегда учитывает интересы горожан. Известны примеры вырубки или застройки пригородных зон без учета эколого-санитарного состояния территории. Существующее понятие «*пригородной зоны*» подчеркивают близость к крупному городу и наличие тесных функциональных, экономических, культурных связей. В пригородных зонах размещаются производства сельскохозяйственной продукции (овощей), перерабатывающие производства, логистические комплексы [2, 3, 5].



Рисунок 2 - Производство лука на поливных землях Городищенского района, снятие показателей с приборов учета подачи воды на полив, 2021 год



Рисунок 3 - Тепловая карта Волгограда и пригородной зоны Городищенского района Волгоградской области

Для производства овощей Городищенский филиал ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» производит полив 12 тыс. га. Головной водозабор Городищенской оросительной системы располагается на Волгоградском водохранилище перед плотиной Волжской ГЭС, подача воды в систему осуществляется двумя головными насосными станциями (первого и второго подъема) произво-

длительность $27 \text{ м}^3/\text{сек}$ каждая. Забираемая из водохранилища воду ГНС № 1 по двум ниткам напорного трубопровода ($L_{\text{тр}} = 3134 \text{ м}$) диаметром 2140 мм подает в соединительный канал длиной 1120 м. Из соединительного канала насосная станция № 2 (ГНС № 2) по двум ниткам напорного трубопровода ($U_{\text{тр}} = 5838 \text{ м}$) доставляет воду в магистральный канал, который протянулся на 64,8 км по Донскому склону Волго-Донского водораздела. Это позволяет создать весьма разветвленную оросительную сеть.

На площадях 3,78 тыс га полив осуществляется дождевальными машинами: ДКШ-64 «Волжанка», Фрегат, Western. Valley, Bauer; на площади 9,92 тыс га – капельным орошением, на площади 0,66 тыс. га через поверхностный полив (рисунок 4) [5,9].

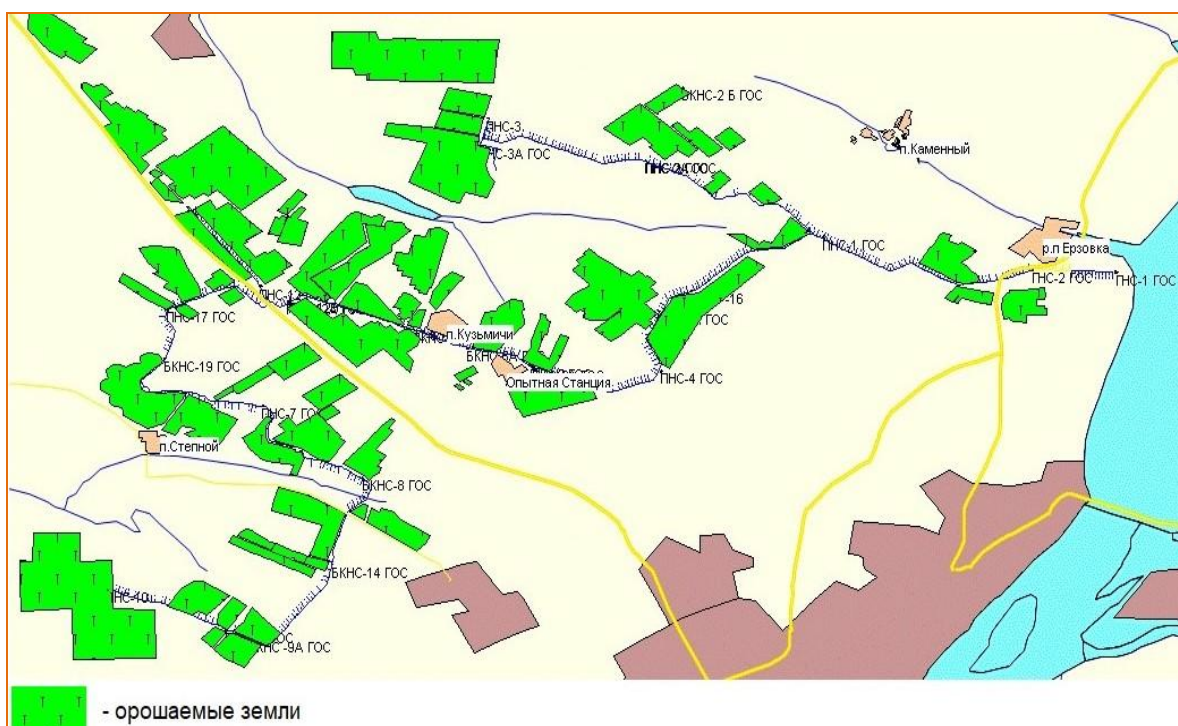


Рисунок 4 - Схема оросительной сети и орошаемых полей, Городищенской район, 2021 год

Заключение. Исследование показывает, что обеспечение продовольственной безопасности страны является главной задачей агропромышленного комплекса. Для выполнения основных показателей Доктрины необходимо дальнейшее развитие мелиоративного комплекса. Функционирование мелиоративного комплекса Юга России осложняется техническим состоянием оросительных систем, высоким моральным и физическим износом насосного и затворного оборудования (износ более 90 %). Инновационное обновление мелиоративного комплекса можно достичь на основе механизма государственно-частного партнерства. Применение аналитического инструментария – тепловых карт позволяет визуально определить области развития мелиоративного комплекса.

Библиографический список

1. Гурина И.В. Стратегическая платформа преобразований в агропромышленном комплексе в условиях меняющейся внешней среды / И.В. Гурина, Л.Н. Медведева // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции: сб. науч. ст. - Курган. 2022. - С. 141-144.
2. Калмыкова Е.В. Эффективность ресурсосберегающих приемов возделывания лука репчатого при орошении в условиях Нижнего Поволжья / Е.В. Калмыкова [и др.] // Овощи России. - 2020. - №1. - С. 58-63.
3. Медведев А.В. Agricultural performance Волгоградской области: вектор на мелиорацию сельскохозяйственных земель / А.В. Медведев, А.С. Вагнер // Материалы междунар. науч.-практич. интернет-конф., 2019 г. / ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук» [и др.]. - С.161-168.
4. Медведева Л.Н. Пригородная зона как одна из форм социально-экономического и территориального расселения горожан: актуальность и значение / Л.Н. Медведева // Научные труды Вольного экономического общества России. - 2011. - Т. 150. - С. 139-148.
5. Мещеряков М.П. Влияние технологического процесса передовых способов полива на продуктивность овощных культур в Нижнем Поволжье / М.П. Мещеряков, Д.А. Болотин, Е.Г. Мещерякова, В.А. Веденева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2021. - №4 (64). - С. 411-421.
6. Ольгаренко Г.В. Концепция государственной программы «Восстановление и развитие мелиоративного комплекса Российской Федерации на период 2020-2030 годов» / Г.В. Ольгаренко, С.М. Васильев, Г.Т. Балакай. - РосНИИПМ, 2019. - 129 с.
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. №731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации». - Режим доступа: <http://static.government.ru> (дата обращения 25.07.2022).
8. Сизов Ю.И. Экономико-математическая модель оценки государственных программ развития мелиорации в субъектах Южного федерального округа / Ю.И. Сизов [и др.] // Научные труды Вольного экономического общества России. - 2020. - Т. 223. - С. 478-487.
9. Указ Президента Российской Федерации от 21 февраля 2020 г. №20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». - Режим доступа: <http://static.government.ru/> (дата обращения 25.04.2022).
10. ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vlghmelio.ru/> (дата обращения 05.07.2022).
11. Щедрин В.Н. Подходы к формированию принципов создания современных мелиоративных систем и объектов / В.Н. Щедрин, В.И. Коржов, А.А. Белоусов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2020. - №3 (39). - С. 170-188.

12. Meliorative institutional environment – area of state interests / L.N. Medvedeva [et al.] // *Espacios*. - 2018. - Vol. 39. - P. 28-32.

13. Melihov V.V. Development of irrigation based on various business payment systems / V.V. Melihov [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. "Advances in Science for Agriculture "Achievements of Science for the Agro-Industrial Complex". - 2021. - P. 012059.

14. Koshkarova T.S. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate / T.S. Koshkarova [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Mathematical modeling of technical and economic systems in agriculture II. - 2020. - P. 012013.

Bibliographic list

1. Gurina I.V. Strategic platform for transformations in the agro-industrial complex in a changing environment / I.V. Gurina, L.N. Medvedeva // *Collection of materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference*. Mound. – 2022. - P. 141-144.

2. Kalmykova E.V. Efficiency of resource-saving methods of onion cultivation under irrigation in the conditions of the Lower Volga region / E.V. Kalmykova [et al.] // *Vegetables of Russia*. - 2020. - No.1. - P. 58-63.

3. Medvedev A.V. Agricultural performance of the Volgograd region: a vector for agricultural land reclamation / A.V. Medvedev, A.S. Vagner // *International scientific and practical Internet conference*. FGBNU "Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences". - 2019. - P.161-168.

4. Medvedeva L.N. Suburban zone as one of the forms of socio-economic and territorial settlement of citizens: relevance and significance / L.N. Medvedeva // *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. - 2011. - V. 150. - P. 139-148.

5. Meshcheryakov M.P. Influence of the technological process of advanced irrigation methods on the productivity of vegetable crops in the Lower Volga region / M.P. Meshcheryakov // *News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education*. - 2021. - No.4 (64). - P. 411-421.

6. Olgarenko G.V. The concept of the state program "Restoration and development of the reclamation complex of the Russian Federation for the period 2020-2030" / G.V. Olgarenko, S.M. Vasiliev, G.T. Balakai. – RosNIIPM, 2019. - 129 p.

7. Decree of the Government of the Russian Federation of May 14, 2021 No.731 "On the State Program for the Effective Engagement of Agricultural Land in the Turnover and the Development of the Ameliorative Complex of the Russian Federation". - Mode of access: <http://static.government.ru> (accessed 07.25.2022).

8. Sizov Yu.I. Economic-mathematical model for evaluating state programs for the development of melioration in the subjects of the Southern Federal District / Yu.I. Sizov [et al.] // *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. - 2020. - V. 223. - P. 478-487.

9. Decree of the President of the Russian Federation of February 21, 2020 No.20 "On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation". - Mode of access: <http://static.government.ru/> (accessed 04.25.2022).

10. FGBU "Management "Volgogradmeliovodkhoz". [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.vlgmelio.ru/> (accessed 07.05.2022).
11. Shchedrin V.N. Approaches to the formation of principles for the creation of modern land reclamation systems and objects / V.N. Shchedrin, V.I. Korzhov, A.A. Belousov // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. - 2020. - No.3 (39). - P. 170-188.
12. Meliorative institutional environment – area of state interests / L.N. Medvedeva [et al.] // Espacios. - 2018. - Vol. 39. - P. 28-32.
13. Melihov V.V. Development of irrigation based on various business payment systems / V.V. Melihov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science."Advances in Science for Agriculture "Achievements of Science for the Agro-Industrial Complex". - 2021. - P. 012059.
14. Koshkarova T.S. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate / T.S. Koshkarova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mathematical modeling of technical and economic systems in agriculture II. - 2020. - P. 012013.

УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ УДОБРЕНИЙ

POTATO YIELD DEPENDING ON THE FERTILIZERS USED

В.А. Монастырский, кандидат сельскохозяйственных наук

А.Н. Бабичев, доктор сельскохозяйственных наук

В.И. Ольгаренко, кандидат технических наук

*Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации,
г. Новочеркасск, Россия*

V.A. Monastyrskiy, Candidate of Agricultural Sciences

A.N. Babichev, Doctor of Agricultural Sciences

V.I. Olgarenko, Candidate of Technical Sciences

*Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, Novocherkassk,
Russia*

Аннотация: В статье приводятся итоги научных исследований по определению продуктивности агроценоза при использовании различных видов удобрений на примере выращивания картофеля летнего срока посадки в условиях орошения. Исследования проводились в 2019-2021 годах в Ростовской области. Орошение осуществлялось дождеванием с использованием многоопорных дождевальных машин оборудованных системой точной подачи воды к требующему того сегменту агроценоза. Влажность почвы по всем вариантам опыта поддерживалась на уровне не менее 80 % от наименьшей влагоемкости. В среднем по годам исследований на контрольном варианте урожайность корнеплодов картофеля составила 35,3 т/га. Лучший показатель урожайности получен на опытных участках с применением навоза и минерального удобрения, сидерата и минерального удобрения. Применение только органики ведет к снижению урожайности на 9,5 т/га. При отказе от внесения питательных веществ, урожайность составила в среднем 35,3 т/га, что на 17,8 т/га меньше урожайности на наиболее продуктивном варианте.

Ключевые слова: картофель летнего срока посадки, экономическая эффективность, динамика питательных веществ в почве, минеральные и органические удобрения, сидераты, продуктивность корнеплодов.

Abstract: The article presents the results of scientific research to determine the productivity of agrocenosis when using various types of fertilizers on the example of growing potatoes of the summer planting period in irrigation conditions. The research was conducted in 2019 – 2021 in the Rostov region. Irrigation was carried out by sprinkling with the use of multi-support sprinkler machines equipped with a system of precise water supply to the segment of agrocenosis that requires it. Soil moisture in all variants of the experiment was maintained at a level of at least 80% of the lowest moisture capacity. On average, over the years of research on the control variant, the

yield of potato root crops was 35.3 t/ha. The best yield indicator was obtained on experimental plots using manure and mineral fertilizer, siderate and mineral fertilizer. The use of only organic matter leads to a decrease in yield by 9.5 t/ha. With the rejection of the introduction of nutrients, the yield averaged 35.3 t/ha, which is 17.8 t/ha less than the yield on the most productive variant.

Key words: potatoes of the summer planting period, economic efficiency, dynamics of nutrients in the soil, mineral and organic fertilizers, siderates, productivity of root crops.

Введение. В современных условиях политической разобщенности очень остро поднимаются вопросы продовольственной безопасности. И будь то аграрная держава с многомиллионными посевными площадями или страна с песчаными почвами, не пригодными для выращивания продуктов питания, вопрос производства растениеводческой продукции в одном и другом случае остается открытым. Для увеличения валового сбора сельскохозяйственной продукции в аграрном бизнесе давно используются различные виды удобрений и эффективность их применения неоспорима [1]. Однако любое применение агрохимикатов, будь то удобрения, пестициды и иные препараты для увеличения продуктивности агроценоза, влекут за собой накопление их в почве, растениях, животных, питающихся этими растениями и, соответственно, в организме человека. По этой же причине уже продолжительный период времени сельскохозяйственное производство выделяет в своем секторе экологическое направление получения растениеводческой продукции. Оно предусматривает минимизацию использования агрохимии и стремится к полному отказу от таких элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Однако здесь возникает вопрос об экономической эффективности осуществления такого способа ведения сельского хозяйства [2, 3]. Таким образом, целью исследований являлось определение продуктивности агроценоза при использовании различных видов удобрений на примере выращивания картофеля летнего срока посадки в условиях орошения.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2019-2021 годах в Ростовской области. В процессе подготовки и проведения исследований был выбран картофель летней посадки сорт Каратоп. Культура и сорт выбраны ввиду повсеместного использования на обширной сельскохозяйственной территории и высокой отзывчивости при формировании урожая на оросительные мелиорации [9]. Орошение осуществлялось дождеванием с использованием многоопорных дождевальных машин оборудованных системой точной подачи воды к требующему того сегменту агроценоза. Влажность почвы по всем вариантам опыта поддерживалась на уровне не менее 80 % от наименьшей влагоемкости почвы. В качестве органического удобрения было предусмотрено применение навоза крупного рогатого скота (КРС) дозой 40 т/га и зеленой массы сидарата – 32 т/га. В качестве сидеральной культуры использовалась горчица сарептская сорт Донская 8 [4-7]. Агротехника возделывания картофеля применялась согласно зональным системам земледелия, в условиях оросительных мелиораций. Возделывание сидарата заключалось в применении трех агротехнических

приемов – посев, измельчение зеленой массы, запашка зеленой массы [7-11]. Почвы представлены тяжелыми суглинками с наличием органического вещества от 3,5 до 3,7 % в пахотном горизонте. Обработка получаемых данных проводилась согласно общепринятым методикам и на общедоступном программном обеспечении. Схема опыта:

- вариант 1 – без применения удобрений (контроль),
- вариант 2 – использование навоза КРС, 40 т/га
- вариант 3 – использование навоза КРС 40 т/га и применение минеральных удобрений $N_{160}P_{150}K_{180}$ на планируемую урожайность картофеля 50 т/га
- вариант 4 – использование сидерата, 45 т/га
- вариант 5 – использование сидерата 45 т/га и применение минеральных удобрений $N_{170}P_{160}K_{200}$ на планируемую урожайность картофеля 50 т/га.

Результаты и обсуждение. В период исследования были проведены наблюдения за динамикой массы клубней по фазам вегетации в зависимости от различных доз и видов удобрений. Осредненные показатели за годы исследований отображены в таблице 1. Графические данные по годам исследований на рисунке 1.

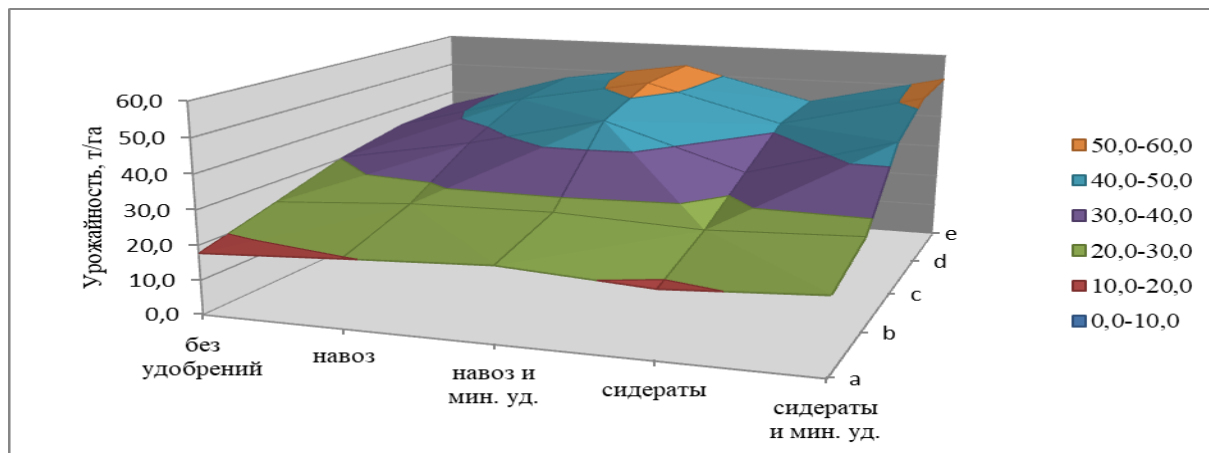
Таблица 1 - Динамика массы клубней, т/га
(среднее за 2019-2021 гг.)

Вариант опыта	Период развития				
	бутонизация	цветение	прекращение прироста ботвы	увядание ботвы	техническая спелость
1	17,8	23,9	30,2	34,2	35,3
2	19,8	26,4	35,3	41,7	43,6
3	21,6	27,0	46,6	52,5	53,1
4	19,1	25,2	33,5	41,6	42,8
5	21,4	26,7	45,1	51,7	52,3
НСР ₀₅ , т	0,98				

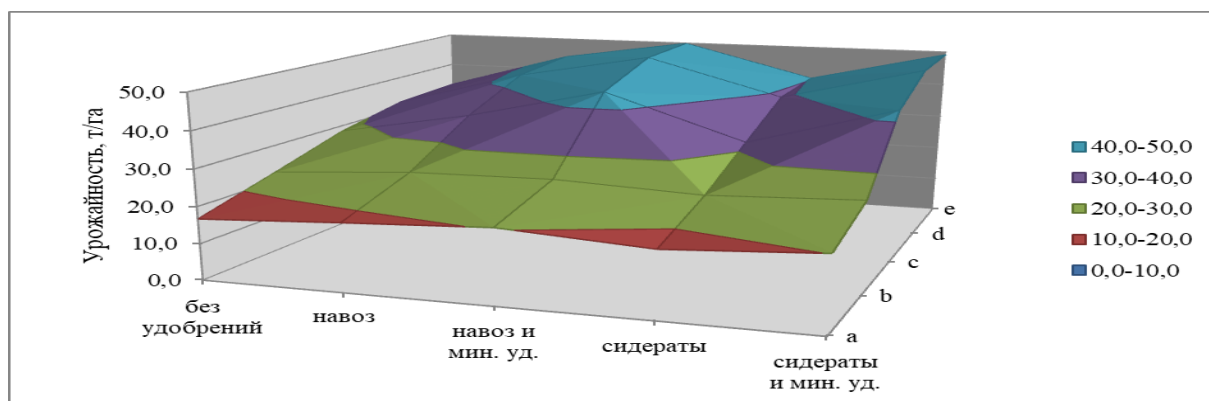
Применение органических удобрений позволило получить прибавку урожая, по сравнению с контрольным вариантом, более чем на 8 т/га. Наилучшие показатели, как и ожидалось, получены на вариантах, где используется совместное применение органических и минеральных удобрений. Так на варианте 3 после применения навоза и минеральных удобрений урожайность клубней картофеля составила 53,1 т/га. На варианте 5 после запашки сидерата и применения минеральных удобрений с учетом поступивших элементов питания в почву, урожайность достигла 52,3 т/га. В среднем по годам исследований на контрольном варианте урожайность корнеплодов составила 35,3 т/га. Этот показатель является наименьшим среди всех вариантов опыта.

Графическое отображение данных по годам исследования позволяет представить всю картину динамики массы клубней в зависимости от периода вегетации картофеля летней посадки. Как видно из рисунка 1, уже в начальные фазы роста и развития корнеплодов использование органических, и органо-минеральных систем питания дает большее преимущество в потенциальном

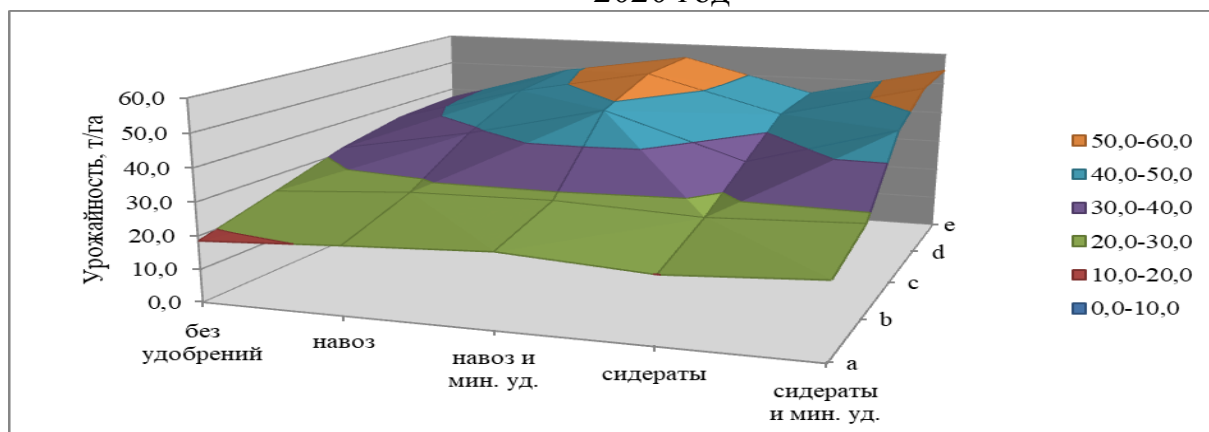
урожае. На фоне отказа от применения некоторых элементов технологии возделывания уменьшаются и финансовые затраты, которые не были осуществлены. Экономическая эффективность выращивания картофеля летнего срока посадки в зависимости от проводимых мероприятий по внесению различных видов удобрений представлена в таблице 2.



2019 год



2020 год



2021 год

Рисунок 1 - Динамика урожайности клубней картофеля летнего срока посадки по годам исследований (а - бутонизация, б - цветение, с - прекращение роста ботвы, d - увядание ботвы, e - техническая спелость)

**Таблица 2 - Экономическая эффективность получения продукции
в зависимости от схемы опыта**

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
1	35,3	1235,5	550,0	685,5	125
2	43,6	1526,0	570,0	956,0	168
3	53,1	1858,5	610,0	1248,5	205
4	42,8	1498,0	580,0	918,0	158
5	52,3	1830,5	620,0	1210,5	195

Как показал анализ расчетов, рентабельность выращивания картофеля летней посадки с полученной на первом варианте опыта урожайностью составляет 125 %. На лучшем варианте опыта, где на ряду с органикой применялись и минеральные удобрения, доходность от проводимых мероприятий больше чем в два раза превышала затраты на получение продукции и показатель рентабельности составляет 205 %. Подобный экономический эффект установлен на варианте 5. Тут рентабельность составила 195 %. Высокие показатели доходности установлены на вариантах 2 и 4, рентабельность при использовании только органических удобрений составляет 168 и 158 % соответственно.

Казалось бы, что достигнутые результаты урожайности и экономической эффективности могут устраивать как фермеров, стремящихся к интенсификации сельскохозяйственного производства, так и тех, кто нацелен на получение экологически безопасных продуктов питания. Однако наши наблюдения за динамикой питательных веществ в почве (таблица 3) не позволяют дать однозначные рекомендации по выращиванию картофеля с изменяющимися условиями системы питания и в зависимости от применяемых видов удобрений.

Закключение. В результате проведенных исследований по определению эффективности снижения химической нагрузки на агроценоз в условиях орошения можно сделать следующие выводы:

1. Для достижения наибольших показателей урожайности картофеля летней посадки следует строить систему питания так, чтобы в нее входили и органические удобрения и минеральные. Лучший показатель урожайности получен на опытных участках с применением навоза и минерального удобрения, сидерата и минерального удобрения. Применение только органики ведет к снижению урожайности на 9,5 т/га. При отказе от внесения питательных веществ, урожайность составила в среднем 35,3 т/га, что на 17,8 т/га меньше урожайности на наиболее продуктивном варианте.

2. С экономической точки зрения при выращивании картофеля летней посадки снижение химической нагрузки на агроценоз и переход от интенсивного земледелия к экологическому имеет место быть. Так, вне зависимости от применяемого варианта опыта окупаемость получаемой продукции носит положительный экономический эффект. Только на варианте без применения удобрения он составляет 124,6 %, а на вариантах с применением совместных видов удобрений 195,2 и 204,7 %.

Библиографический список

1. Бабичев А.Н. Метод прецизионного орошения для современных дождевальных машин / А.Н. Бабичев, В.А. Монастырский, В.И. Ольгаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2019. – №2 (74). – С. 14-17.
2. Бабичев А.Н. Накопление питательных веществ в почве при возделывании картофеля летней посадки после сидеральных культур / А.Н. Бабичев, Г.Т. Балакай, В.А. Монастырский // Плодородие. – 2015. – №5 (86). – С. 37-39.
3. Бородычев В.В. Условия эффективного использования ресурсов почвенной влаги при возделывании горчицы в рисовых чеках / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, В.В. Цыбулин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – №2. – С. 31-33.
4. Возделывание горчицы сарептской в качестве сидерата / В.А. Монастырский [и др.] // Плодородие. – 2019. – №5 (110). – С. 45-47. – DOI 10.25680/S19948603.2019.110.13.
5. Гребенюк К.В. Анализ технологического процесса дифференцированного внесения минеральных удобрений / К.В. Гребенюк // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2020. – №3 (8). – С. 41-52.
6. Закономерности влияния продуктивности овощей на вынос элементов питания при капельном поливе в сухостепном Поволжье / Н.А. Пронько [и др.] // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2019. – №3 (35). – С. 159-172. – DOI 10.31774/2222-1816-2019-3-159-172.
7. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение как фактор биологизации земледелия и повышения плодородия почвы / В.Г. Лошаков // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2016. – №2 (2). – С. 65-81.
8. Монастырский В.А. Возделывание сидеральных культур и их влияние на урожайность и качество клубней картофеля летней посадки / В.А. Монастырский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №92. – С. 884-892.
9. Новиков А.Е. Агроэкологическая оценка перспективных сортов картофеля и особенности агротехники на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А.Е. Новиков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – №3. – С. 15-24.
10. Приемы, исключаящие негативные процессы в почвах орошаемых агроландшафтов черноземной зоны юга России / Л.М. Докучаева [и др.] // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2011. – №1 (1). – С. 4.
11. Производство сельхозпродукции в России: цифры и факты // Наше сельское хозяйство. – 2021. – №7 (255). – С. 101-104.
12. Loshakov V.G. The Green Manure as a Factor of Agriculture Biologization and Nature-Similar Agrotechnology / V.G. Loshakov // Biogeosystem Technique. – 2015. – No4 (6). – P. 374-395. – DOI 10.13187/bgt.2015.6.374.
13. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia / A.K. Apazhev [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies

(ICMSIT II-2021), St.Petersburg, 3–6 марта 2021 г. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 32033. – DOI 10.1088/1742-6596/1889/3/032033.

Bibliographic list

1. Babichev A.N. Method of precision irrigation for modern sprinkler machines / A.N. Babichev, V.A. Monastyrsky, V.I. Olgarenko // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. – 2019. – No.2 (74). – P. 14-17.
2. Babichev A.N. Accumulation of nutrients in the soil during the cultivation of summer planting potatoes after sideral crops / A.N. Babichev, G.T. Balakai, V.A. Monastyrsky // Fertility. – 2015. – No.5 (86). – P. 37-39.
3. Borodychev V.V. Conditions for the effective use of soil moisture resources in the cultivation of mustard in rice checks / V.V. Borodychev, M.N. Lytov, V.V. Tsybulin // Melioration and water management. – 2014. – No.2. – P. 31-33.
4. Cultivation of mustard Sarepta as a siderate / V.A. Monastyrsky [et al.] // Fertility. – 2019. – No.5 (110). – P. 45-47. – DOI 10.25680/S19948603.2019.110.13.
5. Grebenyuk K.V. Analysis of the technological process of differentiated application of mineral fertilizers / K.V. Grebenyuk // Scientific and technical bulletin: Technical systems in agriculture. – 2020. – No.3 (8). – P. 41-52.
6. Regularities of the effect of vegetable productivity on the removal of nutrients during drip irrigation in the dry-steppe Volga region / N.A. Pronko [et al.] // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation. – 2019. – No.3 (35). – P. 159-172. – DOI 10.31774/2222-1816-2019-3-159-172.
7. Loshakov V.G. Green fertilizer as a factor of biologization of agriculture and increasing soil fertility / V.G. Loshakov // Agro-industrial technologies of Central Russia. – 2016. – No.2 (2). – P. 65-81.
8. Monastyrsky V.A. Cultivation of sideral crops and their influence on the yield and quality of potato tubers of summer planting / V.A. Monastyrsky // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2013. – No.92. – P. 884-892.
9. Novikov A.E. Agroecological assessment of promising potato varieties and features of agricultural technology on light chestnut soils of the Volgograd region / A.E. Novikov [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2022. – No.3. – P.15-24.
10. Techniques that exclude negative processes in soils of irrigated agricultural landscapes of the chernozem zone of the South of Russia / L.M. Dokuchaeva [et al.] // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation. – 2011. – No.1 (1). – P. 4.
11. Agricultural production in Russia: facts and figures // Our agriculture. – 2021. – No.7 (255). – P. 101-104.
12. Loshakov V.G. The Green Manure as a Factor of Agriculture Biologization and Nature-Similar Agrotechnology / V.G. Loshakov // Biogeosystem Technique. – 2015. – No4 (6). – P. 374-395. – DOI 10.13187/bgt.2015.6.374.
13. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia / A.K. Apazhev [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies

(ICMSIT II-2021), St.Petersburg, 3–6 марта 2021 г. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 32033. – DOI 10.1088/1742-6596/1889/3/032033.

УДК 631.3:631.17

**ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ АГРОЛАНДШАФТОВ -
ОСНОВА РАЗВИТИЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ОРОШЕНИЯ**

**REMOTE MONITORING AGRICULTURAL LANDSCAPES -
BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF PRECISION IRRIGATION**

А.А. Новиков, кандидат сельскохозяйственных наук

К.Ю. Козенко, кандидат экономических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия, e-mail: k-kozenko@rambler.ru

A.A. Novikov, Candidate of Agricultural Sciences

K.Yu. Kozenko, Candidate of Economical Sciences

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia, e-mail: k-kozenko@rambler.ru

Аннотация: В статье представлен обзор актуальных направлений дистанционного зондирования агроландшафтов и применения полученных данных в интеллектуальных системах, способных стать технологическим базисом для синтеза технологий прецизионного земледелия с орошаемым земледелием, разработки мультикритериальных геоинформационных систем и систем поддержки принятия решений, связанных с эксплуатацией орошаемых агробиоценозов. Анализ нормализованного вегетационного индекса NDVI и других вегетационных индексов формирует поток первичных данных о состоянии растительности в агробиоценозе, в обработке которых имеется значительный потенциал внедрения технологий машинного обучения. Для выявления наиболее адаптативных к специфике орошаемого земледелия направлений данной тематики в работе проведен анализ наиболее релевантных публикаций в рецензируемых журналах базы Web of Science, отражающих проблематику спутниковой фотосъемки агроландшафтов, применения беспилотных летательных аппаратов, видов вегетационных индексов, их технических особенностей и способов применения в прецизионном земледелии, технологий машинного обучения в обработке мультиспектральных фотоснимков агробиоценоза для анализа вегетационных индексов и распознавания образов. Выявлено существенное отставание технологий дистанционного зондирования влажности почв и содержания влаги в растениях от других направлений точного земледелия, например, прецизионного внесения азотных удобрений на основе карт урожайности, что, в свою очередь, повышает актуальность технологических исследований по данной теме.

Ключевые слова: точное земледелие, прецизионное земледелие, прецизионное орошение, вегетационные индексы, дистанционное зондирование агроландшафтов.

Abstract: This paper presents an overview for current trends in remote sensing

of agricultural landscapes and using of obtained data in intelligent systems, able to buildup a technological basis for a synthesis of technologies of precision farming with irrigated agriculture, development of multicriterial geoinformation systems and decision support systems related with cultivation of irrigated agrobiocenoses. Analysis of the normalized vegetation index NDVI and other vegetation indices forms a stream of primary data on the state of vegetation in the agrobiocenosis, in the processing of which there is a significant potential for implementation of machine learning technologies. To identify a most adaptable for specifics of irrigated agriculture aspects of this topic, there was done an analysis for most relevant publications in peer-reviewed journals of the Web of Science base, reflecting problems of satellite photography of agricultural landscapes, using of unmanned aerial vehicles, types of vegetation indices, their technical features and methods of application in precision farming, machine learning technologies in the processing of multispectral photographs of agrobiocenosis for the analysis of vegetation indices and pattern recognition. A significant lag in technologies for remote sensing of soil moisture and moisture content in plants from other areas of precision farming, for example, precision application of nitrogen fertilizers based on yield maps, was revealed, which, in turn, increases the relevance of technological research on this topic.

Key words: precision agriculture, precision irrigation, vegetation indices, remote sensing of agrolandscapes.

Введение. Вопросы мониторинга длительно орошаемых земель с целью разработки системы управления антропогенными воздействиями на орошаемые аридные агроэкосистемы для обеспечения их стабильной продуктивности при сохранении экологической устойчивости разрабатываются во Всероссийском научно-исследовательском институте орошаемого земледелия уже более 20 лет [1, 2, 3, 4, 5]. Однако в последние годы особое внимание в научной литературе стало уделяться дистанционному зондированию и дистанционному мониторингу агроландшафтов, которые являются одним из ключевых элементов технологического базиса прецизионного земледелия, позволяющим в реальном времени или с небольшой задержкой оценивать состояние возделываемых культур по комплексу показателей. Теоретический фундамент прецизионного земледелия, что характерно для большинства фундаментальных научных достижений, значительно опередил развитие технологического базиса. Так, еще в 1955 г. основатель Агрофизического института (г. Санкт-Петербург) академик А.Ф. Иоффе разработал концепцию «электронного агронома» с математическим аппаратом декомпозиции исследуемого агроландшафта на ряд квазиоднородных участков с дискретным отображением их свойств. Разумеется, в рамках ламповой и транзисторной электроники практическое воплощение такого рода технологий не было возможным. Развитие же информационных технологий на их современном этапе позволило реализовать данную концепцию, прежде всего, в форме анализа фотосъемки агроландшафтов в разрезе вегетационных индексов, отражающих различные показатели морфологии и фенологии растений.

Результаты и обсуждение. Вегетационные индексы в техническом аспекте представляют собой показатели отражения растений в различных спек-

тральных диапазонах, прежде всего красном и зеленом, а также синем, представляющих собой наиболее стабильные участки в спектральной кривой отражательной способности растений. Наиболее распространенным на практике индексом, разработанным в 1971 г., является нормализованный относительный вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), основанный на присущих зеленой массе растений свойствах поглощения электромагнитных волн в видимом красном диапазоне и их отражения в ближнем инфракрасном диапазоне. При этом на красную зону спектра (0,62-0,75 мкм) приходится максимум поглощения растениями солнечной радиации, а в ближней инфракрасной зоне (0,75-1,3 мкм) происходит максимальное отражение энергии клеточной структурой листа, что формирует сильные корреляции с общими показателями развития растений. Их фотосинтетическая активность, таким образом, формирует прямые корреляции с показателями коэффициентов отражения в ближней инфракрасной зоне спектра и обратные корреляции с коэффициентами отражения в красной зоне. При этом отношения этих показателей на снимке четко выделяют растительность среди иных природных объектов, что позволяет выявить в границах полей или других насаждений участки с морфологическим недоразвитием растений, коррелирующим с недостатком питательных веществ и влаги, а также выявить зоны, которые нуждаются в пересеве [19].

Более точным, но пока что менее распространенным чем NDVI вегетационным индексом является EVI (Enhanced Vegetation Index), разработанный в качестве адаптации NDVI к ландшафтам, которым присущ высокий индекс листовой поверхности LAI (Leaf Area Index), перенасыщающий используемые для расчета NDVI спектральные показатели и негативно сказывающийся на их точности. EVI использует синюю область отражения для коррекции атмосферных воздействий. Другим адаптивным вариантом NDVI является GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index), оперирующий показателями не красного, а зеленого диапазона (0,54-0,57 мкм), коррелирующего с фотосинтетической активностью растений, содержанием азота и влаги в их листьях. Также применяется индекс CVI (Chlorophyll Vegetation Index), формирующий более четкие показатели содержания хлорофилла в листовенном покрове растений.

Первым, и наиболее распространенным до настоящего момента способом получения данных для расчета вегетационных индексов является мультиспектральная спутниковая фотосъемка, осуществляемая с конца 1980-х гг. В настоящий момент для расчета NDVI наиболее широко применяются данные со спутников Sentinel-2 Европейского космического агентства (ESA) и Landsat-8, принадлежащего Национальному аэрокосмическому агентству США (NASA). Для Landsat-8 разрешение, то есть сторона квадрата, образующего один пиксель фотоснимка, составляет 30 м, для Sentinel-2 – 10 м, что позволяет использовать их данные как для макроуровня с исследованием целых областей, так и на микроуровне с исследованием отдельных агробиоценозов. Однако спутниковым технологиям присущ ряд имманентных недостатков, ограничивающих эффективность их применения в мониторинге агробиоценозов для прецизионного земледелия. В частности, как европейской, так и американской системе присущи значительные интервалы между снимками, для Sentinel-2 составляющие 5

дней, а для Landsat-8 16 дней, существенным лимитирующим фактором является и облачность. Проблема облачности частично решается посредством радиолокационных снимков, в частности, с европейского спутника Sentinel-1, однако обработка таких снимков, в свою очередь, сталкивается с рядом сложностей, связанных с искажением радиолокационного сигнала. Это создало необходимость развития альтернативных средств дистанционного зондирования агроландшафтов, прежде всего беспилотных летательных аппаратов, оснащенных мультиспектральными камерами, что позволяет получать изображения с меньшим временным интервалом и более высоким разрешением [12]. Однако применение БПЛА также имеет лимитирующие факторы в виде погодных условий, преимущественно ветров, создающих опасность для недорогих и маломощных аппаратов. Таким образом, исследование агроландшафтов, которым присущи сильные ветра, требуют повышенных расходов на более мощные БПЛА, способные сохранять стабильность в условиях сильного бокового ветра.

Получение первичных данных как со спутников, так и с БПЛА отличается определенными требованиями к условиям съемки, в частности, оптимальным является их проведение в полдень, что позволяет минимизировать наличие теней на снимке.

Поступающие со спутников и БПЛА данные взаимно дополняют друг друга, позволяя осуществлять системный мониторинг ландшафтов на микро- и макроуровне. В частности, это имеет особую значимость и в развитии орошаемого земледелия, поскольку анализ вегетационных индексов на основе мультиспектральных фотоснимков высокого разрешения позволяет выявить недостаточно увлажненные зоны агробиоценоза [6]. Кроме того, данные такого мониторинга формируют базис развития алгоритмов машинного обучения, позволяющих совершенствовать как точность самого мониторинга, так и программирования и прогнозирования урожаев. Основой машинного обучения является разработка алгоритмов, позволяющих осуществлять типологическую классификацию поверхностей агроландшафта. При этом основным фактором сложности машинного распознавания растений различных видов в рамках одного агробиоценоза является многообразие фенологических стадий роста растений одного вида, что образует и многообразие спектральных значений, затрудняющих дискретный анализ показателей вегетационного индекса для данного вида. Для решения данной проблемы применяется закладывание в алгоритмы комплекса снимков, отражающих различные фенологические периоды, что позволяет отслеживать присущие только данному виду растений корреляции [13].

В качестве средства повышения эффективности распознавания применяется объектно-ориентированный подход, основанный на агрегации пикселей с приближенными спектральными значениями, что позволяет получить более точные результаты в распознавании определенных культур, а внутри однородной культуры – растений с отличающимися от среднего уровня фенологическими показателями [8]. Внедрение алгоритмов машинного обучения для анализа вегетационных индексов позволяет не только ускорить сам процесс анализа, ряд исследователей отмечают сокращение ошибок по мере самообучения алгоритма в сравнении с конвенциональными методами за счет сокращения че-

ловеческого фактора [11], а также более высокую точность распознавания [7]. Наиболее применимыми алгоритмами машинного обучения в дистанционном мониторинге сельскохозяйственных угодий в настоящий момент являются нейросети. Применение машинных алгоритмов, как правило, является частью функционала комплексных геоинформационных систем, основанных на мультикритериальном анализе агробиоценоза с учетом свойств климата, почвы, рельефа, особенностей севооборотов и систем орошения. Геоинформационные системы, таким образом, приобретают не только исследовательский, но и управленческий функционал, становясь системами поддержки принятия решений (СППР), позволяющими выявить оптимальные пространственные критерии для размещения определенных сельскохозяйственных культур в системе земледелия, а также оптимизировать режимы их орошения и агрохимический фон [17]. Мультикритериальный анализ вегетационных индексов также является средством комплексной оценки экологической устойчивости агроландшафтов.

В мультикритериальном анализе широко применяется метод иерархических процессов АНР (analytical hierarchical process), основанный на сравнении относительного влияния пар критериев на конечный результат [15].

Дистанционный мониторинг агроландшафтов обладает особой значимостью для оценки влияния засух и эффективности оросительных систем, что особо актуально в условиях Волгоградской области. Отмечается повышенная эффективность цифровых методов мониторинга в зонах рискованного земледелия в сравнении с конвенциональными методами, что достигается за счет сочетания нескольких вегетационных индексов, отражающих содержание воды в растениях. В частности, для решения данной задачи были разработаны отдельные вегетационные индексы, наиболее распространенным из которых является NDDI (Normalized Difference Drought Index), применяемый при анализе снимков со спутника Landsat-8. Полученные в результате анализа данных снимков позволяют формировать геоинформационные системы, основанные на показателях влажности агробиоценозов, что является фундаментом развития технологий прецизионного орошения [9].

Кроме того, актуальным направлением дистанционного мониторинга агроландшафтов является выявление и анализ сорняков. Наиболее распространенным в сельскохозяйственной практике способом борьбы с ними является внесение фиксированного количества гербицидов на единицу площади участка, что зачастую оказывается и недостаточно эффективным, и избыточным с точки зрения допустимой пестицидной нагрузки на агробиоценоз. Методы дистанционного мониторинга сорняков на ранней стадии их развития основываются на определении геометрической конфигурации рядов с выделением выходящей за указанные координаты растительности с помощью алгоритма так называемого обобщенного преобразования Хафа (Hough transformation). Анализ вегетационных индексов позволяет, в свою очередь, отличить сорную растительность на данных участках от почвы [14]. В выявлении же сорняков на поздних стадиях их развития дистанционное зондирование с помощью БПЛА за счет высокого разрешения снимков позволяет выявить фенологические различия растительности внутри посева. Сорным растениям присуща стабильность пространственно-

го размещения внутри агроценоза от сезона к сезону [18], поэтому результаты дистанционного зондирования посевов позволяют осуществить и долгосрочную оптимизацию внесения гербицидов.

Важным аспектом эколого-экономической эффективности агробиоценоза является оптимальная плотность посевов, в исследовании которой также применяется дистанционное зондирование и машинное обучение. Однако результативным средством решения данных задач могут служить только снимки агробиоценозов с БПЛА, поскольку спутники не обеспечивают достаточного разрешения. Так, наибольшее разрешение материалов проекта Sentinel составляет 10 м земной поверхности на пиксель в мультиспектральной съемке спутника Sentinel-2 и 4 м для радиолокационных снимков спутника Sentinel-1, в то время как для эффективной автоматизации вычислений плотности растительности методами машинного обучения требуется пиксель размером не более 5 см [14].

Для обучения нейросетей распознаванию определенного растения используется сегментирование фотоснимков с группированием пикселей, содержащих отдельное растение, и последующей бинарной классификацией с отделением контура растения от почвы на основе спектральных показателей [16].

Широко применяемым направлением для дистанционного зондирования агроландшафтов является прецизионное внесение удобрений, в особенности азотных. Формирование карт урожайности, отражающих неоднородную структуру содержания питательных веществ в почве агробиоценоза, позволяет оптимизировать расходы на азотные удобрения, при сохранении заданного уровня урожайности сокращая до 45% издержек [10]. Производители сельскохозяйственной техники, в частности, компания Amazone, разработали специальные разбрасыватели удобрений, системы управления которыми интегрируются с цифровыми картами урожайности и осуществляют дозирование внесения не только в зависимости от данных по NPK обрабатываемого участка агробиоценоза, но и от направления ветра в момент исполнения данной операции. При этом в реализации прецизионного внесения удобрений можно выделить два основных подхода: основанный на картах урожайности и на показаниях сенсоров. Карты, как правило, применяются в предпосевном внесении удобрений, сенсорный же подход, реализуемый преимущественно посредством мультиспектрального зондирования с БПЛА, основан на анализе вегетационных индексов в разрезе содержания азота в зеленой массе растений, что позволяет осуществлять мониторинг агробиоценозов в реальном времени и точечное внесение недостающих удобрений в том числе посредством специальных сельскохозяйственных БПЛА-платформ, например, достаточно широко присутствующей на рынке линейки БПЛА DJI Agras, имеющих полезную нагрузку до 40 кг и ширину распыления удобрений или пестицидов до 9 м.

Заключение. В многообразии направлений дистанционного зондирования агроландшафтов наибольшее развитие в настоящий момент присуще именно прецизионному внесению удобрений, вышедшему на системный уровень сквозных технологий с крупносерийным производством соответствующего оборудования. При этом методы дистанционного мониторинга влажности почвы и анализа показателей водного стресса растений представлены лишь отдель-

ными разработками, что придает особую актуальность дальнейшим исследованиям в данном направлении. При этом взаимодополняемость дистанционного зондирования агроландшафтов через БПЛА и спутники не ограничивается только этими техническими платформами, не меньшими перспективами обладает их дополнение системами датчиков влажности на основе IoT (Internet of Things) и протокола LPWAN (Low Power Wide Area Network), что позволит получать наиболее точные данные о состоянии агробиоценоза в реальном времени и, в свою очередь, сформирует первичное звено систем прецизионного орошения.

Библиографический список

1. Мамин В.Ф. Агромелиоративные приемы, предотвращающие процессы экологической дестабилизации орошаемых агроландшафтов / В.Ф. Мамин, Т.И. Панова // Орошаемое земледелие. – 2013. – №1. – С. 4-5. – EDN YICTQF.

2. Мамин В.Ф. Методологические подходы к ведению долговременного мониторинга орошаемых агроландшафтов / В.Ф. Мамин, О.П. Комарова // Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвященной 50-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, Волгоград, 6–9 сентября 2017 г. / ФГБНУ ВНИИОЗ. – Волгоград, 2017. – С. 145-150. – EDN XNMGLZ.

3. Мелихов В.В. Экологическое состояние орошаемых агроландшафтов локального мониторинга на Волго-Донском междуречье / В.В. Мелихов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №4 (52). – С. 29-36. – DOI 10.32786/2071-9485-2018-04-3. – EDN YXTVUD.

4. Мелихов В.В. Качество поверхностных вод и их влияние на экологическую устойчивость орошаемых агроландшафтов / В.В. Мелихов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № (56). – С. 48-55. – DOI 10.32786/2071-9485-2019-04-5. – EDN YPEIBP.

5. Новиков А.Е. Экологическая устойчивость орошаемых агроландшафтов Волго-Донского междуречья / А.Е. Новиков [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – №12. – С. 24-25.

6. Atzberger C. Advances in remote sensing of agriculture: Context description, existing operational monitoring systems and major information needs / C. Atzberger // Remote sensing. – 2014. – No5 (2). – P. 949-981.

7. Cammalleri C. Mapping daily evapotranspiration at field scales over rainfed and irrigated agricultural areas using remote sensing data fusion / C. Cammalleri [et al.] // Agricultural and forest meteorology. – 2014. – No186. – P. 1-11.

8. Colaco A.F. Do crop sensors promote improved nitrogen management in grain crops? / A.F. Colaco, R.G. Bramley // Field Crops Research. – 2018. – No218. – P. 126-140.

9. Dannenberg M. Consistent classification of Landsat time series with an improved automatic adaptive signature generalization algorithm / M. Dannenberg, C. Hakkenberg, C. Song // *Remote Sensing*. - 2016. - No8 (8). - P. 691-696.
10. Gomez C. Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review / C. Gomez, J.C. White, M.A. Wulder // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2016. - No116. - P. 55-72.
11. Jin X. Estimates of plant density of wheat crops at emergence from very low altitude UAV imagery / X. Jin [et al.] // *Remote Sensing of Environment*. - 2017. - No198. - P. 105-114.
12. Jones G. Modelling agronomic images for weed detection and comparison of crop/weed discrimination algorithm performance / G. Jones, C. Gee, F. Truchetet // *Precision Agriculture*. - 2009. - No10 (1). - P. 1-15.
13. Jurišić M. Suitability Calculation for Red Spicy Pepper Cultivation (*Capsicum annum L.*) Using Hybrid GIS-Based Multicriteria Analysis / M. Jurisic [et al.] // *Agronomy*. - 2020. - No10 (1). - P. 3.
14. Kang J. Identifying tree crown areas in undulating eucalyptus plantations using JSEG multi-scale segmentation and UAV near-infrared imagery / J. Kang [et al.] // *International journal of remote sensing*. - 2017. - No38 (8-10). - P. 2296-2312.
15. Kurbanov R.K. Application of vegetation indexed to asses the condition of crops / R.K. Kurbanov, N.I. Zakharova // *Agricultural machinery and technologies*. - 2020. - No4. - P. 4-11.
16. Radocaj D. Land Suitability Using GIS-Based Multicriteria Analysis and Sentinel-2 Multitemporal Images. // D. Radocaj [et al.] // *Remote Sensing*. - 2020. - No12 (9). - P. 1463.
17. Sibanda M. Examining the potential of Sentinel-2 MSI spectral resolution in quantifying above ground biomass across different fertilizer treatments / M. Sibanda, O. Mutanga, M. Rouget // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. - 2015. - No110. - P. 55-65.
18. Skakun S. The use of satellite data for agriculture drought risk quantification in Ukraine / S. Skakun, N. Kussul, A. Shelestov, O. Kussul // *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. - 2020. - No7 (3). - P. 901-917.
19. Yuan H. Retrieving soybean leaf area index from unmanned aerial vehicle hyperspectral remote sensing: Analysis of RF, ANN, and SVM regression models / H. Yuan, G. Yang, C. Li // *Remote Sensing*. - 2017. - No9 (4). - P. 309.

Bibliographic list

1. Mamin V.F. Agro-reclamation techniques that prevent the processes of ecological destabilization of irrigated agricultural landscapes / V.F. Mamin, T.I. Panova // *Oroshaemoe zemledelie*. – 2013. – No.1. – P. 4-5. – EDN YICTQF.
2. Mamin V.F. Methodological approaches to long-term monitoring of irrigated agricultural landscapes / V.F. Mamin, O.P. Komarova // *Rol' melioracii zemel' v realizacii gosudarstvennoj nauchno-tehnicheskoy politiki v interesah ustojchivogo razvitija sel'skogo hozjajstva : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju Vserossijskogo nauchno-*

issledovatel'skogo instituta oroshaemogo zemledelija, Volgograd, 6–9 sentjabrja 2017 g. / FGBNU VNIOZ. – Volgograd, 2017. - P. 145-150. - EDN XNMGLZ.

3. Melihov V.V. Ecological status of irrigated agricultural landscapes of local monitoring in the Volga-Don interfluve / V.V. Melihov [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2018. - No.4 (52). - P. 29-36. - DOI 10.32786/2071-9485-2018-04-3. - EDN YXTVUD.

4. Melihov V.V. Surface water quality and their impact on the ecological sustainability of irrigated agricultural landscapes / V.V. Melihov [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2019. – No.4 (56). – P. 48-55. – DOI 10.32786/2071-9485-2019-04-5. – EDN YPEIBP.

5. Novikov A.E. Ecological sustainability of irrigated agricultural landscapes of the Volga-Don interfluve / A.E. Novikov [et al.] // Sel'skij mehanizator. - 2021. - No.2. - P. 24-25.

6. Atzberger C. Advances in remote sensing of agriculture: Context description, existing operational monitoring systems and major information needs / C. Atzberger // Remote sensing. - 2014. - No5 (2). - P. 949-981.

7. Cammalleri C. Mapping daily evapotranspiration at field scales over rainfed and irrigated agricultural areas using remote sensing data fusion / C. Cammalleri [et al.] // Agricultural and forest meteorology. - 2014. - No186. - P. 1-11.

8. Colaco A.F. Do crop sensors promote improved nitrogen management in grain crops? /A.F. Colaco, R.G. Bramley // Field Crops Research. - 2018. - No218. - P. 126-140.

9. Dannenberg M. Consistent classification of Landsat time series with an improved automatic adaptive signature generalization algorithm / M. Dannenberg, C. Hakkenberg, C. Song // Remote Sensing. - 2016. - No8 (8). - P. 691-696.

10. Gomez C. Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review / C. Gomez, J.C. White, M.A. Wulder // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2016. - No116. - P. 55-72.

11. Jin X. Estimates of plant density of wheat crops at emergence from very low altitude UAV imagery / X. Jin [et al.] // Remote Sensing of Environment. - 2017. - No198. - P. 105-114.

12. Jones G. Modelling agronomic images for weed detection and comparison of crop/weed discrimination algorithm performance / G. Jones, C. Gee, F. Truchetet // Precision Agriculture. - 2009. - No10 (1). - P. 1-15.

13. Jurišić M. Suitability Calculation for Red Spicy Pepper Cultivation (*Capsicum annum L.*) Using Hybrid GIS-Based Multicriteria Analysis / M. Jurisic [et al.] // Agronomy. - 2020. - No10 (1). - P. 3.

14. Kang J. Identifying tree crown areas in undulating eucalyptus plantations using JSEG multi-scale segmentation and UAV near-infrared imagery / J. Kang [et al.] // International journal of remote sensing. - 2017. - No38 (8-10). - P. 2296-2312.

15. Kurbanov R.K. Application of vegetation indexed to asses the condition of crops / R.K. Kurbanov, N.I. Zakharova // Agricultural machinery and technologies. - 2020. - No4. - P. 4-11.

16. Radocaj D. Land Suitability Using GIS-Based Multicriteria Analysis and Sentinel-2 Multitemporal Images. // D. Radocaj [et al.] // Remote Sensing. - 2020. - No12 (9). - P. 1463.

17. Sibanda M. Examining the potential of Sentinel-2 MSI spectral resolution in quantifying above ground biomass across different fertilizer treatments / M. Sibanda, O. Mutanga, M. Rouget // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. - 2015. - No110. - P. 55-65.

18. Skakun S. The use of satellite data for agriculture drought risk quantification in Ukraine / S. Skakun, N. Kussul, A. Shelestov, O. Kussul // Geomatics, Natural Hazards and Risk. - 2020. - No7 (3). - P. 901-917.

19. Yuan H. Retrieving soybean leaf area index from unmanned aerial vehicle hyperspectral remote sensing: Analysis of RF, ANN, and SVM regression models / H. Yuan, G. Yang, C. Li // Remote Sensing. - 2017. - No9 (4). - P. 309.

**ВОЗОБНОВЛЕНИЕ БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА
МЕЛИОРИРОВАННЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ
И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ**

**RENEWAL OF BIORESOURCE POTENTIAL OF RECLAIMED
GRAY FOREST AND SOD-PODZOLIC SOILS**

А.А. Павлов, кандидат биологических наук

Ю.А. Мажайский, доктор сельскохозяйственных наук

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

A.A. Pavlov, Candidate of Biological Sciences

Y.A. Mazhayskiy, Doctor of Agricultural Science

Meshcherskiy Branch of the VNIIGiM, Ruazan, Russia

Аннотация: В данной статье приведен анализ проведенного лизиметрического опыта по выявлению влияния гуминового препарата при совместном применении с биогумусом при уровне грунтовых вод (далее УГВ) 1,5 м на свойства дерново-подзолистой и серой лесной почв, связанные с накоплением нитратного азота, подвижных форм кальция, фосфора, а также урожайностью и качественным составом сена. Целью исследований являлось определение влияния гуминового препарата в сочетании с биогумусом на плодородие залежных земель. Применение гуминового препарата (далее ГЭ) и биогумуса способствовало повышению основных экономических показателей. В результате проведенных исследований рекомендовано применение гуминового препарата в дозе 150 л/га (с концентрацией 0,015 %) в почву вместе с биогумусом 10 т/га перед посевом в полном объеме в почву.

Ключевые слова: гуминовый препарат, биогумус, плодородие, залежные земли, грунтовые воды.

Abstract: This article provides an analysis of the lysimetric experiment to identify the effect of a humic preparation when applied together with biohumus at a groundwater level (hereinafter referred to as GWL) of 1.5 m on properties of sod-podzolic and gray forest soils associated with the accumulation of nitrate nitrogen, mobile calcium and phosphorus, as well as yield and quality of hay. The aim of the research was to determine the effect of a humic preparation in combination with biohumus on the fertility of fallow land, as well as on the yield and qualitative composition of hay. As a result of the conducted studies, it was recommended to use a humic preparation at a dose of 150 l / ha (with a concentration of 0.015%) into the soil together with 10 t / ha biohumus before sowing in full.

Key words: humic preparation, biohumus, fertility, fallow land, groundwater.

Введение. Почва относится к незаменимым природным ресурсам биосфе-

ры. Она обеспечивает условия существования всего живого, в том числе растений. Наиболее ценными в агрономическом отношении являются пахотные высокопродуктивные почвы. Выведенные из сельскохозяйственного оборота территории за 30 летний период быстро превращаются в залежные земли, подверженные деградационным процессам, зарастающие сорной и кустарниковой растительностью с большим количеством возбудителей болезней культурных растений, выращиваемых на прилегающих территориях [1, 11].

В государственном докладе о состоянии и использовании земель в 2020 году опубликовано, что на территории Российской Федерации за последнее десятилетие площадь залежных земель составляет 4,9-5,1 млн га [2]. По данным министерства сельского хозяйства на территории Рязанской области площадь залежных земель примерно составляет 150 тыс. га.

В целях сохранения плодородия почвы при борьбе с деградацией и освоением залежных земель в целом, становится необходимым создание и поддержание условий с оптимальным агрофизическим и агрохимическим состоянием почв.

Выращивание многолетних трав представляет собой одним из щадящих режимов воздействия на почвенную среду. Они являются хорошим элементом севооборота, способствующему улучшению плодородия почвы. В условиях нечерноземной зоны включение трав в севооборот является экономически выгодным и безопасным способом борьбы с сорняками, вредителями культурных растений. Так же травы оказывают влияние почвенные элементы, в частности семейство бобовых активно участвует в накоплении азота в почвенном слое. Выращивание многолетних трав, на полях с уклоном, способствует к снижению процессов ветровой и водной эрозии за счет уплотнения почвы при отсутствии ежегодной обработки почвы. Некоторые виды кормовых трав, способствуют снижению кислотности и борются с засоленностью почвы. Поэтому освоение залежных земель необходимо начинать с выращивания однолетних и многолетних трав [3, 10].

В современных условиях жизнедеятельности сельскохозяйственных предприятий, единым условием, при котором возможно сохранение плодородия, снижение загрязнения природной среды, повышение урожая, обеспечения животноводства качественными кормами, является биологизация системы земледелия и сельского хозяйства в целом.

Материалы и методы. При уходе от химизации сельского хозяйства к его экологизации использование органических и органо-минеральных препаратов является перспективным [3]. В связи с этим, в наших исследованиях используется органо-минеральный гуминовый препарат и биогумус. Отличительной особенностью данного препарата является, эффективное производство по технологии гидродинамической кавитации, и в результате получаемый препарат содержит гуминовые вещества в большем количестве и в более активном виде [7, 12].

Нашей целью и задачей исследований стало выявление влияния гуминового препарата на плодородие залежных земель и урожайность кормовых культур.

Исследования, проводимые с 2016 по 2021 год, рассматривали три уровня залегания грунтовых вод (далее УГВ): 1,5 м; 1,0; 0,5 м на фоне применения гуминового препарата и биогумуса. Контрольным принят вариант без применения удобрений.

На опытном участке использовались серые лесные и дерново-подзолистые почвы. По гранулометрическому составу – среднесуглинистые и супесчаные соответственно. Плотность сложения высокая - 1,31 и 1,2 г/см³. Пахотный горизонт имеет среднекислую и слабокислую реакцию почвенного раствора – 5,2 и 5,6 ед. Содержание органического вещества - 4,2 и 2,5 %. Содержание подвижных форм фосфора в дерново-подзолистой почве низкое – 37,6 мг/кг, в серой лесной почве среднее - 68,4 мг/кг, калия среднее – 85,8 и 116 мг/кг. [5, 6].

Общая площадь лизиметра 1,2 м², с загрузкой почвы от 0,9 до 1,8 м. У лизиметров имеется двойное дно, которое соединено с сосудом по регулировке уровня грунтовой воды. Повторность вариантов опыта четырехкратная.

В качестве кормовых культур были использованы смеси вико-овса (с соотношением 1/1) и клевера красного, тимофеевки луговой, ежи сборной (с соотношением 2/1/1).

В качестве удобрений использован гуминовый препарат с концентрацией гумусовых и фульвокислот 50,1 г/л в виде 0,015% рабочего раствора и биогумус в дозе внесения 10 т/га с содержанием общего азота 1-1,5 %, органического вещества 40-45 %. Внесение осуществлялось в почву перед посевом.

Планирование эксперимента и составлении схемы опыта проведено на основании результатов четырех предшествующих опытов по данной тематике. При определении доз органо-минеральных удобрений был учтен опыт научной литературы и рекомендации производителя. [8, 9].

Результаты и обсуждение. Проведенными исследованиями установлено, что использование гуминового препарата в сочетании с биогумусом при различном УГВ способствует: активизации начальных ростовых процессов кормовых культур; увеличению фитомассы растений; росту урожайности и повышению качества кормов, а также оказывает положительное влияние на уровень плодородия почвы. Лучшими результатами обладали варианты применения гуминового препарата 150 л/га с биогумусом при внесении в полном объеме в первый год исследований. Причем на дерново-подзолистой влияние УГВ наилучшее при уровне 1,0 м, а на серой-лесной почве при уровне 0,5-0,7. Ниже представлены основные выводы, относящиеся только исследуемым почвам:

Комплексное применение гуминового препарата в сочетании с биогумусом оказало наибольшее влияние на увеличение урожайности, линейного развития, и скорость наступления фаз вегетации исследуемых трав. Средняя прибавка на дерново-подзолистой почве составила: зеленая масса 529 г/м², сено 121 г/м²; на серой лесной почве 581 г/м² и 142 г/м² соответственно. На вариантах в заданном УГВ 1,0 – 0,5 м прибавка составила на дерново-подзолистой почве 594 г/м² и 138 г/м², на серой лесной почве 584 г/м² и 145 г/м². Прибавка линейного роста у вики составляла 17,8 – 19 см, овса 10,2 -11 см. На вариантах с заданным УГВ 1,0-0,5м данные составляли у вики 14,1, овса

12,5-12,9 см. Скорость наступления фаз развития увеличивалась на 2-3 дня начиная со всходов.

Применение гумата и биогумуса способствовало улучшению качественного состава сена. Содержание сырого протеина и сырой клетчатки накапливалось в обратной зависимости, при повышении протеина, снижалось содержание клетчатки, соответственно увеличивалась энергетическая ценность сена. В среднем за три года, содержание перевариваемого протеина на дерново – подзолистой почве увеличилась с 102,7 до 125,8 г/кг, на серой лесной почве с 103,6 до 132,7 г/кг, прибавка составила 22% и 28% соответственно. Содержание обменной энергии при этом, увеличилось на 3% на обоих почвах.

Накопление органического вещества в почвенном слое 0-20 см стабильно увеличивалось при внесении комплекса гумата 150 л/га с биогумусом. В среднем за три года его содержание на дерново-подзолистой почве увеличилось на 0,4%, на серой лесной на 0,61%. На вариантах в установленном близким УГВ процесс образования органического вещества усиливался и прибавка составляла при УГВ 1,0 на дерново-подзолистой почве - 0,56 %, серой лесной – 0,72%.

Гумат способствовал уменьшению обменной кислотности за годы исследований в почвах из слабокислой к близкой к нейтральной среде за счет щелочной реакции самого препарата. За счет применения гумата в дозе 150 л/га с биогумусом 10 т/га за три года на дерново-подзолистой почве произошло снижение кислотности на 1,1 ед, на серой лесной на 0,9 ед. Снижение дозы препарата со 150 л/га до 130 л/га при применении биогумуса, а также на вариантах при заданных УГВ 1,0 – 0,5 не было оказано достоверного влияния на изменение кислотности почв, разница за 3 года составила 0 – 0,1 ед.

Процесс минерализации азота в период вегетации усиливался за счет применяемых гумата и биогумуса, особенно в период хорошей обеспеченности осадками. В среднем за три года увеличение содержания подвижного азота в дерново-подзолистой почве на 75%, на серой лесной почве на 69%. На вариантах при заданном УГВ 1,0-0,5 значительных изменений не наблюдалось. Динамика образования подвижного фосфора и обменного калия, на этих вариантах показала увеличение минерализации на дерново-подзолистой почве фосфора в 2,3 раза, калия в 2 раза; на серой лесной почве фосфора и калия в 1,5 раза. При заданном факторе УГВ 1,0-0,5 м достоверных изменений не наблюдалось.

Внесение гуминового препарата в почву в дозе 150 л/га оказало положительное влияние на эффективность использования навоза, торфа, биогумуса, минеральных удобрений. Полученные данные урожайности сена показывают влияние гумата в дерново-подзолистой и серой лесной почвах на действие биогумуса - 23% - 9%, торфа - 27% - 9%, навоза - 48% - 33%, минеральных удобрений – 19% - 8% соответственно.

Оценка экономической и энергетической эффективности исследуемой системы применения удобрений показала, что стоимость растениеводческой продукции покрывает расходы на применение почвенных мелиорантов. При этом уровень рентабельности на дерново-подзолистой почве составил 12-15 %,

на серой лесной почве 22-27% в среднем за годы исследований. Коэффициент энергетической эффективности составил 2,3-2,5 ед.

Заключение. В сложившихся эколого-экономических условиях предлагается использование гуминового препарата и биогумуса на дерново-подзолистых и серых лесных почв при выращивании однолетних и многолетних кормовых трав. В целях улучшения основных показателей плодородия почвы, продуктивности и содержания питательных веществ в кормовых травах рекомендуется применять органо-минеральные удобрения в виде гуминового препарата в дозе рабочего раствора 150 л/га (0,015%) в комплексе с биогумусом в дозе 10 т/га непосредственно перед посевом в почву, при соблюдении общепринятых агротехнических мероприятий по механической обработке почвы с целью сохранения влаги и борьбы с сорной растительностью.

Библиографический список

1. Дзыбов Д.С. Научно-практические основы биологического метода исключения залежной растительности из сукцессионного процесса / Д.С. Дзыбов // Земледелие. – 2016. – №2. – С. 13-18.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2020 году. - М., 2021. - 220 с.
3. Левин В.И. Эффективность действия препаратов различной природы на рост и урожайность картофеля / В.И. Левин, А.С. Петрухин // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: матер. междунар. науч.-практ. конф. - Рязань: РГАТУ, 2015. - С. 176-178.
4. Лукашов В.Н. Роль многолетних трав в системе кормопроизводства / В.Н. Лукашов // Кормопроизводство – 2001. – №6. – С. 78.
5. Мажайский Ю.А. Влияние гуминового препарата на плодородие залежных земель и урожайность кормовых культур / Ю.А. Мажайский, А.А. Павлов // Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. – 2020. - №4 (48). – С. 32-39.
6. Мажайский Ю.А. Способ освоения залежных земель нечерноземной зоны при выращивании кормовых культур / Ю.А. Мажайский, А.А. Павлов // Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. – 2020. - №3 (47). – С. 138-143.
7. Мажайский Ю.А. Оптимизация параметров почвенных режимов лугов Окской поймы / Ю.А. Мажайский [и др.] // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2017. – №3 (32). – С. 3-7.
8. Павлов А.А. Обоснование разработки современных агромелиоративных приемов восстановления плодородия деградированных земель в условиях техногенного воздействия с помощью гуминовых удобрений / А.А. Павлов, С.М. Курчевский, В.А. Игнатенок // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства: сбор. науч. тр. – 2017. – С. 102-107.
9. Павлов А.А. Способы повышения плодородия малопродуктивных земель Нечерноземной зоны России / А.А. Павлов, В.А. Игнатенок, С.М. Курчевский // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии, и системы сельскохозяйственного производства: сб. тр. науч. чтений – 2017. – №13. – С. 81-84.

10. Семенов Н.А. Райграсс однолетний как индикатор агрогенного воздействия на экологические свойства почвы при возделывании на корм и семена / Н.А. Семенов, В.А. Золотарев, А.Н. Снитко // Вестник ТГУ. – 2014. - №19 (5) – С. 34–35.

11. Хайдуков К.П. Факторы сохранения плодородия дерново-подзолистой почвы / К.П. Хайдуков, А.М. Алиев, Л.К. Шевцова // Плодородие. – 2014. - №5 (80). – С. 28-29.

12. Чердакова А.С. Экологическая оценка влияния различных гуминовых препаратов на состояние техногенно-измененных серых лесных почв: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / А.С. Чердакова. – Рязань, 2016. – С. 71-80.

Bibliographic list

1. Dzybov D.S. Scientific and practical bases of the biological method of exclusion of fallow vegetation from the succession process / D.S. Dzybov // Agriculture. - 2016. – No.2. – P. 13-18.

2. State report on the state and use of land in the Russian Federation in 2020. - М., 2021. – 220 p.

3. Levin V.I. The effectiveness of the action of drugs of various nature on the growth and yield of potatoes / V.I. Levin, A.S. Petrukhin // Scientific and practical aspects of innovative technologies of potato cultivation and processing: materials of the International Scientific and practical conference. - Ryazan: Publishing House of RGATU, 2015. - P. 176-178.

4. Lukashov V.N. The role of perennial grasses in the system of forage production. / V.N. Lukashov // Forage production – 2001. – No.6. – P. 78.

5. Mazhaysky Yu.A. The effect of a humic preparation on the fertility of fallow lands and the yield of forage crops / Yu.A. Mazhaysky, A.A. Pavlov // Bulletin of P.A. Kostychev RGATU. – 2020. - No.4 (48). – P. 32-39.

6. Mazhaysky Yu.A. Method of development of fallow lands of the non-black-earth zone during the cultivation of forage crops / Yu.A. Mazhaysky, A.A. Pavlov // Bulletin of the P.A. Kostychev RGATU. – 2020. – No.3 (47). – P. 138-143.

7. Mazhayskiy Yu.A. Optimizatsiya parametrov pochvennykh rezhimov lugov Okskoy poymy / Yu.A. Mazhayskiy [et al.] // Teoreticheskiye i prikladnyye problemy agropromyshlennogo kompleksa. – 2017. – No.3 (32). – P. 3-8.

8. Pavlov A.A. Substantiation of the development of modern agro-reclamation techniques for restoring the fertility of degraded lands in conditions of technogenic impact using humic fertilizers/ A.A. Pavlov, S.M. Kurchevsky, V.A. Ignatenok // Collection of scientific papers: Problems of mechanization of agrochemical support of agriculture. – 2017. – P. 102-107.

9. Pavlov A.A. Ways to increase the fertility of unproductive lands of the Non-Chernozem zone of Russia / A.A. Pavlov, V.A. Ignatenok, S.M. Kurchevsky // Modern energy- and resource-saving environmentally sustainable technologies and agricultural production systems: proceedings of scientific readings. – 2017. – No.13. – P. 81-84.

10. Semenov N.A. Annual Ryegrass as an indicator of the agrogenic impact on the ecological properties of the soil when cultivated for feed and seeds / N.A. Se-

menov, V.A. Zolotarev, A.N. Snitko // Bulletin of TSU. – 2014. – No.19 (5) – P. 34-35.

11. Khaydukov K.P. Factors of preservation of fertility of sod-podzolic soil / K.P. Khaydukov, A.M. Aliyev, L.K. Shevtsova // Fertility. – 2014. - No.5 (80). – P. 28-29.

12. Cherdakova A.S. Ekologicheskaya otsenka vliyaniya razlichnykh guminovykh preparatov na sostoyaniye tekhnogenno-izmenennykh serykh lesnykh pochv: dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.08 / A.S. Cherdakova. – Ryazan', 2016. – P. 71-80.

**КАЧЕСТВО ПОЧВ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЗОНАЛЬНОЙ
ОПЫТНОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СТАНЦИИ
ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**SOIL QUALITY OF IRRIGATED AGRICULTURAL LANDS OF THE
ZONAL EXPERIMENTAL RECLAMATION STATION OF THE
VOLGOGRAD REGION**

В.О. Пешкова, кандидат биологических наук

Д.Ш. Рамазанов, кандидат сельскохозяйственных наук

А.В. Шрамко

С.В. Ененко

ФГБНУ Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс, Россия

V.O. Peshkova, Candidate of Biological Sciences

D.S. Ramazanov, Candidate of Agricultural Sciences

A.V. Shramko

S.V. Enenko

Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russia

Аннотация: В статье оценено качество светло-каштановых почв орошаемых земель сельскохозяйственного назначения в левобережном районе Волгоградской области. Проведены агрохимические анализы почвы на содержание подвижных форм азота, фосфора, калия и содержание гумуса. Выявлено фактическое плодородие почв и на основе полученных результатов агрохимического анализа рассчитаны дозы внесения минеральных удобрений. Предложены мероприятия по улучшению почвенного плодородия. После уборки урожая в системе севооборотов необходимо внести азотно-фосфорные удобрения (аммофос) с расчётом под планируемую урожайность.

Ключевые слова: почва, сельскохозяйственные культуры, агрохимический анализ, нитратный азот, фосфор, калий, гумус.

Abstract: The article evaluates the quality of light chestnut soils of irrigated agricultural lands in the left-bank districts of the Volgograd region. Agrochemical analyses of the soil for the content of mobile forms of nitrogen, phosphorus, potassium and humus content were carried out. The actual soil fertility was revealed and the doses of mineral fertilizers were calculated based on the results of agrochemical analysis. Measures to improve soil fertility are proposed. After harvesting, nitrogen-phosphorus fertilizers (ammophos) must be introduced in the crop rotation system with the calculation of the planned yield.

Key words: soil, agricultural crops, agrochemical analysis, nitrate nitrogen, phosphorus, potassium, humus.

Введение. Одной из задач растениеводства Поволжского региона является стабильное производство урожая сельскохозяйственных культур.

Низкая и нестабильная урожайность агроценозов на полях зональной опытно-мелиоративной станции Волгоградской области объясняется тем, что $ГТК \leq 0,7$ в период вегетации сельскохозяйственных культур, что считается низким и характеризует аридность климатических параметров левобережного района. В результате складывающихся условий произрастания получение стабильных урожаев усложняется. Для повышения продуктивности с орошаемого гектара необходимо четко соблюдать научно-обоснованные агротехнологические рекомендации, как по севооборотам, нормам и срокам орошения, так и по пищевому режиму под каждую культуру индивидуально.

Разработанные ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» ресурсосберегающие технологии возделывания, предполагают своевременную сортосмену, достаточное использование средств защиты растений, нормированное орошение и сбалансированное минеральное питание, а также использование агроэкологических приемов основной обработки почвы для оптимизации ее водно-физических свойств позволяют добиваться повышения продуктивности сельскохозяйственных культур сохранять и увеличивать плодородие почвы [13]. Одним из важных критериев повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является пищевой режим.

Материалы и методы. Исследования почв на полях зональной опытно-мелиоративной станции проводились в 2020-2022 гг. Изучалось плодородие и обеспеченность почвы элементами питания для сельскохозяйственных культур в соответствии с календарным планом и по общепринятым методикам [1, 2].

Применены следующие методики [8, 9, 10]:

- образцы для определения содержания питательных элементов в почве отбирались в слое 0-30 см; средний образец взят из десяти почвенных проб [3, 4, 5];

- рН солевой суспензии в модификации ЦИНАО ГОСТ 26483-85;

- содержание подвижного азота – ГОСТ 26488-85 «Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО»;

- содержание фосфора и калия ГОСТ 26205-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО»;

- гумус определен по методу Тюрина в модификации ЦИНАО – ГОСТ 26213-912;

- гранулометрического состава верхнего горизонта почвы по методу режущих колец Н.А. Качинского на основе соотношения частиц для определения типа почв ГОСТ 12536-2014 «Грунты методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава».

Результаты и обсуждение. Исследуемые светло-каштановые почвы на полях ЗОМС Волгоградской области имеют тонкий слой гумуса до 15 см, рых-

лые, не имеют четкой структуры, отличаются светло серым оттенком, не промываются. Верхний слой почв имеет тонкую и хрупкую корочку толщиной 5 см. Карбонаты накапливаются на поверхности, остальные вещества до 1 м в глубину. Разнообразие почвообразующих пород сказалось и на неоднородности почв по гранулометрическому составу, который варьирует в широких пределах, от легких суглинков до супесей и песков [15]. Температурный режим почвы в свою очередь оказывает существенное влияние на физические и биологические процессы и микробиологическую деятельность [14].

Результаты агрохимического анализа почвы филиала ЗОМС ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» представлены в таблице 1.

Таблица 1- Содержание N, P, K, гумуса, рН почвы

№ п/п	Поле, га	Культура	N-NO ₃ мг/кг	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг	Гумус %	рН
1	20	Сафлор	12,5	39,0	188,0	1,13	6,6
2	18	Сафлор	6,9	36,7	125,5	0,70	7,8
3	32	Сафлор	10,7	46,4	254,0	1,18	6,4
4	55	Пар	11,9	48,3	437,0	2,05	6,9
5	10	Лук	18,9	42,5	156,6	1,39	6,4
6	10	Морковь	22,1	48,9	297,5	1,36	6,3
7	68	Пар	7,5	56,8	395,3	2,39	6,7
8	50	Арбузы	16,8	52,0	430,0	2,27	6,5
9	60	Арбузы	10,7	46,4	271,3	1,24	6,8
10	70	Ячмень	7,3	52,1	348,0	1,98	6,8
11	15	Ячмень	7,7	48,4	306,4	1,62	6,7
12	40	Ячмень	4,4	46,2	238,0	1,45	6,6
НСР ₀₅			0,05	0,03	0,01	0,01	0,05

По шкале обеспеченности почвы нитратным азотом выявлена очень низкая обеспеченность N-NO₃: на полях с сафлором от 6,9 до 12,5 мг/кг, в почвах под луком 18,9 мг/кг, на полях с арбузами от 10,7 до 16,8 мг/кг, на поле с морковью 22,1 мг/кг. Почва в агроценозах ячменя очень обеднена по содержанию азота и находится в пределах 4,4-7,7 мг/кг.

Оценивая по шкале обеспеченности почвы фосфором для сельскохозяйственных культур, на всех полях выявлено среднее содержание фосфора, который находится в пределах 36,7- 56,8 мг/кг.

Обеспеченность полей калием находится в пределах 125,5 - 437,0 мг/кг, что характеризует не соблюдение пищевого режима в системе севооборота.

Содержание гумуса в почвах на всех полях среднее и представлено в пределах 0,70 - 2,05 %.

Изменение типа землепользования может существенно повлиять на сложившийся баланс органического вещества в почвах, внести коррективы в динамику соотношения углерода и азота в химическом составе поступающих в почву пожнивно-корневых остатков [14].

Расчет доз внесения минеральных удобрений проводился по результатам

агрохимического анализа почвы проведенного в агрохимической лаборатории ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». На земельных участках для повышения уровня почвенного плодородия, увеличения содержания азота, подвижного фосфора, калия и гумуса необходимо сбалансированное внесение минеральных и органических удобрений. Внесенные удобрения не только повысят урожай сельскохозяйственных культур, но и значительно улучшат их качество и будут способствовать сохранению почвенного плодородия [11].

Заключение. При недостатке в почве азота, фосфора и калия применяют комплексные удобрения, содержащие в своём составе сразу несколько питательных элементов, такие как аммонизированный суперфосфат, аммофос, диаммофос, калийная селитра, нитрофос и нитроаммофос, нитрофоска и нитроаммофоска, карбоаммофос и карбоаммофоска, жидкие комплексные удобрения. Из недостатков комплексных удобрений выделяют то, что соотношение элементов питания в них изменяется слабо и при внесении их в почву может получиться так, что одних элементов попадёт в почву больше, чем нужно, тогда как других окажется недостаточно [6, 7].

При определении норм внесения удобрений учитывают величину планируемого урожая, вынос элементов питания растениями, содержание в почве доступных для растений питательных элементов, тип и гранулометрический состав почвы. На всех полях исследуемых почв ЗОМС Волгоградской области выявлено низкое обеспечение доступной формой азота. Содержание фосфора ниже среднего. Содержание калия повышенное. Гумус низкий.

Для рационального использования пахотных земель в зональной опытной мелиоративной станции необходимо внести в осенний период под основную обработку почвы фосфорные удобрения (суперфосфата) в количестве 150-200 кг по д.в.

В весенний период, в связи с тем, что выявлена очень низкая обеспеченность усвояемым азотом, необходимо с началом культивации и перед посевом внести 40-60 кг по д.в. азотных удобрений. В период интенсивного роста сельскохозяйственных культур необходимо в виде подкормки внести 100-120 кг по д.в.

Внесение калийных удобрений необходимо производить на отдельных участках в зависимости от обеспеченности по данным таблицы 1, так как обеспеченность калием остается на среднем уровне в течение вегетации культур.

На сегодняшний день, основным удобрением в сельском хозяйстве является навоз разных животных, который содержит основные питательные вещества – азот (N), фосфор (P_2O_5), калий (K_2O), а также микроэлементы, которые расходуется в год внесения [12]. Доза внесения навоза на легких почвах 40–60 кг на m^2 . В условиях территориальной удаленности источников навоза, рекомендуем после уборки урожая на полях зональной опытной мелиоративной станции Волгоградской области внести азотно-фосфорные удобрения (аммофос) в расчете под планируемые культуры в севообороте в нормированных дозах.

Библиографический список

1. Гилёв В.Ю. Физика почв / В.Ю. Гилёв // Учебно-методические указания по полевой практике. – Пермь, 2012. – С. 14.
2. ГОСТ 12.3.037–84. ССБТ. Применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – 5 изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2010. – 352 с.
6. Лошаков В.Г. Значение научно-агрономического наследия Д.Н. Прянишникова в развитии земледелия в Нечернозёмной зоны / В.Г. Лошаков // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – №11. – С. 17- 21.
7. Мушинский А.А. Способ обогащения почвы азотом / А.А. Мушинский // Земледелие. – 2005. – №1. – С. 9.
8. Почвы. Методы определения органического вещества: ГОСТ 26213-91 (действует).
9. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО: ГОСТ 26205-91 (действует).
10. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26205-91 (действует).
11. Романова Л.Г. Комплекс предложений по улучшению экологической ситуации на орошаемых и прилегающих к ним территориях степной и сухостепной зон Поволжья / Л.Г. Романова, В.О. Пешкова, Н.А. Тимофеева // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – Новочеркасск. – 2016. – №61-1. – С. 46.
12. Третьяков Н.Н. Основы агрономии: учебное пособие / Н.Н. Третьяков [и др.] // С-Петербург: Академия, Квадро, 2017. – 464 с.
13. Шадских В.А. Использование агроэкологических приемов основной обработки темно-каштановой почвы для оптимизации ее водно-физических свойств / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – №1. – С. 45-47.
14. Garcia-Oliva F. Soil carbon and nitrogen dynamics followeg bya torestto – pasture corvension in western Mexico / F. Garcia-Oliva, J.F.G. Loncho, N.M. Montano // Agroforestry System. – 2006. – V. 66. – P. 93-100.
15. Sborischuk Yu.N. The structure of the soil cover of the stone steppe / Yu.N. Sborischuk, V.A. Bepalov // Moscow University Soil Bulletin, December. - 2011. – V. 66. - No4. - P. 144-148.

Bibliographic list

1. Gilyov V.YU. Fizika pochv / V.YU. Gilyov // Uchebno - metodicheskie ukazaniya po polevoj praktike. - Perm', 2012. - P. 14.
2. GOST 12.3.037–84. SSBT. Primenenie mineral'nyh udobrenij v sel'-skom hozyajstve i lesnom hozyajstve. Obshchie trebovaniya bezopasnosti.

3. GOST 28168-89. Pochvy. Otbor prob.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. - 5 izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) / B.A. Dospekhov. - 6-e izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 2010. - 352 p.
6. Loshakov V.G. Znachenie nauchno-agronomicheskogo naslediya D.N. Pryanishnikova v razvitii zemledeliya v Nechernozymnoj zony / V.G. Loshakov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. - V. 29. - No. 11. - P. 17- 21.
7. Mushinskij A.A. Sposob obogashcheniya pochvy azotom / A.A. Mushinskij // Zemledelie. – 2005. - No.1. – P. 9.
8. Pochvy. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva: GOST 26213-91 (dejstvuet).
9. Pochvy. Opredelenie nitratov po metodu CINA0: GOST 26205-91 (dejstvuet).
10. Pochvy. Opredelenie podvizhnyh soedinenij fosfora i kaliya po metodu Machigina v modifikacii CINA0: GOST 26205-91 (dejstvuet).
11. Romanova L.G. Kompleks predlozhenij po uluchsheniyu ekologicheskoy situacii na oroshaemyh i prilgayushchih k nim territoriyah stepnoj i suhostepnoj zon Povolzh'ya / L.G. Romanova, V.O. Peshkova, N.A.Timofeeva // Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. – Novocherkassk, 2016. – No. 61-1. – P. 46.
12. Tret'yakov N.N. Osnovy agronomii. Uch. posobie / N.N. Tret'yakov [et al.] // S-Peterburg: Akademiya, Kvadro, 2017. – 464 p.
13. Shadskih V.A. Ispol'zovanie agroekologicheskikh priemov osnovnoj obrabotki temno-kashtanovoj pochvy dlya optimizacii ee vodno-fizicheskikh svojstv / V.A. SHadskih, V.E. Kizhaeva // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. – 2014. – No.1. – P. 45-47.
14. Garcia-Oliva F. Soil carbon and nitrogen dynamics followeg bya torestto – pasture corvension in western Mexico / F. Garcia-Oliva, J.F.G. Loncho, N.M. Montano // Agroforestry System. – 2006. – V.66. – P. 93-100.
15. Sborischuk Yu.N. The structure of the soil cover of the stone steppe / Yu.N. Sborischuk, V.A. Bepalov // Moscow University Soil Bulletin, December. - 2011. – V. 66. - No4. - P. 144-148.

**ПОЧВОЗАЩИТНАЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ**

**SOIL PROTECTION RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY
POTATOES**

В.К. Сердеров, кандидат сельскохозяйственных наук

Д.В. Сердерова

*ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр республики Дагестан»,
г. Махачкала, Россия, e-mail.ru: serderov55@mail.ru*

V.K. Serderov, Candidate of Agricultural Sciences

D.V. Serderova

Federal public budgetary scientific institution the "Federal agrarian scientific center of republic of Dagestan", Mahachkala, Russia, e-mail.ru: serderov55@mail.ru

Аннотация: С механизацией производственных процессов в сельском хозяйстве, все чаще возникают вопросы влияния частых обработок почвы на её плодородие. Воздействия человека достигают критических масштабов и в связи с этим почвы перестают выполнять свои важные функции. Наиболее подтверждены этим процессам горные склоновые земли, в силу того что, здесь почвы большей степени подвергаются водным и ветровым эрозиям. Дагестан горный район Российской Федерации, где горы и предгорья занимают 60% территории и 40% сельхозугодий. Цель наших исследований разработке и внедрение применительно к условиям сложного рельефа склоновых земель горной провинции решение ресурсосберегающей технологии. Разработанная нами ресурсосберегающая технология, как показали результаты исследований, позволяет снизить издержки на основную обработку почвы на 50 %, что способствует сохранению плодородия и снижению эрозионных процессов, а также позволяет получать высокие урожаи при оптимальной себестоимости продукции. Себестоимость выращенной продукции по предлагаемой нами технологии ниже по сравнению с контролем на 1,38 тыс. рублей или на 20%.

Ключевые слова: ресурсосберегающая технология, склоновые земли, картофель, урожайность, рентабельность.

Abstract: With the mechanization of production processes in agriculture, more and more questions arise about the impact of frequent tillage on its fertility. Human impacts reach critical proportions, and in connection with this, soils cease to perform their important functions. Mountain sloping lands are most confirmed by these processes, due to the fact that here the soils are more exposed to water and wind erosion. Dagestan is a mountainous region of the Russian Federation, where mountains and foothills occupy 60% of the territory and 40% of agricultural land. The purpose of our research is the development and implementation of a resource-saving technology

solution in relation to the conditions of the complex relief of the sloping lands of the mountainous province. The resource-saving technology developed by us, as shown by the results of research, can reduce the cost of basic tillage by 50%, which helps to preserve fertility and reduce erosion processes, and also allows you to get high yields at the optimal cost of production. The cost of grown products according to the technology we offer is lower compared to the control by 1.38 thousand rubles, or 20%.

Key words: resource-saving technology, sloping lands, potatoes, productivity, profitability.

Введение. Республика Дагестан относится к типичным горным регионам Российской Федерации, 60% территории и 40% сельхозугодий, с преобладанием крутых и оголенных склонов, различной крутизны и экспозиций, расчлененной густой сетью бурных рек и их протоков и сухих русел горных селевых потоков. Горы и предгорья занимают здесь.

Ведущей продовольственной культурой сельскохозяйственного производства в горной провинции является картофель. Его здесь выращивают в больших объемах - 218,4 тыс. тонн [5, 7].

В повышении урожайности картофеля важная роль принадлежит агротехнике [6]. Несмотря на многочисленные технологии, применяемые в разных странах, существует ряд агротехнических приемов возделывания, которые эффективны почти во всех климатических условиях, положительно действует на урожайность и качество выращенного картофеля.

Несмотря на то, что агротехнике принадлежит важная роль, но главными являются почвы. Около 33% глобальных почвенных ресурсов деградировано вследствие эрозии, уплотнения и засоления почвы, вымывания из почвы органических и питательных веществ, подкисления, загрязнения и других процессов, связанных с нестабильной практикой управления земельными ресурсами. [3].

Как показывают многочисленные проведенные исследования, фактором отрицательного влияния на плодородие почвы является также и механические обработки сельскохозяйственной техникой (пахота с оборотом пласта).

Одним из подходов, способствующих сохранению и улучшению плодородия почв, является почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, которое особенно в последние годы широко пропагандируется и внедряется в сельском хозяйстве.

Цель исследований – разработать и внедрить в условиях сложного рельефа склоновых земель горной провинции региона ресурсосберегающую технологию возделывания картофеля.

Одним из самых энергоёмких и дорогостоящих приемов в земледелии является обработка почвы, так как на обработку почвы приходится примерно половина энергетических затрат от всего их объёма на выращивание сельскохозяйственных культур [1].

Предлагаемая нами ресурсосберегающая технология позволяет сократить затраты на основную обработку почвы (пахоту), подготовку участка после пахоты и предпосадочную обработку поля на 50 %, а также способствует сохра-

зало, проведенное в фазе цветения, что на вариантах ресурсосберегающей технологии и Осетинской ленточно-гребневой технология возделывания, растения имели более развитую надземную массу. Эти варианты дали более высокую урожайность картофеля, перевешавшие контроль на 2,4 и 2,1 т/га по сравнению с контролем или на 8-9 процентов (Таб. 1).

Таблица 1 - Влияние технологий возделывания на урожайность картофеля

№ п/п	Варианты (технология)	Урожайность по годам, т/га				В среднем	
		2017	2018	2019	2020	т/га	%
1.	Местная гребневая (контроль)	24,1	31,0	22,6	24,6	25,6	100
2.	Астраханская ленточно-гребневая	21,2	31,0	21,8	24,2	24,8	97
3.	Осетинская ленточно-гребневая	24,3	32,2	26,4	29,0	28,0	109
4.	Новая ресурсосберегающая	29,6	30,3	24,0	26,9	27,7	108
	НСР ₀₅	2,4	4,1	2,0	2,3		

Одним из основных показателей эффективности отрасли картофелеводства является себестоимость выращенной продукции и ее рентабельность.

На себестоимость продукции влияют затраты на гектар посадки и урожайность. Поэтому сокращение затрат труда и средств на возделывание картофеля и повышение его урожайности ведет к снижению себестоимости и росту рентабельности производства [7].

Предлагаемая нами ресурсосберегающая технология возделывания картофеля позволяет получать высокие урожаи при оптимальной себестоимости продукции. Как показали исследования, себестоимость продукции, при использовании ресурсосберегающей технологии, ниже по сравнению с контролем на 1,38 тыс. рублей или на 20% с 1 га. (Таб. 2)

Таблица 2 - Влияние различных технологий возделывания картофеля на его экономические показатели

№ п/п	Название технологии	Общие затраты, тыс. руб.		Урожайность, т/га	Себестоимость, тыс. руб.	Выручка, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.	Рентабельность, %
		на 1 га	на пахоту и предпосадочную подготовку					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Местная гребневая (контроль)	200	70	25,6	7,81	399,9	199,9	104
1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.	Астраханская ленточно-гребневая	206	70	24,8	8,31	406,1	206,1	105
3.	Осетинская ленточно-гребневая	210	70	28,0	7,50	428,0	218,0	110
4.	Ресурсосберегающая технология	178	32	27,7	6,43	432,4	254,6	148

Как показали результаты исследований, применение новой ресурсосберегающей технологии способствует снижению затрат и тем самым себестоимости выращенной продукции, которая влияет на рентабельность отрасли.

Использование новой технологии позволила увеличить, по сравнению с контролем, рентабельность продукции на 44%.

Заключение. Предлагаемая нами технология возделывания картофеля наряду с высокой урожайностью, обеспечивает сохранение плодородия почв, защиту склоновых земель от эрозионных процессов. При этом значительно снижаются издержки производства и повышается рентабельность. Себестоимость продукции по сравнению с контролем снижается на 1,37 тысяч рублей или на 20% с1 га.

Библиографический список

1. Айтемиров А.А. Продуктивность озимой пшеницы по чистому и занятому парам в зависимости от систем обработки почвы по почвенно-географическим подпровинциям Дагестана / А.А. Айтемиров [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №4 (16). – С. 13-18.
2. Галкин А.Н. Усовершенствование элементов технологии возделывания картофеля для нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.Н. Галкин. – Махачкала, 2017. – 22 с.
3. Догеев Г.Д. Организационно-экономический механизм эффективного функционирования семеноводства картофеля в Дагестане: монография / Г.Д. Догеев, В.К. Сердеров, Т.Г. Ханбабаев – Махачкала. – 2020. – 160 с.
4. Мелихов В.В. Проектирование и расчёт систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.]. – Волгоград, 2017. – 184 с.
5. Верхулст Н. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие: как улучшить качество почв и создать устойчивые системы сельскохозяйственного производства? / Н. Верхулст, И. Франсуа, Б. Говаэртс. - Анкара, 2015. – 34 с.
6. Новиков А.Е. Агроэкологическая оценка перспективных сортов картофеля и особенности агротехники на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А.Е. Новиков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – №3. – С. 15-24.
7. Ханбабаев Т.Г. Ресурсный потенциал сельскохозяйственных предприятий / Т.Г. Ханбабаев // Проблемы развития сельского хозяйства Дагестана: сб. науч. тр. – Махачкала, 2014. - С. 237.

Bibliographic list

1. Aitemirov A.A. Productivity of winter wheat in clean and occupied fallows depending on tillage systems in soil-geographical sub-provinces of Dagestan / A.A. Aitemirov [et al.] // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. Makhachkala, 2013. – No.4 (16). – P. 13-18.
2. Galkin A.N. Improvement of the elements of potato cultivation technology for the lower Volga region: abstract of the dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences / A.N. Galkin. - Makhachkala, 2017. – 22 p.
3. Dogeev G.D. Organizational and economic mechanism for the effective functioning of potato seed production in Dagestan: monograph / G.D. Dogeev, V.K. Serderov, T.G. Khambabaev. – Makhachkala, 2020. – 160 p.
4. Melikhov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.]. – Volgograd, 2017. – 184 p.
5. Verhulst N. Conservation and Conservation Agriculture: How to improve soil quality and create sustainable agricultural production systems? / N. Verhulst, I. Francois, B. Govaerts. - Ankara, 2015. – 34 p.
6. Novikov A.E. Agroecological assessment of promising potato varieties and features of agricultural technology on light chestnut soils of the Volgograd region / A.E. Novikov [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2022. – No.3. – P.15-24.
7. Khanbabaev T.G. Resource potential of agricultural enterprises / T.G. Khanbabaev // Problems of development of agriculture in Dagestan: collection. – Makhachkala, 2014. - P. 237.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ОБЕСПЕЧЕНИИ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ООО «ПРИБОЙ»**

**THE USE OF NATURE-SAVING TECHNOLOGIES IN ENSURING
THE FISH PRODUCTIVITY OF PRIBOY LLC**

А.В. Стацев¹, кандидат биологических наук

А.А. Корчунов¹, кандидат биологических наук

А.Ю. Торопов²

¹ООО «Прибой», г. Волгоград, Россия,

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия

A.V. Statsev¹, Candidate of Biological Sciences

A.A. Korchunov¹, Candidate of Biological Sciences

A.Y. Toropov²

¹LLC "Surf", Volgograd, Russia,

²All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia

Аннотация: В статье рассматриваются экологические проблемы водных ресурсов, ухудшающие качество воды, в числе которых активные процессы эвтрофирования водоемов за счет массового развития синезеленых водорослей. При массовом отмирании после «цветения» эти водоросли выделяют неприятный запах и ядовитые вещества, способствующие появлению токсинов в воде, снижению содержания кислорода, образованию заморных зон, гибель гидробионтов. В работе используется природосберегающая технология улучшения качества воды открытых водоемов, разработанная учеными и специалистами ФГБНУ ВНИИОЗ, которая основана на минимизации развития синезеленых водорослей за счет антагонистических свойств хлореллы (штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111). Этот штамм обладает уникальными свойствами: он выносит прямое солнечное освещение, при достижении плотности клеток в культуре более 10 млн./мл проявляются хорошо выраженные антагонистические свойства к альгофлоре, бактериям и инфузориям. В светлый период суток идет активный процесс фотосинтеза, а в ночное время клетки активно делятся. Цикл развития клеток стойкий, в лабораторных условиях может измениться только при искусственном изменении светового режима. При естественном освещении этот процесс сохраняет непрерывное развитие клеток, что способствует положительному влиянию на улучшение качества воды в водоеме. Вселение в пруды штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 позволяет улучшить гидрохимический состав воды, соответствующей всем параметрам для производства рыбной продукции при наименьших затратах. Кроме того, биохимический состав этого штамма содержит все необходимые питательные вещества для роста и развития

зоопланктона и зообентоса, которыми питаются рыбы, что позволит увеличить рыбопродуктивность прудового хозяйства ООО «Прибой».

Ключевые слова: фитопланктон, эфтрофирование водоемов, качество воды, «цветение» водоемов, синезеленые водоросли, гидробионты, микроводоросли, *Chlorella vulgaris*, гидрохимические параметры.

Abstract: The article deals with environmental problems of water resources that worsen water quality, including active processes of eutrophication of reservoirs due to the mass development of blue-green algae. With mass death after "flowering", these algae emit an unpleasant odor and toxic substances that contribute to the appearance of toxins in the water, a decrease in oxygen content, the formation of over-seas zones, the death of hydrobionts. The work uses a nature-saving technology for improving the water quality of open reservoirs, developed by scientists and specialists of the VNIIOZ Federal State Budgetary Institution, which is based on minimizing the development of blue-green algae due to the antagonistic properties of chlorella (strain *Chlorella vulgaris* IGF No. C-111). This strain has unique properties: it tolerates direct sunlight, when cell density in culture reaches more than 10 million / ml, well-expressed antagonistic properties to algoflora, bacteria and infusoria are manifested. During the light period of the day there is an active process of photosynthesis, and at night the cells actively divide. The cycle of cell development is stable, in laboratory conditions it can change only with an artificial change in the light regime. In natural light, this process preserves the continuous development of cells, which contributes to a positive effect on improving the quality of water in the reservoir. The introduction of *Chlorella vulgaris* strain into ponds of IGF No. C-111 allows to improve the hydrochemical composition of water that meets all parameters for the production of fish products at the lowest cost. In addition, the biochemical composition of this strain contains all the necessary nutrients for the growth and development of zooplankton and zoobenthos, which fish feed on, which allows to increase fish productivity of pond farm LLC "Surf".

Key words: phytoplankton, ephrophy of reservoirs, water quality, "flowering" of reservoirs. blue-green algae, hydrobionts, microalgae, *Chlorella vulgaris*, hydrochemical parameters.

Введение. Хозяйственное освоение водосборных территорий и зарегулирование стока равнинных рек, связанное с использованием воды для выработки электроэнергии, развития орошения и обводнения в засушливой зоне, водоснабжения прилегающих городов и поселков, улучшения судоходства в период межени и решения других хозяйственных вопросов, обусловило появлению ряда экологических проблем [8]. Создание каскада крупных водохранилищ на реках Волге, Дон, Кубани, Днепре и других способствовало снижению в них скорости движения воды, вплоть до образования застойных зон в заливах и затоках, вследствие чего самоочищающаяся способность таких водотоков резко снизилась [16]. Высокая инсоляция, свойственная южным регионам, при малой конвекции водной массы в водохранилищах способствует существенному повышению температуры воды приповерхностного слоя и на мелководьях. Тем

самым в прогретой и обогащенной органическими и минеральными веществами воде водохранилищ создались благоприятные условия для активизации жизнедеятельности полезных и проблемных биогенов, в том числе планктонного типа, с бурным развитием синезеленых водорослей [4]. При массовом отмирании после «цветения» синезеленые водоросли выделяют неприятный запах и ядовитые вещества, которые способствуют появлению токсинов в воде, снижению содержания кислорода, образованию заморных зон, гибель гидробионтов [10]. В первую очередь это относится к классу синезеленых водорослей, доминирующих в планктоне эвтрофных водоемов, насыщенность воды органической массой которых в период «цветения» достигает 500 г/м^3 [9]. От качества воды зависит решение экологических, социальных, медико-биологических, продовольственных и энергетических проблем [13]. Прудовое хозяйство ООО «Прибой» использует воду для заполнения прудов из Волгоградского водохранилища. При «цветении» воды в Волгоградском водохранилище биомасса водорослей скапливается в прибрежной части и разлагается. Разлагающиеся водоросли вызывают негативные явления и в самом водоеме: снижение содержания кислорода, появление токсинов в воде, образование заморных зон, гибель гидробионтов [7]. Одним из основных следствий высокой трофности водоемов является интенсивное развитие фитопланктона, проявляющееся в массовом «цветении» воды синезелеными водорослями, это происходит по таким причинам:

а) синезеленые способны фиксировать растворенный в воде атмосферный азот и таким образом противодействовать условиям лимитирования азотом;

б) они обходятся меньшим содержанием растворенного в воде диоксида углерода в сравнении с другими водорослями;

в) они выделяют определенные продукты, приостанавливающие рост других водорослей;

г) они являются крупными водорослями и поэтому не потребляются планктонными хищниками-фильтраторами, для которых мелкий фитопланктон является пищей;

д) так как «цветение» начинается в толще воды и поднимается к поверхности благодаря расширению газовых вакуолей, синезеленые способны замещать и фактически вытеснять зеленые водоросли [2]. В результате эвтрофирования водоемов происходит снижение степени кислородного насыщения, уменьшение прозрачности и изменение цвета. В подавляющем большинстве случаев на доминирующее положение в гидробиоценозах выходят представители синезеленых водорослей – *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*, которые интенсивно поглощают из воды органический углерод (до $1,75 \text{ мг/л}$). Отсутствие биологических потребителей указанных водорослей, вследствие их токсичности, приводит к их массовому развитию [2]. При повышении концентрации биомассы водорослей падает кислородная продуктивность клеток, усиливаются процессы разложения, идущие с поглощением кислорода. В среде накапливаются органические вещества и продукты их распада, в том числе и токсичные [12]. Причиной снижения прибыли рыбных хозяйств является несколько факторов. Это искусственно и естественно загрязненные

водоемы с отсутствием полезных питательных веществ, концентрация аммиака и нитратов в воде, отравления и заболевания рыб, низкая рождаемость мальков и их выживаемость [11]. Только комплексное решение этих проблем позволит увеличить рентабельность рыбного хозяйства и улучшить качество продукции. Одним из способов увеличения кормности прудов является совместное выращивание дафний и корма для них простым и доступным методом [3]. Добиться отличных результатов по этим направлениям может помочь хлорелла – представитель зеленых микроскопических водорослей [14, 15, 17]. Использование биотехнологии по вселению микроводоросли *Chlorella vulgaris* служит предотвращению «цветения» воды и появлению токсичных (замерных) зон в водоемах. Кроме того, применение суспензии хлореллы в рыбоводных прудах укрепляет их кормовую базу, так как хлорелла является кормом для дафний и других микроорганизмов, которыми питаются рыбы [6]. В некоторых литературных источниках показано, что среди водорослей рода *Chlorella* есть светолюбивые и теневыносливые культуры, с меньшим или большим содержанием хлорофилла, с разным уровнем его активности, с различным отношением к температуре воды [8]. Штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С 111 выделен из образцов воды Нурекского водохранилища (Таджикистан) в 1977 году. Для этого были изучены микроводоросли Нурекского водохранилища, где среди фитопланктона была обнаружена *Chlorella vulgaris* [1]. Определение вида проводилось по В.М. Андреевой. *Морфологические признаки.* Молодые клетки слабо эллипсоидные, размером от 0,5 до 2,0 мкм. Взрослые – шаровидные, на жидкой питательной среде диаметром 6-9 мкм, на дно не осаждаются, стенки сосуда не обрастают [1]. На агаризованной минеральной питательной среде на 7-10 день на свету образуются круглые, гладкие и выпуклые колонии с ровными краями. Диаметр колоний 3-4 мм, окрашены в темно-зеленый цвет, размер клеток 5-8 мкм. Хлоропласт широкопоясковидный незамкнутый. *Физиологические признаки.* Делятся на 2-8, очень редко на 16 автоспор. Штамм автотрофный. Растет на среде: аммиачная селитра 0,2-1 г, суперфосфат (10 % раствор) 0,2-1 мл; хлористое железо (1 % раствор) 0,15 мл; азотнокислый кобальт 0,01-1 мг; сернокислая медь 0,01-1 мг; бактериальная суспензия 25-40 мл; водопроводная вода 1 л [1]. В лабораторных условиях культивируется на среде Таммийя. Штамм не требует специальной подачи в культуру CO₂. Достаточно один раз в сутки ввести бактериальную суспензию, насыщенную углекислым газом за счет деятельности аэробных клетчаткоразрушающих бактерий при разложении клетчаткосодежащего материала, например лиственной пыли [5]. Режим освещения соответствует естественной суточной инсоляции в летний период. Штамм обладает способностью свободного парения и равномерного распределения в культурной среде. Оптимальная температура культивирования 26-36 °С [4]. Цикл развития штамма следующий: в светлый период суток идет активный процесс фотосинтеза, в результате чего клетки интенсивно набирают биомассу. Размеры клеток с 6 до 21 часа увеличиваются с 1,5 до 9 мкм. Начиная с 22 до 4 часов, они активно делятся. К 5 часам утра молодые клетки готовы к фотосинтезу [4]. Цикл развития клеток стойкий, нарушать его можно путем искусственного изменения светового режима. Штамм выносит прямое солнечное освещение, при достиже-

нии плотности клеток в культуре более 10 млн./мл проявляются хорошо выраженные антагонистические свойства к альгофлоре, бактериям и инфузориям. Лизис альгофлоры в культуре штамма наступает через 6-10 часов культивирования [1]. При культивировании в лабораторных условиях на среде Тамия в термостатированных условиях при температуре 36⁰С и интенсивности освещения 30000 лк на третьи сутки плотность клеток достигает 80 млн./мл при исходном количестве 0,9 млн./мл [7]. Учеными ФГБНУ ВНИИОЗ отработана технология культивирования хлореллы в пластиковых емкостях, которые установлены под открытым небом, уже на четвертые сутки плотность клеток достигает до 60 млн./мл при исходном количестве 10 млн./мл [4]. Эта технология позволяет производить необходимое количество хлореллы при естественном освещении без дополнительных затрат на электроэнергию. В ООО «Пробой» совместно с сотрудниками ФГБНУ ВНИИОЗ организовано производство штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С 111 для вселения в пруды (рисунок 1).



**Рисунок 1 - Культивирование хлореллы для вселения в пруды
ООО «ПРИБОЙ»**

Разработана схема для вселения хлореллы в водоемы. Проследиваться в течение всего сезона качество воды по гидрохимическому составу, особое внимание уделяется содержанию растворенного кислорода в прудах, реакции среды рН, интенсивности процессов окисления имеющегося в воде, нестойкого органического вещества т.е. биохимической потребности в кислороде (БПК), а также показателю, который характеризует состояние органического вещества водоема, т.е. химическое потребление кислорода (ХПК). До вселения хлореллы содержание растворенного кислорода в прудах было 4,5 мг/дм³, что значительно меньше предельно допустимых концентраций (ПДК) для рыбохозяйственных комплексов. При регулярном вселении суспензии хлореллы, начиная с июня месяца текущего года, эти показатели улучшились и по настоящее время соответствуют нормам. В конце сезона будет учитываться рыбопродуктивность.

Уже по достигнутым результатам качества воды в прудах можно сделать вывод, что штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С 111, оказывает положительное влияние на гидрохимический состав воды, соответствующей нормам (ПДК), необходимое для выращивания рыбы при наименьших затратах.

Библиографический список

1. Богданов Н.И. Биологическая реабилитация водоёмов / Н.И. Богданов. – 3-е изд., доп. и перераб. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – С. 126.
2. Беспалов Е.В. Медико-экологические аспекты проблемы токсичного «цветения» пресноводных водоемов / Е.В. Беспалов, Г.А. Анциферова // Современная экология: образование, наука, практика. – 2017. – С. 141-143.
3. Коханов Ю.Б. Разведение толстолобика в обводненных котлованах открытого акционерного сельскохозяйственного общества «Луч» на территории Азовского района Ростовской области / Ю.Б. Коханов [и др.] // Молодой ученый. – 2019. – №7. – С. 5-9.
4. Комарова О.П. Современная биотехнология в улучшении качества воды открытых водоёмов многоцелевого назначения / О.П. Комарова, М.В. Фролова, М.В. Московец // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №4 (52). – С. 213-218.
5. Лукьянов В.А. Биохимический способ увеличения растворенного кислорода в водоемах с помощью микроводорослей / В.А. Лукьянов [и др.] // Зоотехния. – 2019. – №1. – С. 19-22.
6. Лукьянов В. А. Микроводоросль *Chlorella vulgaris* Beijer – высокопродуктивный штамм для сельского хозяйства / В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев, С.Ю. Горбунова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 1576–1580.
7. Мелихов В.В. Экологические проблемы эвтрофирования внутренних континентальных водоёмов Юга России и биологический метод повышения качества воды / В.В. Мелихов [и др.] // Межвузовский сборник научных статей; под ред. О.А. Полумордвинова. – Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2013. – №2 (5). Спецвыпуск. – С. 61-67.
8. Мелихов В.В. Мониторинг экологического состояния водохранилищ ВДСК при альголизации штаммом хлореллы ИФР №С-111 / В.В. Мелихов [и др.] // Орошаемое земледелие. – 2014. – №1. – С. 47-50.
9. Мелихов В.В. Экологическая оценка современной биотехнологии улучшения качества поливной воды для агроландшафта Волго-Донского междуречья / В.В. Мелихов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – №3 (55). – С. 94-101.
10. Пономарёв А.Я. Растворённый кислород как важнейший биогидрохимический показатель качества воды / А.Я. Пономарёв // Научный альманах. – 2015. – №12–2 (14). – С. 146-149.
11. Семененко С.Я. Волгоградское водохранилище: история, проблемы, решения / Семененко С.Я. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского

комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №1 (45). – С. 2.

12. Сорокина Е.И. Экологические проблемы водных объектов Волгоградской области / Е.И. Сорокина, Л.Н. Маковкина // Актуальные проблемы права: матер. IV междунар. науч. конф. – М.: Буки-Веди, 2015. – С. 173-176.

13. Новиков А.Е. Современная биотехнология мелиорации оросительной воды для прецизионного земледелия, способствующая повышению продуктивности сельскохозяйственных культур / А.Е. Новиков [и др.] // Орошаемое земледелие. – 2021. – №1. – С. 11-14.

14. Пат. на полезную модель 209044 U1 Российская Федерация. Плавсредство для вселения микроводоросли *Chlorella vulgaris* в природные и искусственные водоемы / А.Е. Новиков [и др.]. - опубл. 31.01.2022.

15. Пат. на полезную модель RU 191241 U1 Российская Федерация. Установка для выращивания хлореллы / В.В. Мелихов [и др.]. - опубл. 11.03.2019.

16. Фролова М.В. Экологические проблемы водных ресурсов Волжского бассейна / М.В. Фролова [и др.] // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: сб. науч. статей II международной науч.-практич. интернет-конф., Астраханская область. с. Соленое Займище / ФГБНУ «ПНИИАЗ». – Астрахань, 2017. – С. 51-55.

17. Фролова М.В. Влияние кормовой добавки хлореллы на продуктивность веслоноса / М.В. Фролова, М.В. Московец, А.Ю. Торопов // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – №2 (6). – С. 28-34.

Bibliographic list

1. Bogdanov N.I. Biological rehabilitation of reservoirs / N.I. Bogdanov. - 3rd ed., additional and revised. - Penza: RIO PGSHA, 2008. – P. 126.

2. Bespalov E.V. Medical and ecological aspects of the problem of toxic "flowering" of freshwater reservoirs / E.V. Bespalov, G.A. Antsiferova // Modern ecology: education, science, practice. – 2017. – P. 141-143.

3. Kohanov Yu. B. Breeding of silver carp in watered pits of the open joint-stock agricultural company "Luch" on the territory of the Azov district of the Rostov region / Yu.B. Kohanov [et. al.] // Young scientist. – 2019. – No.7. – P. 5-9.

4. Komarova O.P. Modern biotechnology in improving the water quality of open reservoirs for multipurpose purposes / O.P. Komarova, M.V. Frolova, M.V. Moskovets // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2018. – No.4 (52). – P. 213-218.

5. Lukyanov V.A. Biochemical method of increasing dissolved oxygen in reservoirs using microalgae / V.A. Lukyanov [et al.] // Zootechniya. – 2019. – No.1. – P. 19-22.

6. Lukyanov V.A. Microalgae *Chlorella vulgaris* Beijer — a highly productive strain for agriculture / V.A. Lukyanov, A.I. Stifeev, S.Y. Gorbunova // Scientific and methodological electronic journal "Concept". – 2015. – Vol. 13. – P. 1576-1580.

7. Melikhov V.V. Ecological problems of eutrophication of inland continental reservoirs of the South of Russia and the biological method of improving water quali-

ty / V.V. Melikhov [et al.] // Interuniversity collection of scientific articles edited by O.A. Polumordvinov. – Astrakhan, GAOU JSC VPO "AISI", 2013. – No.2 (5). – Special Issue. – P. 61-67.

8. Melikhov V.V. Monitoring of the ecological state of VDSK reservoirs during algolization by the chlorella strain of IGF No.C-111 / V.V. Melikhov [et al.] // Irrigated agriculture. – 2014.– No.1. – P. 47-50.

9. Melikhov V.V. Ecological assessment of modern biotechnology for improving the quality of irrigation water for the agro-landscape of the Volga-Don interfluve / V.V. Melikhov [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2019. – No.3 (55). – P. 94-101.

10. Ponomarev A.Ya. Dissolved oxygen as the most important biohydrochemical indicator of water quality / A.Ya. Ponomarev // Scientific Almanac. – 2015. – No.12-2 (14). – P. 146-149.

11. Semenenko S.Ya. Volgograd reservoir: history, problems, solutions / S.Ya. Semenenko // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2017. – No.1 (45). – P. 2.

12. Sorokina E.I. Ecological problems of water bodies of the Volgograd region / E.I. Sorokina, L.N. Makovkina // Actual problems of law: materials of the IV International Scientific Conference. – M.: Buki-Vedi, 2015. – P. 173-176.

13. Novikov A.E. Modern biotechnology of irrigation water reclamation for precision agriculture, contributing to the increase in crop productivity / A.E. Novikov [et al.] // Irrigated agriculture. – 2021. – No.1. – P. 11-14.

14. Pat. on the utility model 209044 U1 Russian Federation. Watercraft for the introduction of *Chlorella vulgaris* microalgae into natural and artificial reservoirs/ A.E. Novikov [et al.]. - publ. 31.01.2022.

15. Pat. on the utility model RU 191241 U1 Russian Federation. *Chlorella* Growing plant / V.V. Melihov [et al.]. - publ. 11.03.2019.

16. Frolova M.V. Ecological problems of water resources of the Volga basin / M.V. Frolova [et al.] // Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management: collection of scientific articles of the II International Scientific and Practical Internet Conference Astrakhan region, Salty Zaymishche / FSBI "PNIIAZ". – Astrakhan, 2017. – P. 51-55.

17. Frolova M.V. Effect of chlorella feed additive on productivity of paddlefish / M.V. Frolova, M.V. Moskovets, A.Yu. Toropov // Agrarian and food innovations. – 2019. – No.2 (6). – P. 28-34.

**ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ «ОРОШАЕМАЯ»
И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОРОШЕНИЯ**

**SOIL COVER PATTERN OF EXPERIMENTAL STATION
"OROSHAEMAYA" AND ITS TRANSFORMATION UNDER IRRIGATION**

Н.Б. Хитров¹, доктор сельскохозяйственных наук

Н.Г. Круглякова^{1,2}

¹*ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева». г. Москва, Россия,*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия. г. Волгоград, Россия*

N.B. Khitrov¹, Doctor of Agricultural Sciences

N.G. Kruglyakova^{1,2}

¹*FRC " V.V. Dokuchaev Soil Science Institute", Moscow, Russia*

²*Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

Аннотация: Представлены основные тенденции трансформации почв светло-каштановых солонцовых комплексов при орошении: (а) создание агрогумусового горизонта мощностью более 30 см; (б) формирование разных поверхностно-карбонатных почв за счет действия пяти процессов; (в) рассоление длительно орошаемых почв на водоразделах; (г) вторичное осолонцевание почв при поливе водами с повышенным содержанием ионов натрия; (д) образование глыбистой структуры в пахотном горизонте; (е) ирригационная эрозия на склонах.

Ключевые слова: орошаемые почвы; засоленные почвы, поверхностно-карбонатные почвы.

Abstract: Main transformation trends of soil cover patterns with light-chestnut soils and solonetz are submitted: (a) creation of agrohumus horizon with thickness of 30 cm and more; (b) formation of different surface-carbonate soils due to 5 processes; (c) desalinization of soils on watersheds under long-term irrigation; (d) secondary solonetzization of soils under irrigation by waters with increased content of sodium ions; (e) formation of cloddy aggregates in plowed horizon; (f) irrigated erosion of slopes.

Key words: irrigated soils, salt-affected soils, surface-carbonate soils.

Введение. В настоящее время усилия государства направлены на реконструкцию оросительных систем с целью восстановления и улучшения управления гидромелиоративным комплексом и проведения мелиорации орошаемых земель [8]. Для достижения этой цели крайне важным становится понимание тенденции преобразования и эволюции почв и почвенного покрова оросительных систем за продолжительный период их эксплуатации, с учетом

их литолого-геоморфологических особенностей, длительности периода орошения и перерывов в орошении. Знания, полученные при изучении современного состояния орошаемых почв, включая оценку их деградации, позволят целенаправленно выбирать и проводить необходимые агромелиоративные мероприятия для восстановления их плодородия [6].

В отечественной и зарубежной литературе представлен опыт последствий орошения почв в разных регионах мира. С одной стороны, орошение снимает один из лимитирующих факторов – дефицит воды для выращиваемых культурных растений, обеспечивая получение необходимой сельскохозяйственной продукции (зерна, кормов, волокон и др.). С другой стороны, нередки ситуации развития деградационных процессов в почвах – вторичного засоления, осолонцевания, ирригационной эрозии, уплотнения почв, переувлажнения и заболачивания [2, 10-12]. Для почв сухостепной зоны неоднократно обращали внимание на окарбоначивание пахотных горизонтов богарных и орошаемых почв [1, 5].

Цель – оценить основные тенденции трансформации почвенного покрова опытной станции «Орошаемая» в течение полувекового периода орошения.

Материалы и методы. Объектом является почвенный покров опытной станции «Орошаемая» Всероссийского НИИ орошаемого земледелия, расположенной на юго-западной оконечности Приволжской возвышенности в Волгоградской области. Мезорельеф представлен водораздельными сравнительно плоскими поверхностями, на которых закладываются верховья ложбин, их склонов, расчлененных ложбинами и балками.

В литологическом отношении территория неоднородна. Почвообразующими породами являются преобладающие палево-бурые четвертичные опесчаненные суглинки с линзами песка и супеси на глубине 1.5-3 м, разные двучленные отложения, представленные указанными выше суглинками, подстилаемыми с 50-120 см песками разного цвета и карбонатности, супесями и слоистыми песчано-суглинистыми отложениями, а также щебнисто-суглинисто-песчаными и щебнисто-суглинистыми отложениями с фрагментами опоки [4].

Территория опытной станции относится к сухостепной природной зоне с развитием светло-каштановых солонцовых комплексов на водораздельных склоновых поверхностях, большая часть которых используется в сельском хозяйстве [3]. В настоящее время территория опытной станции представлена преимущественно почвами пашни. В течение последнего полувека здесь проводили испытания разных способов и техники орошения, а также сопутствующие агротехнические и мелиоративные воздействия на почвы для получения растениеводческой продукции. В текущее время основной способ орошения – дождевание «Фрегатями» или установками барабанного типа.

Полевое обследование почв опытной станции выполнялось в 2019-2022 гг. на основе предварительного дешифрирования космических снимков с последующим заложением системы почвенных разрезов на ключевых участках, расположенных на основных элементах мезорельефа в разных условиях антропогенных воздействий. В пределах ключевого участка опробование почв включало группы разрезов, отстоящих друг от друга на малых расстояниях (15-30 м)

в соответствии с наблюдаемой на космическом снимке неоднородностью значений спектральной яркости, катен поперек ложбин и вдоль склона, сетки площадного опробования через 5-15 м вскипания от НСІ с дневной поверхности, для отдельных участков каменистости на поверхности. Для всех точек опробования определяли географические координаты с помощью приемника GPS. Почвенные разрезы связывали нивелирными ходами, общая длина которых составила более 5 км. Большинство разрезов после вскрытия основных горизонтов почв углубляли буром до 2-3 м. Индексацию диагностических горизонтов и признаков выполняли по Полевому определителю почв России [7].

Содержание водорастворимых солей определяли по активности ионов Na^+ , Ca^{2+} и Cl^- , измеренных в почвенных пастах с влажностью 40% с помощью ионоселективных электродов [9].

Результаты и обсуждение. Покров опытной станции представлен светло-каштановыми солонцеватыми и несолонцеватыми суглинистыми почвами в комплексе с каштановыми степными солонцами на водоразделе и склонах, лугово- и лугово-каштановыми почвами в западинах и ложбинах; в лощинах и отвершках балок – комплексами намытых почв, в долине Балки Песчаной – аллювиальными почвами.

Большинство из них, исключая почвы днищ и крутых склонов балок, являются пахотными. Мощность агрогумусового горизонта Р, сформированного в результате мелиоративного глубокого рыхления и вспашки, изменяется от 20 до 45 см с медианой 30 см. Наименьшие значения характерны для смытых почв на выпуклых элементах рельефа, максимальные – для частично намытых почв в ложбинах или вогнутых частях склона.

Для почв свето-каштановых солонцовых комплексов до распашки и орошения было характерно отсутствие карбонатов кальция в поверхностном горизонте. Глубина вскипания от НСІ составляла 20-50 см в зависимости от положения в микрорельефе. В настоящее время половина почв опытной станции «Орошаемая» содержат карбонаты в поверхностном слое. Соотношение почв с отсутствием и наличием вскипания от НСІ с дневной поверхности на разных участках зависит от сочетания природных и антропогенных факторов (рисунок 1).

Доля карбонатных с поверхности почв в текущее время варьирует от 10 до 100% с медианой 49%. В целом по 10 ключевым участкам сильно вскипающие почвы составляют более половины (54-55%) всех карбонатных с поверхности, остальные площади приблизительно поровну представлены слабо (25-26%) или средне (19-20%) вскипающими. Ключевые участки с общей долей карбонатных почв 10-35% встречаются преимущественно на склонах. На них явно доминируют (более половины) слабо вскипающие почвы. Участки с общей долей карбонатных почв 47-100% распространены на водораздельном пространстве и верхней части приводораздельных склонов. От половины до двух третей их площади представлены сильно вскипающими разностями.

На территории опытной станции появлению карбонатных с поверхности почв способствовали 5 процессов: 1) растворение части карбонатов срединных горизонтов во время поливов и подтягивание растворов в пахотный горизонт с

осаждением карбонатов при потреблении воды растениями (агрокаштановые поверхностно-карбонатные почвы); 2) припашка карбонатных горизонтов при глубоких обработках и в условиях эрозионного смыва части пахотного горизонта (агроземы поверхностно-карбонатные сегрегационные); 3) насыпка карбонатного материала на поверхность при планировках поверхности; 4) локальный намыв карбонатного материала с соседних участков при поливе или естественных ливнях (разные карбонатно-гумусово-стратифицированные почвы); 5) засыпка смешанным преимущественно карбонатным материалом трасс закрытых подземных трубопроводов и временных оросителей (стратоземы карбонатные на погребенных срезанных почвах).

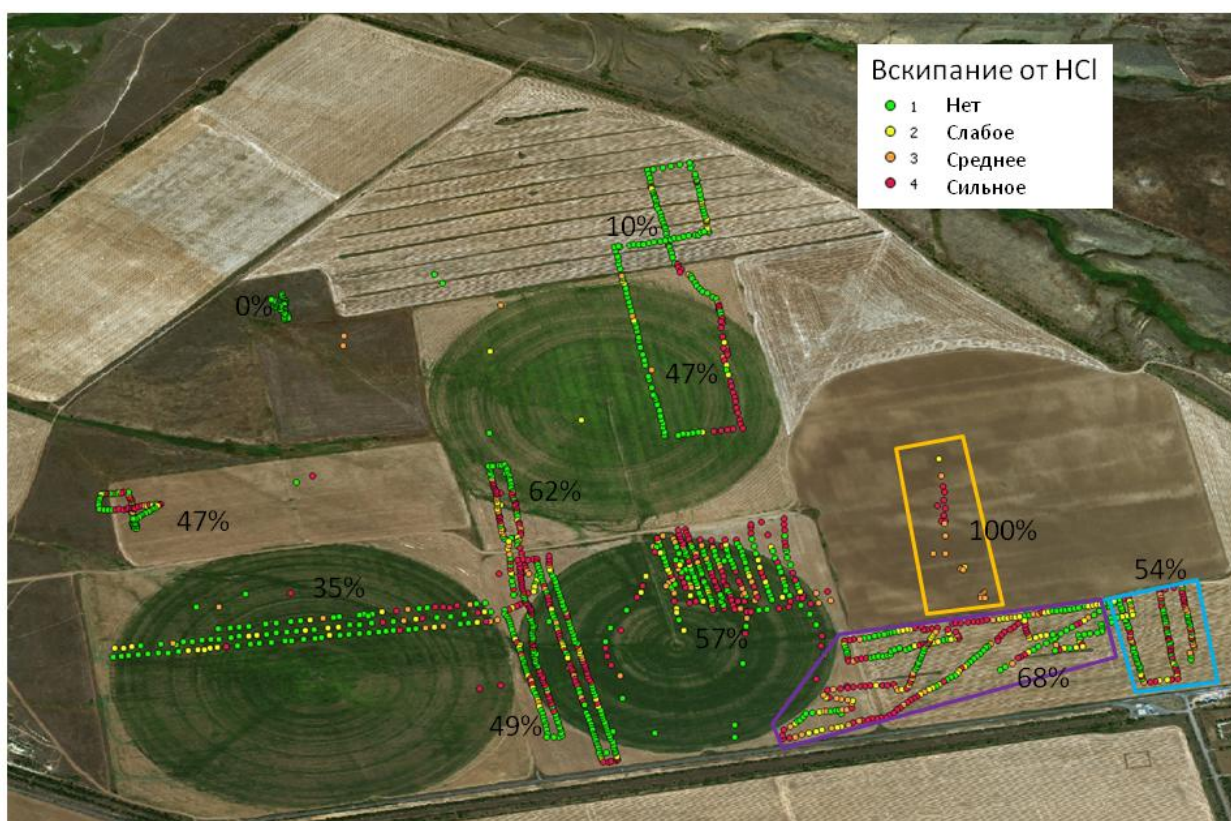


Рисунок 1 - Результаты площадных и маршрутных съемок интенсивности вскипания от HCl поверхности почв на территории центральной части опытной станции «Орошаемая» (цифры - доля (%) карбонатных с поверхности почв в пределах ключевого участка)

На водоразделах и приводораздельных склонах при длительном орошении происходит постепенное рассоление почв солонцовых комплексов: ранее солончаковатые почвы становятся глубоко солончаковатыми и глубокозасоленными слабой степени.

Вместе с тем, в текущее время полив производится водами Варваровского и Береславского водохранилищ, которые имеют минерализацию около 0.9 г/л с повышенной концентрацией ионов натрия (6-7 ммоль/л). Статистический анализ активности ионов натрия и хлоридов в пахотных горизонтах показал, что в

почвах, используемых в богарных севооборотах более 6 лет, активность ионов натрия в 95% случаев не превышает 3 ммоль/л с медианой 1.5 ммоль/л при влажности 40%(мас.), тогда как в орошаемых почвах в 90% случаев она составляет от 5 до 15 ммоль/л с медианой 6.3-7.1 ммоль/л.

Такая вода поддерживает низкую минерализацию почвенных растворов и способствует накоплению обменного натрия в поверхностных горизонтах 4-9% от емкости катионного обмена, что создает физико-химические условия развития солонцового процесса и приводит к вторичному осолонцеванию орошаемых почв. Последнее проявляется в образовании блочно-глыбистой структуры в пахотном горизонте, снижении водопроницаемости почв и формировании гумусово-глинистых натечных пленок (кутан) на боковых гранях призматических отдельностей в карбонатном горизонте до глубины 80-100 см. Процесс сопровождается образованием корки и способствует эрозии.

Заключение. Длительное орошение водами низкой минерализации (0.9 г/л) с повышенным содержанием ионов натрия (6-7 ммоль/л) в условиях хорошей естественной дренированности территории юга Приволжской возвышенности, привело к двум тенденциям. С одной стороны, происходит уменьшение доли солончаковатых почв в ирригационном ландшафте, которые становятся глубокосолончаковатыми или глубокозасоленными. С другой стороны, в орошаемых светло-каштановых почвах развивается вторичное осолонцевание, проявляющееся в формировании почвенной корки из разрушенных на отдельные частицы агрегатов после каждого полива или естественного ливня, образовании блочно-глыбистой структуры и полигональной сети трещин в пахотном горизонте при высыхании и существенного уменьшения водопроницаемости во влажном состоянии, уменьшающей впитывание оросительной воды и возникновению поверхностного стока при наличии даже малого уклона. Последнее обстоятельство приводит к развитию ирригационного смыва и намыва пахотного горизонта.

Библиографический список

1. Барановская В.А. Влияние орошения на миграцию карбонатов в почвах Поволжья / В.А. Барановская, В.И. Азовцев // Почвоведение. - 1981. - №10. - С. 17-27.
2. Горохова И.Н. Изменение засоленности орошаемых почв участка Червленое за четверть века (Волгоградская область) / И.Н. Горохова, Н.Б. Хитров, Е.П. Кравченко // Почвоведение. - 2020. - №4. - С. 463-472. - DOI: 10.31857/S0032180X20040061.
3. Дегтярева Е.Т. Почвы Волгоградской области / Е.Т. Дегтярева, А.Н. Жулидова. - Волгоград: Нижне-Волжское книжное изд-во, 1970. - 319 с.
4. Зинченко Е.В. Современное состояние орошаемых почв юга Приволжской возвышенности / Е.В. Зинченко [и др.] // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. - 2020. - Вып. 104. - С. 68-109. - DOI: 10.19047/0136-1694-2020-104-68-109.
5. Любимова И.Н. Влияние различных антропогенных воздействий на изменение почв солонцовых комплексов сухостепной зоны / И.Н. Любимова,

А.Ф. Новикова // Почвоведение. - 2016. - №5. - С. 633–643.

6. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. - М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – Т. 1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. - 756 с.

7. Полевой определитель почв России. - М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. - 182 с.

8. Проект государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regulation.gov.ru/projects/List/AdvancedSearch#departments=2&npr=98576>.

9. Руководство по лабораторным методам исследования ионно-солевого состава нейтральных и щелочных минеральных почв / под ред. Н.Б. Хитрова и А.А. Понизовского. - М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1990. - 236 с.

10. Ahmad M.J. Rice Production in Salt-Affected Soils of Pakistan Using Different Reclamation Techniques / M.J. Ahmad [et al.] // *Developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation: Innovative Thinking and Use of Marginal Soil and Water Resources in Irrigated Agriculture* / Eds. Shahid S.A. [et al.] // Springer Science+Business Media Dordrecht. - 2013. - P. 282-293. – Mode of access: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5684-7_18.

11. Lijie J.-l. Monitoring soil salt content using HJ-1A hyperspectral data: A case study of coastal areas in Rudong County, Eastern China / J.-l. Lijie [et al.] // *Chinese Geographical Science*. - 2015. - Vol. 25. - Iss. 2. - P. 213–223. - DOI: 10.1007/s11769-014-0693-2.

12. Suarez D.L. Use of Marginal-Quality Waters for Sustainable Crop Production. In book: S.A. Shahid et al. (eds.), *Developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation: Innovative Thinking and Use of Marginal Soil and Water Resources in Irrigated Agriculture*, Springer Science+Business Media Dordrecht / D.L. Suarez. - 2013. - P. 367-381. - DOI 10.1007/978-94-007-5684-7_25.

Bibliographic list

1. Baranovskaya V.A., Azovtsev V.I. Vliyanie orosheniya na migratsiyu karbonatov v pochvakh Povolzh'ya / V.A. Baranovskaya, V.I. Azovtsev // *Pochvovedenie*. - 1981. - No.10. - P. 17–27.

2. Gorokhova I.N. Changes in Soil Salinity at the Chervlenoe Irrigation Massive (Volgograd Oblast) in a Quarter of Century / I.N. Gorokhova, N.B. Khitrov, E.I. Kravchenko // *Eurasian Soil Science*. – 2020. - Vol. 53. - No.4. - P. 494–502. - DOI: 10.1134/S1064229320040067.

3. Degtyareva E.T., Zhulidova A.N. Pochvy Volgogradskoy oblasti / E.T. Degtyareva, A.N. Zhulidova. - Volgograd: Nizhne-Volzhskoe knizhnoe izd-vo, 1970. -319 p.

4. Zinchenko E.V. Modern state of irrigated soils at the south of the Volga upland / E.V. Zinchenko [et al.] // Dokuchaev Soil Bulletin. – 2020. - V. 104. - P. 68-109. - DOI: 10.19047/0136-1694-2020-104-68-109.

5. Lyubimova I.N. Changes in the Properties of Solonetzic Soil Complexes in the Dry Steppe Zone under Anthropogenic Impacts / I.N. Lyubimova, A.F. Novikova // Eurasian Soil Science. - 2016. - V. 49. - No.5. - P. 581–590. - DOI: 10.1134/S1064229316050112.

6. Nauchnye osnovy predotvrasheniya degradatsii pochv (zemel) selskokhozyaistvennykh ugodii Rossii i formirovaniya system vosproizvodstva ikh plodorodiya v adaptivno-landshaftnom zemledelii: - M.: Pochvenniy institut im. V.V. Dokuchaeva Rosselkhozakademii, 2013. - T.1. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy predotvrasheniya degradatsii pochv (zemel) selskokhozyaistvennykh ugodii. - 756 p.

7. Polevoy opredelitel pochv Rossii. - M.: Pochenny institute im. V.V. Dokuchaeva, 2008. - 182 p.

8. Proekt gosudarstvennoy programmy effektivnogo vovlecheniya v oborot zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii. [Elektronnyy resurs]. - Mode of access: <https://regulation.gov.ru/projects/List/AdvancedSearch#departments=2&npa=98576>.

9. Rukovodstvo po laboratornym metodam issledovaniya ionno-solevogo sostava neytralnykh i shelochnykh mineralnykh pochv / pod red. N.B. Khitrova i A.A. Ponizovskogo. - M.: Pochvenniy institut im. V.V. Dokuchaeva, 1990. - 236 p.

10. Ahmad M.J. Rice Production in Salt-Affected Soils of Pakistan Using Different Reclamation Techniques / M.J. Ahmad [et al.] // Developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation: Innovative Thinking and Use of Marginal Soil and Water Resources in Irrigated Agriculture / Eds. Shahid S.A. [et al.] // Springer Science+Business Media Dordrecht. - 2013. - P. 282-293. – Mode of access: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5684-7_18.

11. Lijie J.-l. Monitoring soil salt content using HJ-1A hyperspectral data: A case study of coastal areas in Rudong County, Eastern China / J.-l. Lijie [et al.] // Chinese Geographical Science. - 2015. - Vol. 25. - Iss. 2. - P. 213–223. - DOI: 10.1007/s11769-014-0693-2.

12. Suarez D.L. Use of Marginal-Quality Waters for Sustainable Crop Production. In book: S.A. Shahid et al. (eds.), Developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation: Innovative Thinking and Use of Marginal Soil and Water Resources in Irrigated Agriculture, Springer Science+Business Media Dordrecht / D.L. Suarez. - 2013. - P. 367-381. - DOI 10.1007/978-94-007-5684-7_25.

УДК 631.5; 631.6

**ДИНАМИКА АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЛИТЕЛЬНО
ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ ПОВОЛЖЬЯ**

**DYNAMICS OF AGROPHYSICAL PROPERTIES
OF LONG-IRRIGATED SOILS OF THE VOLGA REGION**

В.А. Шадских, доктор сельскохозяйственных наук

В.Е. Кижяева, кандидат сельскохозяйственных наук

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс, Россия

V.A. Shadskikh, Doctor of Agricultural Sciences

V.E. Kizhaeva, Candidate of Agricultural Sciences

Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russia

Аннотация: По данным за 8 ротаций севопольного севооборота с 1966 по 2021 годы изучена динамика состояния агрофизических характеристик почвы при длительном орошении. Определены основные тенденции почвообразовательных процессов и предложены агротехнические мероприятия, способствующие сохранению и преумножению агроресурсного потенциала почвы. Многолетние полевые исследования проводились в опытно-производственном хозяйстве Волжского НИИ гидротехники и мелиорации на тёмно-каштановых среднесуглинистых почвах в типичном для региона зернотравопропашном севообороте общей площадью 350 га. Установлено, что длительное орошение по разному влияло на агрофизические свойства почвы. Показатели плотности сложения почвы за период восьми ротаций в основном не выходили за пределы оптимальных значений. При анализе изменения гранулометрического состава пахотного горизонта наблюдалось небольшое увеличение фракций в диапазоне 0,05-0,01мм – на 0,33%. В результате длительного орошения на всех полях наблюдается уплотнение почвы, без проведения соответствующих агротехнических мероприятий можно спрогнозировать дальнейшее ухудшение ее структурного состояния. Следовательно, для поддержания оптимальных агрофизических параметров пахотного горизонта необходимо проводить мероприятия по разуплотнению с помощью глубокого рыхления и разноглубинной обработки почвы.

Ключевые слова: длительное орошение, темно-каштановые почвы, агрофизические свойства, агротехнические мероприятия

Abstract: According to the data for 8 rotations of the seven-field crop rotation from 1966 to 2021, the dynamics of the state of the agrophysical characteristics of the soil under prolonged irrigation was studied. The main trends of soil-forming processes are identified and agrotechnical measures are proposed that contribute to the preservation and multiplication of the agro-resource potential of the soil. Long-term

field research was carried out in the experimental production farm of the Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation on dark chestnut medium loamy soils in a typical grain-and-grass crop rotation with a total area of 350 hectares. It was found that long-term irrigation had different effects on the agrophysical properties of the soil. The indicators of soil compaction density over the period of eight rotations generally did not go beyond the optimal values. When analyzing changes in the granulometric composition of the arable horizon, a slight increase in fractions in the range of 0.05-0.01 mm was observed – by 0.33%. As a result of prolonged irrigation, soil compaction is observed in all fields, without carrying out appropriate agrotechnical measures, further deterioration of its structural condition can be predicted. Therefore, in order to maintain optimal agrophysical parameters of the arable horizon, it is necessary to carry out decompression measures using deep loosening and multi-depth tillage.

Key words: long-term irrigation, dark chestnut soils, agrophysical properties, agrotechnical measures.

Введение. Эффективность мелиорации и земледелия характеризуется уровнем плодородия почв, а, в конечном итоге, отдачей орошаемого гектара и продуктивностью агроценозов [3, 6].

Экстраполяция основывается на гипотезе, что ранее выявленные закономерности будут действовать и в прогнозном периоде. Прогнозные величины за определенный период времени определяются на основе среднего прироста или уменьшения исследуемого показателя.

Анализ исследуемых показателей в долгосрочной динамике позволит выявить, что будет происходить в почве в перспективе без проведения соответствующих агротехнических мероприятий и предложить необходимые решения для предотвращения негативных процессов [1, 2].

Материалы и методы. Прогнозирование агротехнических мероприятий для длительно орошаемых почв каштанового ряда, черноземов южных, а также других типов почв Поволжья осуществляли методом экстраполяции. На примере результатов многолетних исследований прогнозные величины агрофизических, агрохимических свойств почв, содержания гумуса за длительный период определялись за несколько ротаций типичного для Поволжья семипольного зернотравопропашного севооборота общей площадью 350 га (площадь под каждой культурой 50 га).

Состав культур семипольного севооборота на длительно орошаемых полях опытно-производственного хозяйства «ВолжНИИГиМ» за 8 ротаций с 1966 по 2021 годы представлен следующим образом: 1 поле – Люцерна на зеленый корм. 2 поле – Люцерна на сено. 3 поле – Кормосмесь на силос (сорго + соя + суданская трава + подсолнечник). 4 поле – Ячмень на зерно. 5 поле – Озимая пшеница на зерно. 6 поле – Соя. 7 поле – Вика + овес на зеленый корм + люцерна под покров.

Отбор опытных образцов почвы на 1 и 2 полях осуществляли в первой декаде мая и в середине августа; на 3 поле – конец мая - середина августа; на 4-м – конец мая - начало сентября; на 5-м – начало мая – конец июля; на 6-м –

конец мая - начало октября; на 7 поле – конец мая - первая декада августа.

Результаты и обсуждение. Плотность сложения темно-каштановой почвы определялась в начале и в конце вегетации культуры на длительно орошаемых полях зернотравопропашного севооборота ОПХ ВолжНИИГиМ, динамика ее представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Динамика плотности сложения почвы на длительно орошаемых полях севопольного севооборота ОПХ ВолжНИИГиМ, г/см³

Слой почвы, см	Плотность сложения темно-каштановой почвы по периодам ротаций								Динамика (увелич. «+», уменьш. «-»)
	1 ротация 1966 г.- 1972 г.	2 ротация 1973 г.- 1979 г.	3 ротация 1980 г.- 1986 г.	4 ротация 1987 г.- 1993 г.	5 ротация 1994 г.- 2000 г.	6 ротация 2001 г.- 2007 г.	7 ротация 2008 г.- 2014 г.	8 ротация 2015 г.- 2021 г.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1 поле	2 поле	3 поле	4 поле	5 поле	6 поле	7 поле	1 поле	
0-10	1,25	1,32	1,32	1,30	1,33	1,35	1,34	1,35	
10-20	1,27	1,50	1,36	1,33	1,42	1,36	1,32	1,37	
20-30	1,43	1,36	1,33	1,42	1,46	1,34	1,39	1,37	
0-30	1,32	1,39	1,34	1,35	1,40	1,35	1,35	1,36	+ 0,04
	2 поле	3 поле	4 поле	5 поле	6 поле	7 поле	1 поле	2 поле	
0-10	1,34	1,25	1,42	1,48	1,45	1,48	1,32	1,30	
10-20	1,33	1,32	1,36	1,62	1,50	1,49	1,33	1,49	
20-30	1,40	1,51	1,48	1,57	1,74	1,37	1,46	1,40	
0-30	1,36	1,36	1,42	1,56	1,56	1,45	1,37	1,39	+ 0,03
	3 поле	4 поле	5 поле	6 поле	7 поле	1 поле	2 поле	3 поле	
0-10	1,41	1,34	1,36	1,47	1,46	1,46	1,36	1,34	
10-20	1,39	1,42	1,52	1,38	1,44	1,50	1,37	1,52	
20-30	1,47	1,50	1,63	1,54	1,40	1,39	1,38	1,42	
0-30	1,42	1,42	1,50	1,46	1,43	1,45	1,37	1,43	+ 0,01
	4 поле	5 поле	6 поле	7 поле	1 поле	2 поле	3 поле	4 поле	
0-10	1,25	1,34	1,36	1,34	1,26	1,36	1,30	1,25	
10-20	1,35	1,36	1,45	1,36	1,37	1,34	1,50	1,38	
20-30	1,33	1,28	1,34	1,28	1,29	1,35	1,70	1,28	
0-30	1,31	1,33	1,38	1,33	1,31	1,35	1,50	1,30	-0,01
	5 поле	6 поле	7 поле	1 поле	2 поле	3 поле	4 поле	5 поле	
0-10	1,22	1,30	1,35	1,33	1,26	1,34	1,24	1,23	
10-20	1,37	1,37	1,43	1,36	1,35	1,35	1,36	1,38	
20-30	1,26	1,35	1,34	1,27	1,34	1,28	1,27	1,27	
0-30	1,28	1,34	1,37	1,32	1,32	1,32	1,29	1,29	0,01
	6 поле	7 поле	1 поле	2 поле	3 поле	4 поле	5 поле	6 поле	
0-10	1,22	1,24	1,32	1,24	1,38	1,29	1,32	1,23	
10-20	1,37	1,36	1,36	1,46	1,45	1,49	1,33	1,42	
20-30	1,23	1,35	1,33	1,35	1,32	1,32	1,46	1,34	
0-30	1,27	1,32	1,34	1,35	1,38	1,37	1,37	1,29	0,02
	7 поле	1 поле	2 поле	3 поле	4 поле	5 поле	6 поле	7 поле	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-10	1,12	1,14	1,17	1,14	1,18	1,15	1,12	1,15	
10-20	1,37	1,38	1,36	1,36	1,45	1,39	1,37	1,40	
20-30	1,23	1,30	1,26	1,29	1,31	1,29	1,27	1,30	
0-30	1,24	1,27	1,26	1,26	1,31	1,28	1,25	1,28	0,04
									0,02

Показатели плотности почвы за период восьми ротаций в основном не выходили за пределы оптимальных значений, по всем полям наблюдается уплотнение почвы в среднем лишь на $0,02 \text{ г/см}^3$, кроме 4 поля, где в слое 0-30 см произошло незначительное разуплотнение – на $0,01 \text{ г/см}^3$.

Согласно методу линейной экстраполяции можно прогнозировать, что через десять лет орошения плотность сложения темно-каштановых почв увеличится на $0,2 \text{ г/см}^3$ с последующим увеличением [4, 7]. Анализ полученных данных на полях севооборота показал, что предотвратить уплотнение почвы за пределы оптимальных значений позволят следующие агротехнические приемы:

- оптимальное сочетание разноглубинной обработки почвы;
- шире использовать плоскорезную обработку почвы для разрыхления пахотного слоя с оставление стерни на поверхности;
- обработка почвы с почвоуглубителями до 30 см для разуплотнения подпахотного слоя [13].

В системе севооборота при длительном орошении проведение рекомендованных агротехнических мероприятий позволит оптимизировать сложение пахотного слоя и на этой основе создать благоприятную мелиоративную обстановку и стабилизировать почвенное плодородие.

Важнейшей характеристикой водного режима почв является ее наименьшая влагоемкость (НВ) - наибольшее количество влаги, которую почва способна удерживать после обильного увлажнения и стекания гравитационной воды. Влагоемкость выражается в % от массы абсолютно сухой почвы или от ее объема. При наименьшей влагоемкости количество доступной влаги для растений достигает максимально возможной величины. Количество воды в почве, за вычетом той ее части, которая составляет так называемый мертвый запас, называют «физиологически доступной почвенной влагой» [8]. Наименьшую влагоемкость определяют в полевых условиях при естественном сложении почвы методом заливаемых площадок. Суть метода заключается в том, что почву насыщают водой до тех пор, пока ею не будут заполнены все поры, а затем дают избытку влаги стечь под действием силы тяжести. Установившаяся равновесная влажность будет соответствовать НВ. Она характеризует водоудерживающую способность почвы. Наибольшее количество воды, которое может вместить почва при заполнении всех ее пор, является предельно полевой влагоемкостью. Ее можно определить исходя из общей скважности почвы. Выражается в процентах от массы абсолютно сухой почвы [10, 12]. Динамика наименьшей влагоемкости (НВ) длительно орошаемой темно-каштановой почвы в зернотравопропашном севообороте ОПХ ВолжНИИГиМ за 8 ротаций с 1966 по 2021 гг. представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Динамика наименьшей влагоемкости (НВ) длительно орошаемой почвы в севообороте ОПХ ВолжНИИГиМ, 1966-2021 гг., %

Слой почвы, м	№ поля							В среднем за 8 ротаций
	1 поле	2 поле	3 поле	4 поле	5 поле	6 поле	7 поле	
0,5	+0,3	+0,7	-2,1	-0,4	-4,0	+1,0	+0,9	-0,51
0,6	-2,1	0,0	-0,4	+0,5	-2,0	+1,1	-3,1	-0,86
0,7	-0,3	+1,4	+1,6	-0,1	+3,2	-0,3	-4,4	+0,16
0,8	-1,0	+0,4	+0,7	+1,7	+2,6	0,8	-2,6	+0,37
1,0	+4,8	+1,9	+8,1	+1,3	-1,0	-2,5	-2,5	+1,44

Представленные прогнозные данные по НВ показывают незначительную динамику. Наименьшая влагоемкость почвы в слое 0,5 м уменьшилась на 0,51 %, в слое 0,6 – на 0,86%. По слоям 0,7; 0,8 и 1,0 м произошло увеличение, соответственно, на 0,16%; 0,37 и 1,44%. В перспективе для устойчивости данных показателей необходимо обеспечивать оптимальные условия влагообмена в почве. Для поддержания оптимальных условий возделывания сельскохозяйственных культур необходимо проводить поливы небольшими поливными нормами с учетом фактической влажности почвы в наиболее значимые фазы роста и развития растений [13, 14].

Прогноз изменения гранулометрического состава пахотного горизонта почвы приведен в таблице 3.

Таблица 3 - Динамика гранулометрического состава пахотного горизонта длительно орошаемой темно-каштановой почвы в севообороте ОПХ ВолжНИИГиМ, 1966-2021 гг., %

Градации фракций, мм	№ поля							В среднем за 8 ротаций	Динамика (увеличение «+», уменьшение «-»)
	1 поле	2 поле	3 поле	4 поле	5 поле	6 поле	7 поле		
	Динамика гранулометрического состава почвы								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-0,25	<u>0,54</u>	<u>0,52</u>	<u>0,55</u>	<u>0,55</u>	<u>0,53</u>	<u>1,07</u>	<u>0,61</u>	<u>0,62</u>	<u>-0,01</u>
	<u>0,46</u>	0,44	0,46	0,46	0,43	0,53	0,51	0,47	0,04
0,25-0,05	<u>28,36</u>	<u>28,51</u>	<u>28,76</u>	<u>28,60</u>	<u>28,86</u>	<u>28,41</u>	<u>28,61</u>	<u>28,59</u>	<u>0,02</u>
	<u>27,52</u>	28,39	27,99	27,84	28,15	27,82	27,69	27,91	-0,22
0,05-0,01	<u>29,24</u>	<u>29,02</u>	<u>29,11</u>	<u>29,05</u>	<u>29,10</u>	<u>28,86</u>	<u>29,45</u>	<u>29,12</u>	<u>0,33</u>
	<u>28,54</u>	<u>28,29</u>	29,04	28,45	28,74	28,21	29,08	28,62	0,46
0,01-0,005	<u>6,26</u>	<u>6,42</u>	<u>6,02</u>	<u>5,99</u>	<u>5,90</u>	<u>6,02</u>	<u>6,01</u>	<u>6,09</u>	<u>-0,08</u>
	<u>5,66</u>	5,66	6,12	5,91	5,63	5,86	5,85	5,81	0,04
0,005-0,001	<u>7,65</u>	<u>7,64</u>	<u>7,20</u>	<u>7,24</u>	<u>7,10</u>	<u>7,43</u>	<u>7,38</u>	<u>7,38</u>	<u>0,00</u>
	<u>8,14</u>	7,83	7,88	8,01	8,15	8,34	7,89	8,03	-0,14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
< 0,001	<u>27,95</u>	<u>27,90</u>	<u>28,37</u>	<u>28,58</u>	<u>28,52</u>	<u>28,22</u>	<u>27,95</u>	<u>28,21</u>	<u>-0,26</u>
	<u>29,67</u>	29,40	28,51	29,14	28,92	29,25	29,00	29,13	-0,13
$\Sigma < 0,01$	<u>41,86</u>	<u>41,96</u>	<u>41,49</u>	<u>41,80</u>	<u>41,26</u>	<u>41,35</u>	<u>41,35</u>	<u>41,58</u>	<u>-0,23</u>
	<u>43,48</u>	42,88	42,40	43,07	42,90	42,98	42,98	42,96	0,02

По результатам сопряженного определения содержания илистых частиц (диаметром <0,001 мм) при проведении гранулометрического анализа можно судить о степени устойчивости микроагрегатов под действием воды [5, 9]. Сравнительный анализ показал, что при формировании микроагрегатов фракции размером меньше 0,01 мм составляют 41,26-43,48 %, т.е. почвы в целом классифицируются как тяжелосуглинистые, иловато-пылеватые с долей илистых частиц 27,90-29,67 %.

По результатам сопряженного определения содержания илистых частиц (диаметром <0,001 мм) при проведении гранулометрического анализа можно судить о степени устойчивости микроагрегатов под действием воды [5, 9]. Сравнительный анализ показал, что при формировании микроагрегатов фракции размером меньше 0,01 мм составляют 41,26-43,48 %, т.е. почвы в целом классифицируются как тяжелосуглинистые, иловато-пылеватые с долей илистых частиц 27,90-29,67 %.

Если проследить динамику изменения гранулометрического состава в сравнении со средними величинами за 8 ротаций севооборота, то очевидно, что изменения происходили незначительные. Наблюдалось небольшое увеличение гранулометрических фракций в диапазоне 0,05-0,01мм – на 0,33%.

К важнейшим факторам, определяющим плодородие почвы и урожайность культур, относится структура, с обладающими водопрочностью агрономически ценными структурными отдельностями размером от 10 до 0,25 мм. В структурной почве создаются оптимальные условия, за счет высокой порозности и влагоемкости происходит хорошее впитывание влаги, глубокое промачивание почвенного профиля, т.е. создаются благоприятные условия для растений [15]. Результаты динамики структурного анализа пахотного горизонта темно-каштановой почвы под культурами севооборота в начале и в конце вегетационных периодов приведены в таблице 4.

Наибольшее значение коэффициента структурности ($K_{cmp.}$) весной на седьмом поле и на третьем – 1,63 и 1,69 соответственно; на остальных полях несколько ниже – в пределах 1,53-1,61. К осени коэффициент структурности пахотного горизонта под культурами уменьшался до 0,93, что связано с увеличением фракций меньше 0,25мм, обусловленное диспергацией средне и мелко-пылеватых фракций при длительном орошении.

Структуру почвы по водоустойчивости оценили по количеству агрегатов размером больше 0,25 мм, оставшихся после «мокрого» просеивания, она соответствует категории «Неудовлетворительная». Низкая водопрочность структуры объясняется снижением содержания гумуса до критических величин за длительный период орошения и интенсивного землепользования.

Таблица 4 - Динамика структуры пахотного горизонта длительно орошаемой почвы под культурами севооборота ОПХ ВолжНИИГиМ, 1966-2021 гг.

Размер фракций пахотного горизонта почв, мм	№ поля														В среднем за 8 ротаций		Динамика (увеличение «+», уменьшение «-»)	
	1 поле		2 поле		3 поле		4 поле		5 поле		6 поле		7 поле		Нач. знач.	Конеч. знач.	Нач. знач.	Конеч. знач.
	Нач. знач.	Конеч. знач.	Нач. знач.	Конеч. знач.	Нач. знач.	Конеч. знач.	Нач. знач.	Конеч. знач.	Нач. знач.	Конеч. знач.	Нач. знач.	Конеч. знач.	Нач. знач.	Конеч. знач.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
> 10	<u>31,8</u> <u>3</u> -	<u>34,7</u> <u>7</u> -	<u>31,6</u> <u>0</u> -	<u>34,5</u> <u>4</u> -	<u>31,3</u> <u>4</u> -	<u>35,2</u> <u>4</u> -	<u>32,0</u> <u>2</u> -	<u>35,2</u> <u>1</u> -	<u>32,7</u> <u>6</u> -	<u>35,4</u> <u>7</u> -	<u>31,7</u> <u>7</u> -	<u>34,9</u> <u>6</u> -	<u>30,7</u> <u>0</u> -	<u>35,3</u> <u>7</u> -	<u>31,72</u> -	<u>35,08</u> -	<u>-1,02</u> -	<u>+0,29</u> -
10 - 7	<u>9,12</u> -	<u>8,58</u> -	<u>9,27</u> -	<u>8,73</u> -	<u>9,37</u> -	<u>8,67</u> -	<u>9,29</u> -	<u>8,73</u> -	<u>9,16</u> -	<u>8,55</u> -	<u>9,42</u> -	<u>8,91</u> -	<u>9,27</u> -	<u>8,42</u> -	<u>9,27</u> -	<u>8,66</u> -	<u>0,00</u> -	<u>-0,24</u> -
7 - 5	<u>8,21</u> 0,29	<u>6,82</u> 0,21	<u>8,21</u> 0,33	<u>6,86</u> 0,23	<u>8,29</u> 0,29	<u>6,87</u> 0,23	<u>8,23</u> 0,29	<u>6,89</u> 0,23	<u>8,17</u> 0,27	<u>6,85</u> 0,25	<u>8,36</u> 0,30	<u>6,93</u> 0,25	<u>8,33</u> 0,36	<u>6,75</u> 0,22	<u>8,26</u> 0,30	<u>6,85</u> 0,23	<u>+0,07</u> <u>+0,06</u>	<u>-0,10</u> <u>-0,01</u>
5 - 3	<u>10,0</u> <u>2</u> 0,29	<u>10,0</u> <u>4</u> 0,49	<u>9,85</u> 0,30	<u>9,83</u> 0,50	<u>10,1</u> <u>0</u> 0,28	<u>10,1</u> <u>7</u> 0,47	<u>10,1</u> <u>8</u> 0,29	<u>10,3</u> <u>4</u> 0,53	<u>9,88</u> <u>0</u> 0,29	<u>10,1</u> <u>0</u> 0,54	<u>10,4</u> <u>3</u> 0,29	<u>10,5</u> <u>0</u> 0,50	<u>10,0</u> <u>8</u> 0,29	<u>9,90</u> <u>9,90</u> 0,40	<u>10,08</u> 0,29	<u>10,13</u> 0,49	<u>0,00</u> 0,00	<u>-0,23</u> <u>-0,09</u>
3 - 2	<u>8,46</u> 0,25	<u>7,43</u> 0,52	<u>8,49</u> 0,28	<u>7,47</u> 0,53	<u>8,56</u> 0,24	<u>7,47</u> 0,70	<u>8,38</u> 0,25	<u>7,64</u> 0,54	<u>8,21</u> 0,24	<u>7,56</u> 0,52	<u>8,50</u> 0,27	<u>7,73</u> 0,55	<u>8,86</u> 0,26	<u>7,33</u> 0,49	<u>8,49</u> 0,26	<u>7,52</u> 0,55	<u>+0,37</u> 0,00	<u>-0,19</u> <u>-0,06</u>
2 - 1	<u>12,1</u> <u>3</u> 0,70	<u>11,7</u> <u>5</u> 1,01	<u>11,9</u> <u>5</u> 0,72	<u>11,5</u> <u>9</u> 1,02	<u>12,3</u> <u>6</u> 0,71	<u>11,9</u> <u>9</u> 1,05	<u>12,0</u> <u>4</u> 0,77	<u>12,1</u> <u>2</u> 1,07	<u>11,7</u> <u>8</u> 0,74	<u>12,0</u> <u>4</u> 1,06	<u>12,2</u> <u>9</u> 0,79	<u>12,2</u> <u>2</u> 1,08	<u>12,9</u> <u>1</u> 0,62	<u>11,5</u> <u>9</u> 0,90	<u>12,21</u> 0,72	<u>11,90</u> 1,03	<u>+0,70</u> -0,10	<u>-0,31</u> <u>-0,13</u>
1 - 0,5	<u>7,53</u> 3,16	<u>4,96</u> 3,72	<u>7,59</u> 3,06	<u>5,16</u> 3,64	<u>7,26</u> 3,02	<u>4,97</u> 3,44	<u>7,27</u> 3,22	<u>5,24</u> 3,89	<u>7,54</u> 3,09	<u>5,56</u> 3,84	<u>6,98</u> 3,36	<u>4,90</u> 4,03	<u>7,51</u> 3,04	<u>4,30</u> 3,50	<u>7,38</u> 3,14	<u>5,01</u> 3,72	<u>+0,13</u> -0,10	<u>-0,71</u> <u>-0,22</u>
0,5 - 0,25	<u>5,60</u> 12,1 9	<u>4,59</u> 12,1 9	<u>5,73</u> 12,2 2	<u>4,62</u> 12,1 5	<u>5,35</u> 12,3 3	<u>4,62</u> 12,2 8	<u>5,52</u> 12,3 8	<u>4,58</u> 12,5 3	<u>5,65</u> 12,0 4	<u>4,71</u> 12,4 1	<u>5,32</u> 12,7 1	<u>4,47</u> 12,8 9	<u>5,59</u> 12,1 6	<u>4,78</u> 11,6 1	<u>5,54</u> 12,29	<u>4,62</u> 12,29	<u>+0,05</u> -0,13	<u>+0,16</u> <u>-0,68</u>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<0,25	<u>6,95</u>	<u>5,77</u>	<u>6,83</u>	<u>5,79</u>	<u>6,82</u>	<u>6,14</u>	<u>6,91</u>	<u>5,73</u>	<u>7,20</u>	<u>5,76</u>	<u>6,65</u>	<u>5,56</u>	<u>6,59</u>	<u>7,01</u>	<u>6,85</u>	<u>5,97</u>	<u>-0,26</u>	<u>+1,04</u>
	82,7	81,6	82,2	81,1	82,6	81,6	82,5	81,0	83,0	81,2	82,1	80,9	83,0	82,7	82,63	81,48	+0,43	+1,25
	6	2	9	5	5	4	2	4	2	2	2	4	6	3				
K _{стр.}	1,59	1,36	1,61	1,37	1,63	1,34	1,58	1,38	1,53	1,36	1,61	1,40	1,69	1,28	1,59	1,33	0,10	-0,05

По средним значениям размеров фракций пахотного горизонта почв можно констатировать, что в целом и вначале и в конце вегетационных периодов изменения были незначительные. Заметные изменения наблюдались лишь в диапазонах: > 10 мм, 3-2, 2-1 и <0,25 мм начальные значения составляли, соответственно, -1,02; + 0,37; +0,70 и -0,27; наиболее переменными конечные значения были в диапазонах: > 10 мм +0,29), 1-0,5 (-0,71) и <0,25 мм (+1,04).

Заключение. В результате длительного орошения на всех полях наблюдается уплотнение, без проведения соответствующих агротехнических мероприятий можно спрогнозировать дальнейшее ухудшение структурного состояния почвы. Поэтому для поддержания оптимальных агрофизических параметров пахотного горизонта необходимо проводить мероприятия по разуплотнению с помощью глубокого рыхления и разноглубинной обработки почвы [11].

Результаты исследований позволяют сказать, что оптимальный уровень плодородия почвы обеспечивают свойства, при которых наиболее полно реализуются потенциальные возможности выращиваемых сельскохозяйственных культур. Степень доступности элементов питания на фоне благоприятных агрофизических свойств и соблюдения агротехнических приемов возделывания сельхозкультур в значительной степени будет обеспечивать получение стабильно высоких урожаев.

Библиографический список

1. Адаптивные АгроБиоТехнологии. В поисках утраченного плодородия // под ред. А.Г. Харченко. - Ростов-на-Дону: ГК «Биоцентр». - 2019. - 30 с.
2. Безднина С.Я. Оптимальные параметры мелиоративного режима почв / С.Я. Безднина // Гидротехника и мелиорация. - 1986. - №11. - С. 58-63.
3. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина // М.: Агропромиздат, 1986. - 416 с.
4. Денисов Е.П. Научные основы земледелия в Поволжье / Денисов Е.П. [и др.] / - Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. - 153 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 2010. - 352 с.
6. Иванов П.К. Структура почвы / П.К. Иванов, А.В. Семенова // Труды Саратовского СХИ. - Саратов, 1969. - Т. 24. - С. 56-76.
7. Качинский Н.А. Почва, ее свойства и жизнь / Н.А. Качинский. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1975. - 296 с.
8. Кирейчева Л.В. Концепция создания устойчивых мелиоративных агроландшафтов / Л.В. Кирейчева, Н.М. Решеткина. - М., 1997. - 54 с.
9. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. - 240 с.
10. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте. - Саратов: Приволжское кн. изд-во, 1973. - 223 с.
11. Шадских В.А. Использование агроэкологических приемов основной обработки темно-каштановой почвы для оптимизации ее водно-физических

свойств / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2014. - №1. - С. 45-47.

12. Шадских В.А. Влияние культур орошаемого зернокармowego севооборота на агрофизические и агрохимические свойства почвы / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, Л.Г. Романова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2018. - №4 (32). - С.166-183.

13. Шадских В.А. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья / В.А. Шадских, Л.Г. Романова, В.Е. Кижаяева // Мелиорация и водное хозяйство. - 2017. - №6. - С. 17-20.

14. Korsak V. Influence of irrigation methods on agrophysical properties and productivity of dark chestnut soils of dry steppe on the left bank of the Volga river / V. Korsak [et al.] // Advances in Dynamical Systems and Applications. – V. 16. - No.1 (2021). - P. 121-132.

15. Murray R.S. The Impact of Irrigation on Soil Structure / R.S. Murray, C.D. Grant. - University of Adelaide, 2007. - 31 p. – Mode of access: <http://lwa.gov.au/products/pn20619>, 2015.

Bibliographic list

1. Adaptivnye AgroBioTekhnologii. V poiskah utrachenogo plodorodiya / pod red. A.G. Harchenko. - Rostov-na-Donu, GK "Biocentr", 2019. - 30 p.

2. Bezdina S.Ya. Optimal'nye parametry meliorativnogo rezhima pochv / S.Ya. Bezdina // Gidrotekhnika i melioraciya. - 1986. - No.11. - P. 58-63.

3. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv / A.F. Vadyunina, Z.A. Korchagina. - M.: Agropromizdat, 1986. - 416 p.

4. Denisov E.P. Nauchnye osnovy zemledeliya v Povolzh'e / Denisov E.P. [et al.], – Saratov: FGBOU VPO "Saratovskij GAU", 2008. - 153 p.

5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) / Dospekhov B.A. - 6-e izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 2010. - 352 p.

6. Ivanov P.K. Struktura pochvy / P.K. Ivanov, A.V. Semenova // Tr. Saratovskogo SHI. - Saratov, 1969. - V. 24. - P. 56-76.

7. Kachinskij N.A. Pochva, eyo svoystva i zhizn'. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Nauka, 1975. 296 s.

8. Kirejcheva L.V. Konceptiya sozdaniya ustojchivyh meliorativnyh agrolandshaftov / L.V. Kirejcheva, N.M. Reshetkina. - M., 1997. - 54 p.

9. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. - M.: FGNU "Rosinformagrotekh", 2003. - 240 p.

10. Rekomendacii po metodike provedeniya nablyudenij i issledovaniy v polevom opyte. - Saratov: Privolzhskoe kn. izd-vo, 1973. - 223 p.

11. Shadskih V.A. Ispolzovanie agroekologicheskikh priemov osnovnoj obrabotki temno-kashtanovoj pochvy dlya optimizacii ee vodno-fizicheskikh svoystv / V.A. Shadskih, V.E. Kizhaeva // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. - 2014. - No.1. - P. 45-47.

12. Shadskih V.A. Vliyanie kul'tur oroshaemogo zernokormovogo sevooborota na agrofizicheskie i agrohimicheskie svojstva pochvy / V.A. Shadskih, V.E. Kizhaeva, L.G. Romanova // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. - 2018. No.4 (32). - P. 166-183.

13. Shadskih V.A. Osnovnye principy optimizacii ekologicheskoy situacii oroshaemyh agrolandshaftov stepnoj i suhostepnoj zon Povolzh'ya / V.A. Shadskih, L.G. Romanova, V.E. Kizhaeva // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2017. - No.6. - P. 17-20.

14. Korsak V. Influence of irrigation methods on agrophysical properties and productivity of dark chestnut soils of dry steppe on the left bank of the Volga river / V. Korsak [et al.] // Advances in Dynamical Systems and Applications. – V. 16. - No.1 (2021). - P. 121-132.

15. Murray R.S. The Impact of Irrigation on Soil Structure / R.S. Murray, C.D. Grant. - University of Adelaide, 2007. - 31 p. – Mode of access: <http://lwa.gov.au/products/pn20619>, 2015.

**Секция 2. BIOTEХНОЛОГИИ И СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ
РЕСУРСЫ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ, ЖИВОТНОВОДСТВЕ
И АКВАКУЛЬТУРЕ**

УДК 635.63: 631.57

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ
ОБРАЗЦОВ ОГУРЦА ПО НЕКОТОРЫМ
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В УСЛОВИЯХ
ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕГО ОБОРОТА
В ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ТЕПЛИЦАХ**

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF COLLECTION SAMPLES
OF CUCUMBER ACCORDING TO SOME PHOTOSYNTHETIC
INDICATORS IN CONDITIONS OF SPRING-SUMMER
CIRCULATION IN POLYCARBONATE GREENHOUSES**

Ф.Н. Агаев, доктор философии по биологическим наукам, доцент

З.К. Алиева, доктор философии по аграрным наукам, доцент

Х.Ф. Гасанлы

С.В. Пашазаде

Научно-исследовательский институт овощеводства Публичное юридическое лицо, г. Баку, Азербайджанская Республика

F.N. Agaev, Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Associate professor

Z.K. Aliyeva, Doctor of Philosophy in Agrarian Sciences, Associate professor

Kh.F. Hasanly

S.V. Pashazade

Scientific Research Institute of Vegetable Growing, Baku, Republic of Azerbaijan

Аннотация: В статье приводятся данные по изучению некоторых фотосинтетических показателей 14 коллекционных образцов огурца, возделываемых в коковите в условиях весенне-летнего оборота в поликарбонатных теплицах НИИ Овощеводства Азербайджанской Республики, в рассадной фазе (образование 3-4 настоящих листьев). Установлено, что в изученных коллекционных образцах огурца площадь листовой поверхности колеблется в интервале 93,1-136,1 м²/г величина ФП-13642-31342 м² сутка /г, содержание суммы хлорофиллов a и b в листьях-96,0-179,4 м²/100г сырой массы, сумма пластидных пигментов-118,9-212,9 м²/100г сырой массы, каротиноидов-22,5-37,7 м²/100г сырой массы, УППА-2,96-5,54 мг/см², ЧПФ-3,58-6,36 г/м² в сутки, общая сырая биомасса 0,38-0,74 с/г, общая сухая биомасса-0,04-0,08 с/г. Такой диапазон изменчивости фотосинтетических показателей по изученным коллекционным образ-

цам огурца позволял выделить 3 образца среди них, отличавшиеся по величине площади листьев и фотосинтетическому потенциалу (соответственно 116,3-136,1 м²/г и 2557,4-3131,2 м² сутки, 5 образцов по содержанию суммы пластидных пигментов в листьях (196,7-212,9 м²/100г сырой массы, 4 образца по величине УППЛ и ЧПФ (4,02-5,54 м²/см² и 5,72-6,36 г/м² сутки, 5 образцов по количеству общей сырой и сухой биомассы (соответственно 0,59-0,74 и 0.07-0,08 с/г), которые могут быть использованы в будущем как ценный донор в селекции, проводимой по продуктивности и адаптивности.

Ключевые слова: Площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, удельная плотность поверхности листьев (УППЛ), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), пластидные пигменты, каротиноиды, хлорофиллы a и b.

Abstract: The article provides data on the study of some photosynthetic indicators of 14 collection samples of cucumbers, grown in cocovite in the seedling phase (formation of 3-4 true leaves) under the conditions of spring-summer rotation in polycarbonate greenhouses of the Scientific Research Institute of Vegetable growing of the Azerbaijan Republic. It has been established that in the studied collection specimens of cucumber, the leaf surface area ranges from 93.1-136.1 м²/g, the value of FP is 13642-31342 м² day/g, and the content of chlorophyll a and b in the leaves is 96.0-179, 4 м²/100 g wet weight, the sum of plastid pigments-118.9-212.9 м²/100 g wet weight, carotenoids-22.5-37.7 м²/100 g wet weight, SDLS-2.96-5.54 mg/cm², NPP-3.58-6.36 g/m² per day, total wet biomass 0.38-0.74 s/g, total dry biomass-0.04-0.08 s/g. Such a range of variability of photosynthetic parameters for the studied cucumber collection samples made it possible to distinguish 3 samples among them, which differed in leaf area and photosynthetic potential (respectively 116.3-136.1 м²/g and 2557.4-3131.2 м² day), 5 samples by the content of sum and plastid pigments in leaves (196.7-212.9 м² / 100 g of wet weight), 4 samples by the value of SDLS and NPP (4.02-5.54 м² / cm² and 5.72-6.36 g/m² day), 5 samples by the amount of total wet and dry biomass (0.59-0.74 and 0.07-0.08 s/g, respectively), which can be used in the future as a valuable donor in breeding based on productivity and adaptability.

Key words: Leaf surface area, photosynthetic potential, the specific density of the leaf surface (SDLS), net photosynthesis productivity (NPP), plastid pigments, chlorophyll a & b carotenoids.

Введение. Огурец – одна из основных овощных культур, выращиваемых в фермерских и частных хозяйствах в Азербайджане. Каждый год его площадь посева в пленочных теплицах и парниках увеличивается. Широкое распространение этой культуры объясняется, прежде всего, традиционными особенностями плодов, терапевтическими – профилактическими особенностями, а также универсальностью использования. Поэтому в теплицах промышленного масштаба и необогреваемых пленочных парниках для получения высококачественной продукции огурца требуется выращивание высокопродуктивных сортов и гибридов, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды (3, 4, 5, 12).

Ряд авторов отмечают, что именно выбор сорта (гибрида) у растений является одним из важнейших компонентов научно-обоснованного производства и основным звеном любой технологии, поскольку процесс культивирования, энергетические и другие операционные расходы находятся в тесной связи с урожаем. Чем технология интенсивней, тем больше вкладывается средств в возделывание культуры и тем большее значение приобретает сорт (гибрид) (1, 5, 8, 9).

Одним из общественных факторов интенсификации производства огурца в защищенном грунте в фермерских хозяйствах республики является создание и внедрение новых высокоурожайных и высококачественных сортов (гибридов), адаптированных к новым технологиям и условиям выращивания с целью наиболее полной реализации их потенциальной продуктивности (5, 10).

Учитывая все вышесказанные и, зная, что фотосинтетическая деятельность растений играет весьма важную роль в оценке потенциальной возможности сортов и гибридов растений огурца нами проведена сравнительная характеристика коллекционных образцов этого овоща с целью отбора ценных исходных доноров для нужд дальнейшей селекции, проводимой по продуктивности и по адаптивности.

Материалы и методы. Материалом наших исследований служила рассада коллекционных образцов огурца в возрасте 20-25 дней, взятых из генофонда НИИМ овощеводства Азербайджанской Республики.

Рассады выращивались в коковите, наполненном в кассеты размером 5x5 см и проводился сравнительный анализ по фотосинтетическим показателям в рассадах в возрасте 20-25 дней, т.е. в фазе образования 3-4 настоящих листьев.

Площадь листовой поверхности определяли портативным аппаратом LI-3000 C (Корея) и, основываясь на этих данных вычисляли фотосинтетический потенциал (ФП), удельную поверхностную плотность листьев (УППЛ) и чистую продуктивность фотосинтеза по следующим формулам (13, 14).

$$\text{ФСП} = L_{\text{ср}} \cdot T_v \quad (1)$$

$$\text{УППЛ} = M_{\text{сл}} \cdot L \quad (2)$$

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{(L_1 + L_2) \cdot \frac{1}{2} n} \quad (3)$$

где ФП – фотосинтетический потенциал, м²·сутки/га; T_v – продолжительность определения, сутки; УППЛ – удельная поверхностная плотность листьев, мг/см²; M_{сл} – сухая масса листьев, мг; L, L_{ср} – площадь листовой поверхности, см² и м²/га; B₁ и B₂ – сухая масса пробы в начале и конце учетного периода, г/га; L₁, L₂ – площадь листьев пробы в начале и конце учетного периода, м²/га; n – количество суток в учетном промежутке времени.

Содержание пластидных пигментов в листьях определяли по методике, составленной В.Ф.Гавриленко и другими (2). Общая сухая биомасса целого растения определялась термостатно-весовым методом при температуре 105⁰С (6).

Результаты и обсуждение. Результаты ранней диагностики рассады коллекционных образцов огурца по некоторым фотосинтетическим показателям, в возрасте 20-25 дней, выращенных в коковите в условиях весенне-летнего обо-

рота в поликарбонатных теплицах НИИ овощеводства Азербайджанской Республики представлены в таблице. При изучении сравнительной характеристики образцов огурца по фотосинтетическим показателям выявлено, что по изученным образцам площадь ассимиляционной поверхности листьев колеблется в интервале 93,1-136,1 м²/га, величина ФП – 1361,2-3831,2 м² · сутка/га, содержание суммы хлорофиллов a и b в листьях – 96-179,4 мг/100 г сырой массы, каротиноидов – 22,5-37,7 мг/100г сырой массы, УППЛ – 2,96-5,54 мг/см², ЧПФ – 3,58-6,36 г/м² в сутки. Общая сырая биомасса 0,38-0,74 с/га, общая сухая биомасса – 0,04-0,08 с/га. Как видно из приведенных данных, коллекционные образцы по изученным фотосинтетическим показателям существенно различаются друг от друга.

Известно, что в процессе фотосинтеза создается биомасса растений и урожай продуктивных органов, поэтому изучение разных фотосинтетических показателей у сельскохозяйственных растений, в том числе огурца, и выделение образцов, отличающихся высоким (в некоторых случаях даже низким) показателем имеет весьма важное значение (3, 4, 5, 9).

Площадь ассимиляционной поверхности листьев и ФП растений являются важными показателями, отражающими потенциальную фотосинтетическую способность. По этим показателям выделяются образцы 59 (116,3 м²/га и 2557,4 м² сутка/га соответственно), 63 (120,2 и 2764,6), 65 (128,2 и 2820,2) и 58 (136,1 м²/га и 313,2 м². сутки/га соответственно). Эти образцы отличаются также высоким содержанием пластидных пигментов (и по количеству хлорофиллов, и по количеству каротиноидов). По содержанию хлорофиллов также отличается перспективный сорт 232 (119,4 мг/100 сырой массы). Как известно, содержание хлорофиллов в листьях дает представление о мощности фотосинтетического аппарата и продуктивности растений (2, 7, 11, 13), поэтому использование этого сорта как исходного донора в дальнейшей селекции на продуктивность, считается целесообразным. Поскольку у этого сорта величины УППЛ и ЧПФ довольно высокие (4,02 мг/см² и 5,77 г/м² в сутки) его можно рекомендовать как исходный донор в дальнейшей селекции, проводимой по адаптивности (по засуше, по жаростойкости, по световыносливости и т.д.).

Работа листьев определяется не только площадью ассимиляционной поверхности и величиной ФП, а также показателями УППЛ и ЧПФ, которые зависят как от интенсивности фотосинтеза, так и от того, насколько прирост сухого вещества превышает потери в процессе дыхания. Поэтому для получения высоких урожаев необходимо стремиться к тому, чтобы иметь не только возможно максимальную листовую поверхность, но и добиться того, чтобы она была максимально работоспособной, то есть могла характеризоваться и высокой величиной УППЛ и ЧПФ.

В нашем исследовании по величинам УППЛ и ЧПФ выделялись, наряду с перспективным сортом 23, и образец 25³ (5,54 мг/см² и 6,36 г/м² в сутки соответственно).

**Таблица - Оценка коллекционных образцов огурца по некоторым фотосинтетическим показателям
в условиях весенне-летнего оборота в поликарбонатным теплицах в рассадной фазе
(среднее за 2020-2022 гг.)**

№	Номер каталога НИИ овощеводства	Наименования образцов	Площадь листовой поверхности, м ² /га	Фотосинтетический потенциал, м ² · сутка/га	Сумма хлорофиллов а и б, мг/100 г сырой массы	Содержание каротиноидов в листьях, мг/100г сырой массы	Сумма пластидных пигментов, мг/100 г сырой массы	Соотношения хл.а/хл.б	Соотношение суммы хлорофиллов к каротиноидам	УПШЛ, мг/см ²	ЦФ, г/м ² сутки	Общая сырая биомасса ц/га	Общая сухая биомасса ц/га
1.	16	Бахар, р.с.	113,9	2504,7	133,3	30,8	164,1	3,19	4,32	3,71	5,19	0,64	0,07
2.	23 ₂	Перспективный сорт	98,3	2064,0	179,4	31,5	210,9	2,12	5,70	4,02	5,77	0,53	0,06
3.	25 ₃	Чистая линия	97,1	2232,4	121,8	27,5	149,3	3,09	4,43	5,54	6,36	0,60	0,07
4.	26	Чистая линия	111,7	2457,0	96,0	22,5	118,9	3,12	4,27	3,25	4,23	0,59	0,05
5.	28	Петрак F ₁	93,1	2861,2	99,7	24,8	124,5	3,24	4,02	2,98	4,73	0,38	0,04
6.	55	(28x16) F ₁	108,3	2490,6	123,6	29,1	152,7	3,75	4,25	3,16	4,36	0,54	0,05
7.	56	(29x16) F ₁	113,2	2490,6	120,3	27,5	147,8	2,82	4,38	2,96	3,58	0,51	0,06
8.	58	(31x16) F ₁	136,1	3131,2	177,1	35,4	212,9	2,87	4,68	3,05	3,77	0,59	0,07
9.	59	Чистая линия	116,3	2557,4	159,1	37,6	196,7	2,90	4,23	4,04	5,16	0,60	0,07
10.	61	Чистая линия	97,0	2231,9	114,6	27,3	141,9	2,66	4,20	3,81	5,63	0,57	0,06
11.	62	Чистая линия	113,8	2617,4	120,3	27,5	147,8	2,83	4,38	2,98	4,40	0,52	0,06
12.	63	Чистая линия	120,2	2764,6	160,2	37,7	197,9	2,76	4,25	3,20	4,48	0,54	0,06
13.	64	Чистая линия	112,6	2364,6	148,6	33,1	181,7	2,78	4,49	3,44	5,72	0,59	0,07
14.	65	Чистая линия	128,2	2820,2	163,9	35,0	198,9	2,87	4,68	3,69	5,04	0,74	0,08
Интервал изменчивости			93,1-136,1	2861,2-3191,2	96,0-179,4	22,5-37,7	118,9-212,9	2,12-3,19	4,02-5,70	2,96-5,54	3,58-6,36	0,38-0,74	0,04-0,08

Помимо этого, по величине УППЛ отличается образец 59 (4,04 мг/см²), а по величине ЧПФ – образцы 61 (5,63 г/м² в сутки) и 64 (5,72 г/м² в сутки) что дает возможность рекомендовать их как ценные исходные доноры в дальнейшей селекции, проводящейся по адаптивности и продуктивности.

По показателям общей сырой и сухой биомассы, считавшимися основными выразителями продуктивности растений, выделяются коллекционные образцы 16 (0,64 и 0,07 ц/га соответственно), 25₃ (0,60 и 0,07 ц/га), 59 (0,60 и 0,07 ц/га), 64 (0,59 и 0,07 ц/га), 65 (0,74 и 0,08 ц/га).

Как известно, фотосинтетические пигменты хлорофиллы a и b, каротиноиды играют весьма важную роль в жизни растения. Они участвуют в процессе фотосинтеза при переносе кислорода, при детерминации пола, в процессе окислительного и фотосинтетического фосфорилирования растений и активно участвуют в общем метаболизме растительного организма (7, 11, 12, 13, 14). Именно с этой точки зрения величины соотношения хлорофиллов a и b, суммы хлорофиллов к каротиноидам дают возможность судить о выносливости растений к различным длинам волны спектра солнечного света. Несмотря на то, что в изученных образцах огурца величины этих показателей не так существенно изменяются, нежели другие фотосинтетические показатели, но все равно можно выделить среди них образцы, отличающиеся оптимальной величиной этих соотношений. Так, в этом аспекте образцы 16 (3, 19 и 4,32 соответственно), 25 (3,09 и 4,49) и 28 (3,24 и 4,02) выделяются среди изученных коллекционных образцов. По величине соотношения суммы хлорофиллов к каротиноидам также отличаются образцы 23₂ (5,70), 58 (4,69) и 65 (4,68), которые также могут быть использованы как исходный донор в селекции, проводимой по адаптивности к условиям внешней среды.

Заключение. Итак, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Изученные фотосинтетические показатели по коллекционным образцам огурца в условиях весенне-летнего оборота в поликарбонатных теплицах в рассадной фазе изменяются в широком диапазоне (кроме величины соотношения хлорофиллов a и b, суммы хлорофиллов к каротиноидам). Используя эту широту изменчивости выделены образцы, отличающиеся по площади ассимиляционной поверхности листьев и ФП 59 (116,3 м²/га и 2557,4 м². сутки/га соответственно), 63 (120,2 и 2764,6), 65 (128,2 и 2820,2) и 58 (136,1 м²/га и 3131,2 м².сутки/га). Эти образцы по остальным изученным фотосинтетическим показателем также заметно превосходят другие коллекционные образцы, что дает возможность их предлагать как ценные исходные доноры в селекции, проводимой по адаптивности и продуктивности.

2. По величине УППЛ и ЧПФ, считавшимся очень важными показателями адаптивности, образцы 23₂ (4,02 мг/см² и 5,77 г/м² в сутке) и 25₃ (5,54 мг/см² и 6,36 г/м² в сутки) превосходили другие изученные образцы. Среди изученных коллекционных образцов по величине УППЛ также отличался образец 58 (4,04 мг/см²), а по величине ЧПФ 61 (5,09 г/м² в сутки) и 64 (5,72 г/м² в сутки). Эти выделенные образцы тоже могут служить как ценные доноры в дальнейшей селекции, проводившейся по адаптивности и продуктивности.

3. По содержанию пластидных пигментов в листьях, считавшемся важным компонентом структуры хлоропластов, где идут основные фотосинтетические процессы, определяющие мощность фотосинтетического аппарата и продуктивность растений, выделялись образцы 59 (196,7 мг/100 г сырой массы), 63 (197,9), 65 (198,9), 23₂ (210,9) и 58 (212,2 мг/100 г/сырой массы).

4. По величинам соотношения хлорофиллов a и b, суммы хлорофиллов к каротиноидам, являющимся показателем адаптивности к экстремальным условиям среды (к засухе, жаростойкости, световым условиям и т.д.), выделялись 16 (3,19 и 4,32 соответственно), 25₃ (3,09 и 4,43), 26 (3,12 и 4,27) и 28 (3,24 и 4,02).

Библиографический список

1. Болотских А.С. Адаптивные технологии выращивания огурца, редьки и тыквы на Украине / А.С. Болотских, Н.Н. Довгань, И.В. Лебединский // Картофель и овощи. – 2002. - №8. - С. 23-24.
2. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Б. Ладыгина, А.М. Хандобина. - М.: Высшая школа, 1975. - 392 с.
3. Гороховский В.Ф. Биология развития огурца и требования к условиям среды / В.Ф. Гороховский // Овощи России. – 2014. - №4. - С. 40-41.
4. Коллаков Н.А. Сравнительная оценка сортов и гибридов овощных культур в защищенном грунте / Н.А. Коллаков [и др.] // Вестник Алтайского государственного университета. – 2015. - №11 (134). - С. 5-9.
5. Кудияров Р.И. Продуктивность и экономическая эффективность малообъемного выращивания новых гибридов огурца в защищенном грунте Кызылординской области / Р.И. Кудияров [и др.] // Научный журнал Успехи современного естествознания. – 2017. - №2. - С. 26-31.
6. Методы биохимического исследования растений / под ред. проф. А.И. Ермакова [и др.]. - Ленинград: Агропромиздат, Ленинград. отд-е, 1987. - 430 с.
7. Мурадова Э.А. Биохимические и физиологические изменения у растений овощных культур, поврежденных красным плодовым клещем / Э.А. Мурадова, Ф.Н. Агаев // Депонированная рукопись. - Баку: Аз НИИ НТИ, 1988. - 1063-Аз 20.06.1988. - 16 с.
8. Седых Т.В. Рост и продуктивность в осенне-зимнем культурообороте в малообъемном гидропонике (ООО «Сибagroхолдинг») / Т.В. Седых, С.В. Погребняк // Вестник Омского Государственного аграрного университета. – 2016. - №3. - С. 53-58.
9. Селиванова М.В. Влияние биологически активных веществ на урожайность и количество продукции огурца в условиях защищенного грунта / М.В. Селиванова // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском Федеральном округе: матер. 78-й науч.-практич. конф. - 2014. - С.186-189.
10. Селиванова М.В. Влияние удобрений на структуру урожая огурца в защищенном грунте / М.В. Селиванова [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. - №1 (9). - С. 28-31.
11. Тарчевский И.А. Содержание пигментов как показатель продуктивности пшеницы / И.А. Тарчевский, Ю.Е. Андрианова // Физиология растений. – 1980. - Т. 27. – С. 341-344.
12. Allahverdiyev E.İ. Tərəvəzçilik ensiklopediyası (Terminlər, anlayışlar və şərtlər).-5a-kı: "Şərq-Qərb" ASC / E.İ. Allahverdiyev [et al.]. - 2020. - 840 p.
13. Eyvazov Ə.Q. Kartofun fiziologiyası, intensiv texnologiya ilə becərilməsi və programlaşdırılmış məhsulun alınması yolları.-Bakı: "Tərəqqi" MML / Ə.Q. Eyvazov, F.N. Ağayev, R.Ə. Abbasov. – 2017. - 212 p.
14. Yusifov M.A. Qarpızın fiziologiyası.-Bakı:NUR-A / M.A. Yusifov. - 2004. - 216 p.

Bibliographic list

1. Bolotskikh A.S. Adaptive technology for growing cucumber, radish and pumpkin in Ukraine / A.S. Bolotskikh, N.N. Dovgan, I.V. Lebedinsky // Potatoes and vegetables. – 2002. - No.8. - P. 23-24.
2. Gavrilenko V.F. Large practicum on plant physiology / V.F. Gavrilenko, M.E. Ladygina, L.M. Khandobina - M.: Higher school, 1975. - 392 p.
3. Gorokhovsky V.F. Biology of cucumber development and requirements for environmental conditions / V.F. Gorokhovsky // Vegetables of Russia. – 2014. - No.4. - P. 40-41.

4. Kollakov N.A. Comparative evaluation of varieties and hybrids of vegetable crops in protected ground / N.A. Kollakov [et al.] // Bulletin of the Altai State University. – 2015. - No.11 (134). - P. 5-9.
5. Kudiyarov R.I. Productivity and economic efficiency of low-volume cultivation of new hybrids of cucumber in the protected ground of the Kyzylorda region / R.I. Kudiyarov [et al.] // Scientific journal of progress in modern natural science. – 2017. - No.2. - P. 26-31.
6. Methods of biochemical research of plants/ed. Prof. A.I. Ermakova [et al.]. - Leningrad: Agropromizdat, Leningrad, 1987. - 430 p.
7. Muradova E.A. Biochemical and physiological changes in vegetable crop plants damaged by the red fruit mite / E.A. Muradova, F.N. Agaev // Delonized manuscript. - Baku: Az SRI, 1988. - 1063-Az 06.20.1988. - 16 p.
8. Sedykh T.V. Growth and productivity in the autumn-winter crop rotation in low-volume hydroponics ("Sibagroholding") / T.V. Sedykh, S.V. Pogrebnyak // Bulletin of the Omsk State Agrarian University. – 2016. - No.3. - P. 53-58.
9. Selivanova M.V. Influence of biologically active substances on the yield and quantity of cucumber production in protected ground conditions / M.V. Selivanova // Modern resource-saving innovative technologies for growing crops in the North Caucasian Federal District: Proceedings of the 78-th scientific and practical conference. - 2014. - P. 186-189.
10. Selivanova M.V. Influence of fertilizers on the structure of the yield of cucumber in protected ground / M.V. Selivanova [et al.] // Bulletin of the APK of Stavropol. – 2013. - No.1 (9). - P. 28-31.
11. Tarchevsky I.A. The content of pigments as an indicator of wheat productivity / I.A. Tarchevsky, Yu.E. Andrianova // Plant Physiology. – 1980. - V. 27. - P. 341-344.
12. TAllahverdiyev E.İ. Tərəvəzçilik ensiklopediyası (Terminlər, anlayışlar və şərhlər).-5a-kı: "Şərq-Qərb" ASC / E.İ. TAllahverdiyev [et al.]. - 2020. - 840 p.
13. Eyvazov Ə.Q. Kartofun fiziologiyası, intensiv texnologiya ilə becərilməsi və proqramlaşdırılmış məhsulun alınması yolları.-Bakı: "Tərəqqi" MML / Ə.Q. Eyvazov, F.N. Ağayev, R.Ə. Abbasov. – 2017. - 212 p.
14. Yusifov M.A. Qarpızın fiziologiyası.-Bakı:NUR-A / M.A. Yusifov. - 2004. - 216 p.

**ВЛИЯНИЕ ЗАСУХИ НА СОДЕРЖАНИЕ ПЛАСТИДНЫХ
ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ РЕПЧАТОГО ЛУКА В УСЛОВИЯХ
АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**INFLUENCE OF DROUGHT ON THE CONTENT OF PLASTID
PIGMENTS IN ONION LEAVES IN THE CONDITIONS OF THE
ABSHERON PENINSULA OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN**

Ф.Н. Агаев, доктор философии по биологии, доцент

А.Т. Аскеров, доктор философии по биологии, доцент

Научно-исследовательский институт овощеводства Публичное юридическое лицо, г. Баку, Азербайджанская Республика

F.N. Agaev, Doctor of Philosophy in Biology, Associate professor

A.T. Askerov, Doctor of Philosophy in Biology, Associate professor

Scientific Research Institute of Vegetable Growing, Baku, Republic of Azerbaijan

Аннотация: В статье приводятся данные по влиянию засухи на содержание пластидных пигментов в листьях сортов репчатого лука Говсан улучшенный и Сабир в условиях сухих субтропиков Абшеронской зоны Азербайджанской Республики. Установлено, что содержание пластидных пигментов в листьях сортов лука репчатого под действием засухи, искусственно созданными поливными режимами претерпевает существенные изменения, причем эти изменения более остро ощущаются в период интенсивного роста-технической спелости луковиц. Также выявлено, что хлорофилл и каротиноиды по-разному реагируют на засуху, созданную искусственно. Так как содержание суммы хлорофиллов под действием засухи у изученных сортов уменьшается на 11-23%, то для каротиноидов этот предел изменчивости составляет 5-9%, т.е. в пределах ошибки опыта. Являясь важными показателями адаптивности к экстремальным условиям среды, величина соотношения $\text{chl. a} / \text{chl. b}$ и $\sum \text{Хл} / \text{кар}$ существенно не изменялись под влиянием засухи, что показывает большую выносливость изученных сортов лука репчатого к экстремальным условиям внешней среды.

Ключевые слова: Лук репчатый, засуха, поливные режимы, хлорофиллы а и б каротиноиды, пластидные пигменты, рост и развитие.

Abstract: The article presents data on the effect of drought on the content of plastid pigments in the leaves of onion varieties Hovsan improved and Sabir in the conditions of dry subtropics of the Absheron zone of the Republic of Azerbaijan. It has been established that the content of plastid pigments in the leaves of onion varieties under the influence of drought, artificially created irrigation regimes, loses significant changes, and these changes are more acutely felt during the period of intensive growth - technical ripening of the onion bulbs. It was also found that chlorophyll and carotenoids react differently to artificially created drought. Since the content of the total chlorophyll under the influence of drought in the studied varieties decreases up to 11-23%. Being important indicators of adaptability to extreme environmental conditions, the ratio of $\text{chl x a} / \text{chl x b}$ and $\sum \text{chl} / \text{car}$ did not change significantly under the influence of drought, which shows that the studied onion varieties are more resistant to extreme environmental conditions.

Key words: Bulb onion, drought, irrigation regimes, chlorophyll a and b, carotenoids, plastid pigments, growth and development.

Введение. Лук репчатый считается очень ценной овощной культурой, относящейся к подсемейству луковые (Alliaceae). Лук употребляется в пищу еще с

древних времен, обладает фитонцидными свойствами из-за наличия в составе эфирного масла. Химический состав лука репчатого очень богат. В его луковицах и листьях его содержатся эфирные масла, витамины В₁, В₂, В₆, В₉, Е и С. Он богат также гликозидами, протеином, фосфором, железом, углеводами, витамином А, разными макро- и микроэлементами (калий, кальций, магний, натрий, кобальт, марганец, медь, молибден и т.д.). калорийность лука колеблется от 30 до 70 ккал на 100 г продукта, при этом луковицы содержат 8-14 % сахара и 1,5-2,8% белка [1;3;10;11].

Листья лука трубчатые, сочные, с восковым налетом, который выполняет защитную функцию, предохраняя листья от различных болезней и экологических факторов. Окраска листьев от светло до темно-зеленой, даже сизой, обуславливается в основном содержанием в них хлорофиллов, каротиноидов и антоцианов [1, 8, 9, 14].

Листья и луковицы репчатого лука улучшают аппетит, пищеварение, повышают секрецию пищеварительных желез, усиливают перистальтику кишечника, применяются для лечения и профилактики атеросклероза, гипертонической болезни [2, 3, 5].

Лук является одной из наиболее требовательных культур к обеспечению влагой, что объясняется слаборазвитой корневой системой. Поэтому в жизни растений, особенно в период интенсивного роста луковицы до начала полегания пера необходимо поддержание соответствующего уровня содержания влаги в корнеобитаемом слое почвы, глубина которого для лука репчатого составляет 30-60 см. В зависимости от конкретных условий года и региона выращивания за сезон требуется проведение 8-12 поливов 350-500 м³/га на каждый [2, 14].

Известно, что основными фотоактивными компонентами листьев репчатого лука являются хлорофиллы и сопутствующие им каротиноиды, которые, в том числе, определяют эффективность фотосинтеза. В целом фотосинтетические пигменты играют в жизнедеятельности растений репчатого лука весьма важную роль и обуславливают, как и в других сельскохозяйственных растениях, мощности развития фотосинтетического аппарата и, как следствие, продуктивность растений [12, 14, 15]. Поэтому изучение влияния засухи на содержание пластидных пигментов в листьях репчатого лука имеет актуальное значение и предопределяло цель нашего исследования.

Материалы и методы. Объектами исследования служили сорта лука репчатого Говсан улучшенный и Сабир, районированные в условиях Азербайджанской Республики. Опыт был заложен в 3-х вариантах и в 3-х повторностях:

1. 12 раз полив – нормальный режим
2. 8 раз полив – жесткий режим
3. 4 раза полив – острый режим

Названия режимов нами обозначены условно. В жестком и остром вариантах для растения искусственно созданы экстремальные условия, чтобы выявить влияние этих условий на содержание пластидных пигментов, являющихся основным важным фотосинтетическим компонентом листьев репчатого лука.

Выращивание репчатого лука и уход за ним, а также учет урожая и фенологические наблюдения во время вегетации растений проводили по общепринятым методикам [6].

Содержание пластидных пигментов в листьях растений репчатого лука определяли по методике, составленной В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгиной, Л.М. Хандобиной [4].

Результаты и обсуждение. Влияние искусственно созданных режимов на содержание пластидных пигментов в листьях сортов Говсан улучшенный и Сабир показало, что в начале вегетации, т.е. в фазе образования 4-5 листьев (в фазе вегетативного роста) действие засухи не так ощутимо. С ростом и развитием растений созданные экстремальные условия отрицательно сказываются на содержании пластидных пигментов. Так, содержание хлорофилла *a* под действием засухи в ост-

ром режиме полива в листьях сортов Говсан улучшенной и Сабир уменьшается 19,4 и 14,6% соответственно, хлорофилла \bar{b} – 31,6-18,6%. При этом в обоих сортах содержание каротиноидов остается на одном и том же уровне, как и при нормальном режиме полива (Таблица). В обоих сортах в конце вегетации в остром режиме полива содержание каротиноидов даже несколько увеличивается по сравнению с нормальным режимом. Это увеличение в жестком режиме полива становится более ощутимым (у сорта Говсан улучшенный 17,1 а у сорта Сабир 15,8 мг /100 г сырой массы, в то время как в нормальном режиме полива эти цифры выражаются 15,3 и 14,5 мг /100 г сырой массы соответственно) (Таблица). Это явление, по нашему мнению, объясняется защитным фоном каротиноидов к экстремальным условиям среды.

Таблица - Динамика изменчивости содержаний пластидных пигментов в листьях сортов репчатого лука в зависимости от режима полива (мг/100 г сырой массы) (в среднем за 2020-2022 гг.)

Фазы развития	Хлорофилл а	Хлорофилл \bar{b}	Сумма хлорофиллов а и \bar{b}	Каротиноиды	Сумма пластидных пигментов	хл.а:хл. \bar{b}	Σ хл.кар
Говсан улучшенный – 12 поливов – нормальный							
Образование 4-5 листьев, вегетативный рост	56,6	20,3	76,9	19,8	96,7	2,79	3,89
Образование 6-8 листьев	55,8	20,0	75,8	19,0	94,8	2,79	3,99
Формирование и рост луковиц	53,0	17,3	70,3	17,8	88,1	3,06	3,95
Техническая спелость луковиц	46,3	17,7	64,0	15,3	79,9	2,62	4,03
8 поливов – жесткий режим							
Образование 4-5 листьев, вегетативный рост	56,6	16,1	72,7	20,2	92,9	3,52	3,60
Образование 6-8 листьев	51,6	18,4	70,0	17,2	87,2	2,80	4,07
Формирование и рост луковиц	45,3	15,1	60,4	17,8	78,2	3,0	3,39
Техническая спелость луковиц	42,2	13,5	55,7	17,1	72,8	3,13	3,26
4 полива – острый режим							
Образование 4-5 листьев, вегетативный рост	53,1	18,8	71,9	19,5	91,4	2,83	3,69
Образование 6-8 листьев	43,3	14,3	57,6	16,1	73,7	3,03	3,58
Формирование и рост луковиц	41,5	13,8	55,3	17,5	72,8	3,01	3,16
Техническая спелость луковиц	37,3	12,1	49,4	15,7	65,1	3,08	3,15
Сабир – 12 поливов нормальный							
Образование 4-5 листьев, вегетативный рост	57,3	24,4	81,7	19,3	101,0	2,39	4,23
Образование 6-8 листьев	48,8	17,7	66,5	19,0	85,5	2,75	3,50
Формирование и рост луковиц	47,3	16,0	63,3	18,0	81,3	2,96	3,52
Техническая спелость луковиц	43,1	18,9	60,0	14,5	76,5	2,28	4,28
8 поливов – жесткий режим							
Образование 4-5 листьев, вегетативный рост	49,3	15,3	64,6	18,5	83,1	3,22	3,49
Образование 6-8 листьев	48,3	18,5	66,8	17,3	84,1	2,61	3,86
Формирование и рост луковиц	46,0	14,8	60,8	17,6	78,4	3,11	3,46
Техническая спелость луковиц	38,3	12,7	51,0	15,8	66,8	3,02	3,23
4 полива – острый режим							
Образование 4-5 листьев, вегетативный рост	48,5	17,3	65,8	17,3	83,1	2,80	3,80
Образование 6-8 листьев	47,8	22,4	70,2	16,7	86,9	2,13	4,20
Формирование и рост луковиц	40,3	15,3	55,6	15,8	71,4	2,63	3,52
Техническая спелость луковиц	36,8	15,4	52,2	15,0	67,2	2,39	3,48

Несмотря на то, что в нашем исследовании засуха не так заметно влияла на содержание хлорофиллов a и b под действием различных поливных режимов величины сумма хлорофиллов и сумма пластидных пигментов в изученных вариантах различались. Эти различия оказались более ощутимы в период интенсивного роста-технической спелости луковицы репчатого лука. В этот период уменьшение суммы хлорофиллов a и b у сорта Говсан улучшенный составляет 21,3-22,9%, а сумма пластидных пигментов – 17,4 и 18,5% по сравнению с нормальным режимом полива. А у сорта Сабир эти цифры были 12,2-13%, 12,2 и 12,2% соответственно.

Как видно из данных, представленных в таблице, под действием засухи заметное изменение происходило также в изменчивости величины соотношения хлорофиллов a и b, хлорофиллов к каротиноидам. Так как в обоих сортах величины соотношения хлорофиллов a и b в конце вегетации в жестком и остром режимах полива увеличивается по сравнению с нормальным режимом полива (у сорта Говсан улучшенный в жестком режиме – 3,13 а в остром – 3,08 против 2,62 в нормальном режиме, а у сорта Сабир 3,02 и 2,39 соответственно против 2,28 в нормальном). В отличие от величины соотношения хлорофиллов a и b, величина соотношения $\sum \text{Хл/кар}$ в экстремальных условиях уменьшалась (у сорта Говсан улучшенный в жесткой и остром режимах полива 3,26 и 3,15 соответственно против 4,03 в нормальном режиме; а у сорта Сабир 3,23 и 3,48 соответственно против 4,28 в нормальном режиме). Эти данные еще раз подтверждают мнение, что эти показатели служат как защитный механизм растений к экстремальным условиям внешней среды [8, 11, 13].

Проведенные исследования показывают, что наибольшее содержание хлорофилла a и каротиноидов в обоих сортах отмечалось в фазе вегетативного роста, при переходе к фазе образования 6-8 листьев, т.е. в начале образования и формирования луковиц растений репчатого лука эти показатели постепенно уменьшаются и в конце вегетации становятся наименьшими. А что касается изменчивости хлорофилла b, то эта закономерность наблюдается у сорта Говсан улучшенный лишь в остром режиме полива. В остальных случаях самое высокое содержание хлорофилла b приходится на фазу образования 6-8 листьев (кроме нормального режима полива в обоих сортах, так как в этом случае наивысшее количество хлорофилла b отмечается в фазе вегетативного роста).

Характер изменчивости содержания суммы пластидных пигментов и суммы хлорофиллов a и b в онтогенезе растений репчатого лука определяется таковым с изменчивостью содержания хлорофилла a, т.е. их максимальное количество наблюдается в фазе вегетативного роста, затем с началом формирования и роста луковиц эти показатели постепенно уменьшаются и во время технической спелости луковиц они оказываются самыми минимальными.

Заключение: Таким образом, подытоживая полученные результаты, можно прийти к следующим выводам:

1. Созданные искусственные засухи путем различных режимов полива существенно влияют на содержание пластидных пигментов в листьях репчатого лука сортов Говсан улучшенный и Сабир. При этом содержание каротиноидов в листьях изученных сортов под действием засухи снижается в очень незначительной степени, даже в некоторых случаях в экстремальных условиях их содержание оказывается относительно выше, чем при нормальном режиме полива, что объясняется их ролью как защитного механизма растений к экстремальным условиям среды.

2. Засуха, воздействуя на величину соотношения хлорофиллов a и b, в конце вегетации приводит к увеличению ее в жестком и остром режимах полива по сравнению с нормальным режимом, в то время как величина соотношения $\sum \text{Хл/кар}$ в экстремальных условиях уменьшается в обоих изученных сортах. Наибольшее значение этого показателя отмечается в период образования 4-8 листьев у растений.

3. Максимальное содержание пластидных пигментов, в отдельном, и суммарном видах отмечается в период образования 4-8 листьев, в период начала формирования и роста луковиц количество пигментов постепенно уменьшается и в конце вегетации оказывается на самом минимальном уровне.

Библиографический список

1. Бимала Б.Б. Формирование водного режима аллювиальных почв при капельном орошении репчатого лука на юге Непала / Б.Б. Бимала, А.В. Журавилин, М.Е. Ашраф Елсайед // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2013. – Сер. Агронимия и животноводство. - Вып. 2. – С. 38-44.
2. Бородычев В.В. Режим орошения и продуктивность репчатого лука / В.В. Бородычев, В.С. Казаченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. - №2. – С. 31-33.
3. Винников Д.С. Капельное орошение и приемы возделывания лука на светло – каштановых почвах нижнего Поволжья: дисс. ... канд. с-х. наук / Д.С. Винников. – Волгоград, 2016. - 201 с.
4. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина. – М.: Высшая школа, 1975. – 392 с.
5. Дубенюк И.И. Технология возделывания раннего репчатого лука при капельном орошении: монография / И.И. Дубенюк [и др.]. – М.: Проспект, 2016. – 175 с.
6. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М.: Россельхозакадемия, 2011. – 648 с.
7. Лук репчатый, выращивание и уход в открытом грунте // Система капельного полива. – Режим доступа: <https://propoliv.com> (дата обращения 24.12.2020).
8. Любченко А.В. Исходный материал для селекции лука на адаптивность и качество продукции в условиях предгорной зоны Республики Адыгея: автореф. дисс. ... канд.с.-х. наук / А.В. Любченко. – Санкт-Петербург, 2015. – 21 с.
9. Лук-польза и вред овоща для организма человека. – Режим доступа: [/https://www/ria.ru](https://www/ria.ru) (дата обращения 16.03.2021).
10. Нестерова А.П. Выращивание лука в различных средах / А.П. Нестерова, В.П. Казакова // Юнный ученый. – 2019. - №5 (25). – С. 39-45.
11. Толкачева Т.А. Влияние регуляторов роста на морфометрические показатели, содержание фотосинтетических пигментов и К-аминного азота у лука репчатого (*Allium cepa* L.) / Т.А. Толкачева // Защита растений. – 2012. - Вып. 36. - С. 265-271.
12. Ховрин А.В. Производство и селекция лука репчатого в России / А.В. Ховрин, Г.Ф. Монахос // Картофель и овощи. – 2014. - №7. – С. 18-21.
13. Юсифов М.А. Влияние условий выращивания на содержание пластидных пигментов в листьях томата / М.А. Юсифов // Овощеводство. – 2008. - Вып. 15. - с. 168-172.
14. Allahverdiyev E.İ. Tərəvəzçilik ensiklopediyası (Terminlər, anlayışlar, şərhlər) / E.İ. Allahverdiyev [et al.]. – Bakı: "Şərq- Qərb" ASC, 2020. – 840 p.
15. Eyvazov Ə.G. Kartofun fiziologiyası, intensiv texnologiya ilə becərilməsi və proqramlaşdırılmış məhsulun alınması yolları / Ə.G. Eyvazov, F.N. Ağayev, R.Ə. Abbasov. – Bakı: "Tərəqqi" MMC, 2017. – 212 p.

Bibliographic list

1. Bimala B.B. Formation of the water regime of alluvial soils during drip irrigation of onions in the south of Nepal / B.B. Bimala, A.V. Zhuravilin, M.E. Ashraf Elsayed // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. – 2013. - Ser. Agronomy and animal industries. - Issue 2. – P. 38-44.
2. Borodychev V.V. Irrigation regime and onion productivity / V.V. Borodychev, V.S. Kazachenko // Melioration and water management. – 2011. - No.2. - P. 31-33.
3. Vinnikov D.S. Drip irrigation and methods of onion cultivation on light brown

soils of the lower Volga region: diss. of Ph.D. Agricultural Sciences / D.S. Vinnikov. - Volgograd, 2016. - 201 p.

4. Gavrilenko V.F. Large practicum on plant physiology / V.F. Gavrilenko, M.E. Ladygina, L.M. Khandobina. - M.: Higher school, 1975. - 392 p.

5. Dubenyuk I.I. Technology of cultivation of early onions with drip irrigation: monograph / Dubenyuk I.I. [et al.]. - M.: Prospect, 2016, - 175 p.

6. Litvinov S.S. Methods of field experience in vegetable growing / S.S. Litvinov. - M.: Russian Agricultural Academy, 2011. - 648 p.

7. Onion, cultivation and care in open ground // Drip irrigation system. - Mode of access: <https://propoliv.com> (accessed 12.24.2020).

8. Lubchenko A.V. Source material for onion breeding for adaptability and product quality in the conditions of the foothill zone of the Republic of Adygea / A.V. Lubchenko // Abstract of the the diss. for the degree of Doctor of Philosophy in agricultural sciences. - St. Petersburg, 2015. - 21 p.

9. Onion-benefit and harm of a vegetable for the human. - Mode of access: body /<https://www/ria.ru> (accessed 03.16.2021).

10. Nesterova A.P. Growing onions in various environments / A.P. Nesterova, V.P. Kazakova // Young scientist. - 2019. - No.5 (25). - p. 39-45.

11. Tolkacheva T.A. Influence of growth regulators on morphometric indicators, the content of photosynthetic pigments and K-amine nitrogen in onion (*Allium sera L.*) / T.A. Tolkacheva // Plant Protection. - 2012. - No.36. - P. 265-271.

12. Khovrin A.V. Production and selection of onions in Russia / A.V. Khovrin, G.F. Monakhos // Potatoes and vegetables. - 2014. - No.7. - P. 18-21.

13. Yusifov M.A. Influence of growing conditions on the content of plastid pigments in tomato leaves / M.A. Yusifov // Vegetable growing. - 2008. - No.15. - P. 168-172.

14. Allahverdiyev E.İ. Tərəvəzçilik ensiklopediyası (Terminlər, anlayışlar, şərhlər) / E.İ. Allahverdiyev [et al.]. - Bakı: "Şərq- Qərb" ASC, 2020. - 840 p.

15. Eyvazov Ə.G. Kartofun fiziologiyası, intensiv texnologiya ilə becərilməsi və proqramlaşdırılmış məhsulun alınması yolları / Ə.G. Eyvazov, F.N. Ağayev, R.Ə. Abbasov. - Bakı: "Tərəqqi" MMC, 2017. - 212 p.

**ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ТОМАТА
ПО ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В УСЛОВИЯХ
ОСЕННЕ-ЗИМНЕГО ОБОРОТА В ПОЛИКАРБОНАТНЫХ
ТЕПЛИЦАХ НИИ ОВОЩЕВОДСТВА
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**EVALUATION OF COLLECTION SAMPLES OF TOMATO
ACCORDING TO PHOTOSYNTHETIC INDICATORS IN THE
CONDITIONS OF SPRING-WINTER TURNOVER IN
POLYCARBONATE GREENHOUSES OF THE RESEARCH INSTITUTE
OF VEGETABLE GROWING OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN**

Э.И. Аллахвердиев

Ф.Н. Агаев, доктор философии по биологическим наукам, доцент

З.К. Алиева, доктор философии по аграрным наукам, доцент

Т.Г. Солуянова

Научно-исследовательский институт овощеводства Публичное юридическое лицо, г. Баку, Азербайджанская Республика

E.İ. Allahverdiyev

F.N. Agaev, Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Associate professor

Z.K. Aliyeva, Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences, Associate professor

T.G. Soluyanov

Research Institute of Vegetable Growing, Baku, Republic of Azerbaijan

Аннотация: В статье приводятся данные по сравнительной характеристике 25 коллекционных образцов томата, возделываемых в коковите в условиях осенне-зимнего оборота в поликарбонатных теплицах НИИ Овощеводства Азербайджанской Республики, по некоторым фотосинтетическим показателям в рассадной фазе (в фазе образования 3-4 настоящих листьев). Полученные данные во время исследования показали, что коллекционные образцы томата по изученным фотосинтетическим показателям существенно различаются. Основываясь на эти различия выделены образцы томата, отличившиеся по отдельным и по комплексу фотосинтетических показателей и рекомендованы селекционерам для использования их в дальнейшем в селекции, проводящейся по продуктивности, качеству и адаптивности.

Ключевые слова: ассимиляционная поверхность, фотосинтетический потенциал, удельная плотность поверхности листьев, пластидные пигменты, общая сырая и сухая биомассы, сухое вещество.

Abstract: The article presents data on the comparative characteristics of 25 collection samples of tomato cultivated in cocovit under conditions of autumn-winter turnover in polycarbonate greenhouses of the Research Institute of Vegetable Growing of the Republic of Azerbaijan, according to some photosynthetic indicators in the seedling phase (in the phase of formation of 3-4 true leaves). The data obtained during the study showed that the collection samples of tomato differ significantly in the studied photosynthetic parameters. Based on these differences, tomato samples were selected that differed in individual and in a complex of photosynthetic indicators and were recommended to breeders for their further use in breeding based on productivity, quality and adaptability.

Key words: assimilation surface, photosynthetic potential, leaf surface specific density, plastid pigments, total wet and dry biomass, dry matter.

Введение. Томаты за высокие вкусовые качества и многоцелевые использо-

вания стали самым любимым овощным продуктом населения Азербайджана. По пищевой ценности томаты называют и в настоящее время «золотое» или «райское яблоко», как их называли когда-то в древности. Томаты используются преимущественно в свежем, соленом и маринованном виде. Плоды томата также имеют большой спрос в консервной промышленности (6, 7, 11, 13). Одним из достоинств этого овоща является содержание в плодах и в семенах жирных кислот (0,2 и 17-29% соответственно), что позволяет отнести его к полноценным продуктам питания (1, 4, 12).

Поскольку томат в Азербайджане считается традиционной овощной культурой для всех хозяйств республики и в последние 10-15 лет отмечается увеличение площади возделывания этой овощной культуры в условиях теплиц и парников, создание высокопродуктивных и высококачественных сортов и гибридов томата приобретает, как и прежде, актуальное значение. А для создания таких генотипов необходим подбор ценных исходных доноров по хозяйственно-полезным признакам. Именно с этой точки зрения цель настоящего исследования – подбор ценных исходных доноров по отдельным и комплексу фотосинтетических показателей для использования их в дальнейшей селекции, проводящейся по продуктивности, качеству и адаптивности.

Материалы и методы. Объектом исследования служили рассады коллекционных образцов томата в возрасте 40-45 дней, выращенные в коковите в условиях поликарбонатных теплиц, взятых из генофонда НИИ овощеводства Азербайджанской Республики. Выращивание рассады и уход за ней, фенологические наблюдения проводили по общепринятым методикам (5).

Площадь ассимиляционной поверхности измеряли портативным аппаратом LI-3000C (Корея) и на основе этих измерений определялись фотосинтетический потенциал (ФП), удельная поверхностная плотность листьев (УППЛ), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) по следующим формулам (11, 13, 14).

$$\text{ФП} = L_{\text{ср}} \cdot T_v \quad (1)$$

$$\text{УППЛ} = \frac{M_{\text{с.л}}}{L} \quad (2)$$

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{(L_1 + L_2) \cdot \frac{1}{2} \cdot n} \quad (3)$$

где ФП – фотосинтетический потенциал, м² · сутка/га;

T_v – продолжительность определения, сутки;

УППЛ – удельная поверхностная плотность листьев, мг/см²;

M_{с.л} – сухая масса листьев, мг, L, L_{ср} – площадь листовой поверхности, см² и м²/га;

ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза, г/м² в сутки;

B₁ и B₂ – сухая масса пробы в начале и в конце учетного периода, г; L₁, L₂ – площадь листьев пробы в начале и в конце учетного периода, м²/га; n – количество суток в учетном промежутке времени.

Содержание пластидных пигментов в листьях определяли по методике, составленной В.Ф.Гавриленко и другими (2). Сухое вещество в отдельных органах и общую сухую биомассу целого растения определяли термостатно-весовым методом при высушивании 105⁰С (5).

Результаты и обсуждение. Результаты ранней диагностики рассады коллекционных образцов томата в возрасте 40-45 дней, возделываемых в коковите в условиях осенне-зимнего оборота в поликарбонатных теплицах представлены в таблице. Результаты исследования показали, что фотосинтетические показатели коллекционных образцов томата изменялись в широком диапазоне (кроме содержания сухого вещества в вегетативных органах). Интервал изменчивости площади ассимиляционной поверхности в изученных образцах составляли 4,87-16,77 см²/растение, ФП-512,4-2083,3 м². сутка/га, ЧПФ – 1,73-15,54 ч/м² в сутки, УППЛ – 1,30-6,86 мг/см², содержание пластидных пигментов в листьях – 80,8-165,0 мг/100 г сырой массы, Σ ХЛ/Кар – 2,36-10,28; общей сырой биомассы – 0,341-1,086 г/растение, общей сухой биомассы – 0,040-0,157 г/растения. Используя именно такой широкий интервал изменчивости, были выделены ценные исход-

ные доноры по фотосинтетическим показателям с целью использования их в дальнейшей селекции, проводящейся по продуктивности, качеству и адаптивности.

Площадь листовой поверхности (или ассимиляционная поверхность листьев) и ФП растений являются важными показателями, определяющими потенциальную фотосинтетическую деятельность (11, 12). По этим показателям (ассимиляционная поверхность – 15,11-18,12 см²/растение и ФП – 1737,7-2083,3 м²·сутка/га) выделялись образцы 285 (15,11 см²/растение и 1737,7 м²·сутка/га соответственно), 417 (15,82 и 1825,3), 394 (16,77 и 1767,9) и 296 (18,12 см²/растение и 2083,3 м²·сутка/га). Эти выделенные образцы томата характеризовались также высоким содержанием пластидных пигментов в листьях (159,1; 157,1; 146,8 и 151,8 мг/100 г сырой массы), что позволяет их использование в дальнейшей селекции по продуктивности, как ценные исходные доноры. По литературным данным, между площадью листовой поверхности и урожайностью, между фотосинтетическим потенциалом и урожайностью, и содержанием пластидных пигментов и урожайностью существует тесная корреляционная зависимость (9, 10, 11, 14).

Как известно, в работе фотосинтетического аппарата участвуют пластидные пигменты, поскольку они являются элементами структуры хлоропластов, считаются показателем мощности фотосинтетического аппарата и высокой урожайности (9, 10, 12). По содержанию пластидных пигментов в листьях отличается так же сорт Бановша (№86) (165,0 мг сырой массы). Поскольку у этого сорта площадь ассимиляционной поверхности (14,89 см²/растение), величина ФП (1563,5 м²·сутки/га), ЧПФ (8,55 г/м² в сутки) относительно выше по сравнению с большинством образцов, нам кажется, этот сорт тоже может стать очень ценным донором для создания высокопродуктивных сортов. У этого сорта показатель адаптивности величины соотношения $\Sigma \text{ха}/\text{Кар}$ также сравнительно выше (7,92), чем у других изученных образцов томата.

Работа листьев определяется показателем чистой продуктивности фотосинтеза, которая зависит как от интенсивности фотосинтеза, так и от того, насколько прирост сухого вещества превышает потери в процессе дыхания. Поэтому для получения высоких урожаев необходимо стремиться к тому, чтобы иметь не только возможно большую поверхность листьев, но и добиться того, чтобы она была максимально работоспособной, то есть могла бы осуществлять фотосинтез высокой интенсивности (10, 11, 14). ЧПФ, характеризующая накопление абсолютно сухой биомассы за счет каждого квадратного метра ассимиляционной поверхности в сутки или являющаяся показателем накопления сухой биомассы в определенной период вегетации у образцов 86 (8,55) и 253 (15,54 г/м² в сутки) была очень высокая. Однако у сортообразца 356 такая завышенная величина ЧПФ не обуславливается значениями других фотосинтетических показателей, таких как площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, общая сырая и сухая биомассы и содержание пластидных пигментов в листьях. А также многими авторами установлено, что повышенная продуктивность фотосинтеза становится фактором высокого урожая лишь при условии хорошего сочетания ассимиляционного потенциала растений с оптимальной структурой ростовых процессов. Фотосинтетическая деятельность растений, определяющая в итоге размер урожаев, зависит от площади фотосинтетически активных листьев, быстроты их нарастания и продолжительности работы ассимиляционного аппарата, интенсивности и продуктивности фотосинтеза, направленности процессов передвижения, превращения и использования ассимилятов в процессе роста, онтогенеза и формирования органов, составляющих хозяйственно ценную часть урожая (6, 9, 10, 12, 14).

С этой точки зрения образцы томата 143 и 345 характеризуются и относительно высокой величиной ЧПФ (6,56 и 6,64 г/м² в сутки соответственно) и наибольшим количеством общей сырой (0,910 и 1,086 г/растение) и сухой биомассы (0,157 и 0,139) г/растение соответственно, представляют интерес и целью селекции на продуктивность.

Таблица - Оценка коллекционных образцов томата по некоторым фотосинтетическим показателям в условиях осенне-зимнего оборота в поликарбонатных теплицах НИИ овощеводства Азербайджанской Республики (среднее за 2020-2021 гг.)

№	Номер каталога НИИ овощеводства	Наименования образцов	Площадь листовой поверхности, см ² /растение	Фотосинтетический потенциал, м ² .сутки/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² .сутки	УПДЛ, мг/см ²	Содержание пластидных пигментов, мг/100 г сырой массы	Σ ХЛ / кар	Общая сырая биомасса, г/растение	Общая сухая биомасса, г/растение	Содержание сухого вещества в листьях, %	Содержание сухого вещества в стеблях, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15.	216	Шахин, р.с	12,39	1425,1	3,09	3,87	138,7	6,62	0,723	0,088	12,5	8,0
16.	138	Шалала, р.с	10,57	1215,8	4,61	4,92	253,4	10,28	0,793	0,113	17,5	10,5
17.	86	Бановша, р.с	14,89	1563,5	8,55	2,96	165,0	7,92	0,762	0,082	14,5	8,5
18.	140	Чистая линия	14,40	1512,4	3,84	3,06	126,4	4,39	0,890	0,113	14,0	11,0
19.	143	Чистая линия	8,41	883,7	4,64	6,42	142,1	9,15	0,730	0,110	18,5	12,0
20.	283	Чистая линия	14,99	1723,6	6,56	4,94	125,6	5,25	0,910	0,157	18,5	13,0
21.	285	Чистая линия	15,11	1737,7	4,01	3,18	159,1	5,49	0,807	0,098	16,0	9,0
22.	296	Чистая линия	18,12	2083,6	1,92	1,99	151,8	5,25	0,657	0,077	15,5	9,0
23.	306	Чистая линия	6,90	690,0	4,22	4,06	132,2	4,18	0,420	0,047	16,0	7,0
24.	321	Чистая линия	8,77	1008,8	3,17	3,08	112,8	5,92	0,480	0,063	14,0	12,0
25.	341	Отбор из №538	11,92	1370,8	2,77	3,27	121,1	6,43	0,610	0,075	15,5	9,5
26.	343	Отбор из Эфрата	12,86	1491,8	4,90	3,50	126,3	4,87	0,870	0,103	14,5	11,0
27.	345	Отбор из Jardena 827	10,33	1188,0	6,64	6,10	112,6	3,94	1,086	0,139	15,0	10,0
28.	356	Отбор из Alsanaq RN1	6,99	734,0	15,54	6,86	126,8	5,31	0,670	0,097	16,5	13,0
29.	394	Отбор из Atlasa	16,77	1760,9	1,73	1,97	141,8	4,45	0,611	0,078	16,5	10,0
30.	393	Отбор из Matiasa	12,34	1419,1	2,01	1,30	124,1	4,33	0,420	0,050	14,0	10,0
31.	385	Чистая линия	11,69	1344,6	4,61	3,68	80,8	4,57	0,892	0,120	14,5	12,0
32.	398	Отбор их First Ladu	10,63	1222,5	4,84	3,57	132,8	5,18	0,731	0,106	17,0	13,0
33.	401	Черри	14,34	1510,2	3,97	3,34	81,9	2,86	0,890	0,119	15,5	11,5
34.	417	Перспективный сорт	15,87	1825,3	2,63	2,33	157,1	5,55	0,796	0,097	16,0	9,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
35.	466	Pink, Boll F ₁	6,93	728,3	4,67	4,18	117,8	7,84	0,496	0,070	16,0	12,5
36.	481 ₂	Z1413 F ₁	5,26	573,1	4,65	3,64	128,1	3,74,	0,341	0,0470	15,0	9,0
37.	496 ₂	Trambellium RZ Cherry	8,99	1035,0	5,22	5,67	111,3	7,56	0,739	0,104	18,5	12,0
38.	496 ₂	Черри	10,84	1247,1	3,69	3,41	105,5	6,82	0,704	0,090	15,0	10,0
39.	482	Z1000 F ₁	4,87	512,4	5,47	5,95	138,5	5,27	0,436	0,056	15,0	10,0
Интервал изменчивости			4,87-18,12	512,4- 2083,3	1,73- 15,54	1,30-6,86	80,8-1650	2,36-10,28	0,341- 1,086	0,040-0,157	12,5-18,5	2,0-13,0

К важнейшим фотосинтетическим показателям растений томата можно отнести значения УППЛ и соотношения $\Sigma \text{Хл}/\text{кар}$, по величине которых выделяются образцы 143 и 496 (6,42 мг/см²; 9,15 и 5,67 мг/см²; 7,56 мг/см² соответственно). Высокой величиной УППЛ характеризуются также образцы 482 (5,95 мг/см², 345 (6,10 мг/см²) и 356 (6,86 мг/см²), а значения соотношения $\Sigma \text{Хл}/\text{кар}$ были наибольшими у образцов 466 (2,84) и 138 (10,20) и все эти образцы могут быть рекомендованы как ценные исходные доноры для дальнейшей селекции на адаптивность.

По показателям общей сырой и сухой биомассы, являющимися непосредственным показателем урожайности, отличаются образцы 140 (0,870 и 0,113 г/растение соответственно), 401 (0,890 и 0,119 г/растение), 283 (0,910 и 0,151 г/растение) и 345 (1,086 и 0,839 г/растение), использование которых в дальнейшей селекции на продуктивность не вызывает никаких сомнений.

Содержание сухого вещества в вегетативных органах овощных культур, в том числе томата, являются очень важным качественным показателем, так как образцы, характеризующиеся высоким содержанием сухого вещества в вегетативных органах во время вегетации их запасает и переносит через стебли в формирующиеся плоды и, как следствие, приводит к получению высококачественных плодов томата. Содержание сухого вещества в листьях и стеблях образцов томата изменяется в сравнительно меньшей степени, чем другие изученные показатели (предел изменчивости этого показателя в листьях составляли 12,9-18,5%, и в стеблях – 7,0-13,0%). Несмотря на это, и по этому показателю выделялись образцы 143 (в листьях 18,5%, в стеблях 12,0%), 138 (17,5 и 10,5%) и 398 (17,0 и 19%). Нам кажется, что и эти образцы могут быть важными компонентами в дальнейшей селекции, проводящейся на качество.

Заключение: Таким образом, обобщая вышесказанное, можем заключить, что:

- фотосинтетические показатели рассады коллекционных образцов томата, возделываемых в коковите в условиях поликарбонатных теплиц изменяются в широком диапазоне в зависимости от биологических особенностей изученных сортообразцов (кроме содержания сухого вещества в вегетативных органах, изменчивость этого показателя по образцам томата незначительна). Именно благодаря такому пределу изменчивости выделены образцы томата, отличающиеся высокой площадью ассимиляционной поверхности, величиной фотосинтетического потенциала и большим содержанием пластидных пигментов в листьях, которые могут служить как ценные исходные доноры в дальнейшей селекции на продуктивность: 285 (площадь листовой поверхности 15,11 см²/растение, величина фотосинтетического потенциала 1737,7 м² сутки/га, содержание пластидных пигментов в листьях 159,1 мг/100 г сырой массы), 417 (15,87; 1825,3 и 157,1 соответственно), 394 (16,77; 1760,9; 141,8) и 236 (18,12; 2083,3; 151,8);

- по величине чистой продуктивности фотосинтеза выделены образцы 356 (15,54 г/м² сутки), 138 (8,55), 345 (6,64), 783 (6,56 г/м² в сутки), по значению УППЛ – 496₁ (5,67 мг/см²), 482 (5,95), 345 (6,10), 143 (6,42) и 356 (7,84), 86 (7,92), 143 (9,15) и 138 (10,28) могут быть хорошими донорами в дальнейшей селекции на адаптивность;

- по количеству общей сырой и сухой биомассы, являющемуся непосредственным показателем урожайности растения, образцы томата 140 (0,890 и 0,113 г/растение соответственно), 401 (0,890 и 0,119), 283 (0,910 и 0,157) и 345 (1,086 и 0,139 г/растение) превосходили другие изученные образцы;

- по содержанию сухого вещества в вегетативных органах коллекционных образцов томата выделены образцы 398 (в листьях 17,0%, а в стеблях – 13,0), 198 (17,5 и 10,5% соответственно), 143 (18,5 и 12,0%), 283 (18,5 и 19,0%) и 496₁ (18,5 и 12,0%) и рекомендованы для использования их в дальнейшей селекции на качество.

Библиографический список

1. Ахмедова П.М. Особенности минерального питания растений томата при капельном орошении в условиях открытого грунта / П.М. Ахмедова, М.М. Алилов // Овощи России. – 2017. - №1. - С. 46-49.

2. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина. - М.: Высшая школа, 1985. - 392 с.

3. Литвинов С.С. Методы полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. - М.: Россельхозакадемия, 2011. - 648 с.

4. Мачулкина В.А. Использование сахарно-кислотного индекса для оценки качества плодов томатов / В.А. Мачулкина [и др.] // Вестник Краснодарского ГАУ. – 2020. - №5. – С. 168-172.

5. Методы биохимического исследования растений / под ред. проф. А.И. Ермакова [и др.]. - Ленинград: Агропромиздат, Ленинград. Отд-е, 1987. - 430 с.

6. Неверова И.А. Сравнительная оценка сортов и гибридов томата при выращивании по пищевым достоинствам / И.А. Неверова, Т.В. Соломатина. – Научно-практическая конференция по инновациям. - Пермь, 2017. - С. 204-208.

7. Панагушина А.В. Проблемы получения экологически чистой продукции / А.В. Панагушина, Н.А. Рябцева // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства. – Т. I. – Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2020. - С. 55-57.

8. Рябцева Н.А. Проблемы производства экологически чистой продукции растениеводства / Н.А. Рябцева, П.М. Бронштейн, А.И. Рачеева // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства. – Т. I. – Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2020. - С. 64-66.

9. Рахметов С.Н. Жаростойкий сорт перца демонстрирует высокие показатели хлорофилла, фотосинтеза, устьичной проводимости и транспирации в режиме теплового стресса на стадии развития плодов / С.Н. Рахметов [и др.] // Овощи России. – 2021. - №6. - С. 5-9.

10. Соломатина Г.В. Фотосинтетические показатели, урожайностью и товарные качества продукции детерминантного томата в зависимости от способа применения биологических препаратов / Г.В. Соломатина // Пермский аграрный вестник. – 2018. - №4 (24). - С. 94-98.

11. Тосунов Я.К. Повышение продуктивности и качества томата под действием регуляторов роста: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Я.К. Тосунов. -

Краснодар, 2008. - 23 с.

12. Шибзухов З.С. Влияние регуляторов роста на продуктивность томата / З.С. Шибзухов, А.К. Езаев, А.А. Шугушков // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. – 2016. - №2 (12). - С. 27-32.

13. Allahverdiyev E.İ. Tərəvəzçilik ensiklopediyası (Terminlər, anlayışlar, şərhlər) / E.İ. Allahverdiyev [et al.]. – Bakı: "Şərq- Qərb" ASC, 2020. – 840 p.

14. Yusifov M.A. Physiology of watermelon / M.A. Yusifov. - Baku: NURA, 2004. – 226 p.

Bibliographic list

1. Akhmedova P.M. Features of mineral nutrition of tomato plants during drip irrigation in open ground conditions / P.M. Akhmedova, M.M. Alilov // Vegetable of Russia, 2017. - No.1. - P. 46-49.

2. Gavrilenko V.F. Large practicum on plant physiology / V.F. Gavrilenko, M.E. Ladigina, L.M Khandobina. - Moscow: Higher school, 1995. - 392 p.

3. Litvinov S.S. Method of field experience in vegetable growing / S.S. Litvinov. - M.: Rossel Khozakademiya, 2011. - 648 p.

4. Marchulkina V.A. Using the sugar-acid index to assess the quality of tomato fruits / V.A. Marchulkina [et al.] // Bulletin of the Krasnodar State Agrarian University. – 2020. - No.5. - P. 168-172.

5. Methods of biochemical research of plants / Under the editorship of prof. A.I. Yermakov [et al.]. - Leningrad: Agropromizdat, 1987. - 430 p.

6. Neverova I.A. Comparative evaluation of varieties and hybrids of tomato according to nutritional qualities during cultivation / I.A. Neverova, T.V. Soromatina - Innovations in technical-scientific-practical conference. - Perm, 2017. - P. 204-208.

7. Panagushina A.V. Problems of obtaining eco-friendly products / A.V. Panagushina, N.A. Ryabtseva // Priority directions of innovative development of agriculture. - Volume I. - Nalchik: FSBEI of Kabardino-Balkar State Agrarian University, 2020. - P. 55-57.

8. Ryabtseva N.A. Problems of production of environmentally friendly crop production / N.A. Ryabtseva, P.M. Bronstein, A.I. Racheeva // Priority directions of innovative development of agriculture. - Volume I. - Kabardino-Balkar State Agrarian University, 2020. - P. 64-66.

9. Rahmetov S.N. Eco-resistant pepper variety demonstrates high rates of chlorophyll, photosynthesis, stomatal conductance and transpiration in the heat stress mode at the fruit development stage / S.N. Rahmetov [et al.]. // Vegetables of Russia. – 2021. - No.6. - P. 5-9.

10. Soromatina G.V. Photosynthetic indicators, yield and commercial qualities of determinant tomato products depending on the method of using biological preparations / G.V. Soromatina // Perm Agrarian Bulletin. – 2018. - No.4 (24). - P. 94-98.

11. Tosunov Ya.K. Improving the productivity and quality of tomato under the influence of growth regulators: abstract of diss. for PhD in agricultural sciences / Ya.K. Tosunov. - Krasnodar, 2008. - 23 p.

12. Shibzukhov Z.S. Influence of growth regulators on tomato productivity / Z.S. Shibzukhov, A.K. Yedaev, A.A. Shugushkov // Proceedings of the Kabardino-

Balkar State Agrarian University. – 2016. - No.2 (12). - P. 27-32.

13. Allahverdiyev E.İ. Tərəvəzçilik ensiklopediyası (Terminlər, anlayışlar, şərhlər) / E.İ. Allahverdiyev [et al.]. – Bakı: "Şərqi-Qərbi" ASC, 2020. – 840 p.

14. Yusifov M.A. Physiology of watermelon / M.A. Yusifov. - Bakı: NURA, 2004. – 226 p.

**ХАРАКТЕРИСТИКА И АДАПТАЦИОННАЯ ОСОБЕННОСТЬ
СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ
НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**CHARACTERISTICS AND ADAPTIVE FEATURES OF POTATO
VARIETIES OF DOMESTIC BREEDING IN THE CONDITIONS
OF THE LOWER VOLGA REGION**

О.Г. Гиченкова^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук

Ю.А. Лаптина³, кандидат сельскохозяйственных наук

И.А. Дергачева¹

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия*

²*Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия*

³*Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Московская область, Россия*

O.G. Gichenkova^{1,2}, Candidate of Agricultural Sciences

Yu.A. Laptina³, Candidate of Agricultural Sciences

I.A. Dergacheva¹

¹*All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

²*Volgograd state agricultural university, Volgograd, Russia*

³*Federal research Center "Nemchinovka". Moscow oblast, Russia*

Аннотация: В статье изучена продуктивность и адаптивность новых сортов картофеля в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области. Исследования проведены в 2020-2021 гг. Работа проведена в соответствии с методикой исследований по культуре картофеля. Коэффициент адаптивности определяли по методике Л.А. Животкова. Объектом исследований были 12 сортов отечественной селекции различных групп спелости Жуковский ранний, Удача, Гулливер, Крепыш - относящиеся к раннеспелой группе; Ариэль, Армада, Командор, Мечта – к среднеранней; Краса Мещеры, Метеор, Мираж, Фрителла, – к средне-спелой. Цель исследований охарактеризовать изучаемые сорта по комплексу хозяйственно ценных признаков и дать оценку их адаптивности к зоне возделывания. Проведенные исследования позволили определить перспективные, высокопродуктивные и адаптивные сорта устойчивые к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям. По значениям коэффициента адаптивности выделились следующие сорта: раннеспелые – Жуковский ранний -1,35; Удача – 1,22; Гулливер – 1,08; среднеранние – Командор – 1,26; Ариэль – 1,16; в средне-спелой – Краса Мещеры – 1,11. По формированию урожайности клубней все сорта, проходящие экологогеографическое испытание, не превысили стандартный сорт Жуковский ранний, общая урожайность которого составила в среднем

за годы исследований 43,7 т/га. Однако перспективными для возделывания являются сорта Удача и Командор. Также могут быть отнесены к перспективным для региона ранний сорт Гулливер и среднеранний сорт Ариэль.

Ключевые слова: коэффициент адаптивности, картофель, сорт, стабильность, стрессоустойчивость.

Abstract: The article examines the productivity and adaptability of new potato varieties in the conditions of light chestnut soils of the Volgograd region. The studies were conducted in 2020-2021. The work was carried out in accordance with the methodology of research on potato culture. The coefficient of adaptability was determined by the method of L.A. Zhivotkov. The object of research was 12 varieties of domestic breeding of various groups of ripeness Zhukovsky early, Luck, Gulliver, Krepysh - belonging to the early-ripening group; Ariel, Armada, Commander, Dream – to the middle-early; Beauty Meschery, Meteor, Mirage, Fritella - to the middle-ripe. The purpose of the research is to characterize the studied varieties according to the complex of economically valuable traits and to assess their adaptability to the cultivation zone. The conducted research allowed us to identify promising, highly productive and adaptive varieties resistant to unfavorable soil and climatic conditions. According to the values of the coefficient of adaptability, the following varieties were distinguished: early-ripening – Zhukovsky early -1.35; Luck – 1.22; Gulliver – 1.08; medium-early - Commander – 1.26; Ariel – 1.16; in the middle-ripe - the Beauty of Meschery – 1.11. According to the formation of tuber yields, all varieties undergoing ecological and geographical testing did not exceed the standard Zhukovsky early variety, the total yield of which averaged 43.7 t/ha over the years of research. However, the varieties Luck and Commander are promising for cultivation. The early Gulliver variety and the mid-early Ariel variety can also be classified as promising for the region.

Key words: coefficient of adaptability, potato, variety, stability, stress resistance.

Введение. Одним из главных факторов оказывающих влияние на величину и качество урожая является сорт, который способен реализовывать свой потенциал в контрастных почвенно-климатических условиях. Подбор адаптивного сорта это доступный и малозатратный прием регулирования продуктивности [6, 9].

Доля влияния сорта на формирование величины и качества урожая картофеля может варьироваться в широких пределах от 30 до 70% в зависимости от агрофона и условий среды [8].

В последние годы на территории Российской Федерации отдается предпочтение сортам зарубежной селекции [1]. Но в сложившихся реалиях крайне важно для обеспечения продовольственной и экономической безопасности страны создавать сорта отечественной селекции способных конкурировать с лидерами рынка [4, 10].

Сорта с высоким потенциалом продуктивности и необходимыми техноло-

гическими свойствами, устойчивые к действию абиотических и биотических стрессоров способны обеспечить эффективное использование природных и техногенных ресурсов, экологическую безопасность, энергосбережение и рентабельность отечественного агропромышленного производства [2].

В настоящее время востребованы сорта картофеля, сочетающие высокую и стабильную продуктивность, раннее накопление урожая, хорошие кулинарные и технологические качества с устойчивостью к наиболее вредоносным болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды. Однако эффективно использовать сорт можно, только имея информацию об его адаптивной способности — важнейшем свойстве, учет которого должен обусловить наибольшее соответствие между генотипом и особенностями окружающей среды [3].

Необходимо в качестве посадочного материала использовать сорта с высокими адаптационными качествами, обладающими пластичностью к местным условиям, сочетающие полевую устойчивость к фитопатогенам, интенсивное нарастание ботвы и клубней с высокими качественными показателями [9].

Поэтому изучение адаптивности новых не районированных сортов является актуальной задачей.

Материалы и методы. Исследования проводились на опытном орошаемом участке ФГБНУ ВНИИОЗ Волгоградской области. Анализы образцов почвы для определения агрохимических показателей выполнялся в аналитической лаборатории по общепринятым методикам.

Почвы участка светло-каштановые, тяжелые по гранулометрическому составу, характеризуются низким содержанием гумуса. При выращивании картофеля применяли гребневую технологию с элементами голландской, перед посадкой картофеля была проведена обработка почвы фрезой с внесением удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{30}$.

Учетная делянка 4-х рядная, расположение сортов систематическое. Площадь делянки 84 м^2 (2,8 м x 30 м), учетная площадь 50 м^2 . Густота посадки – 50-60 тыс. клубней на 1 га по схеме 70 x 25 см. На посадку использовалась фракция 60 г.

По методике Л.А. Животкова и др. определяли коэффициент адаптивности (K_a), который определяется отношением урожайности сорта к среднесортовой урожайности сорта [5].

Результаты и обсуждение. Как уже было сказано водный и тепловой режимы являются определяющими при возделывании картофеля и обеспечивают гармоничный рост, развитие и продуктивность растений в условиях Нижнего Поволжья.

В 2020 году температурный режим был близок к среднегодовым значениям, а вот количество осадков было значительно ниже, что свидетельствовало о засушливости года.

Погодные условия, сложившиеся в 2021 году были не типичными для зоны и отличались высокими температурами в июле и августе. При этом осадки, выпавшие в этом году, носили ливневый характер, и вся норма выпадала в течение одних суток (рисунок 1).

Обеспечение растений водой проходило только за счет орошения. В стру-

ктуру водного баланса лидирует оросительная норма. Пополнение за счет осадков вегетационного периода в 2021 году было на 8 % больше в сравнении с 2020 годом (рисунок 2).

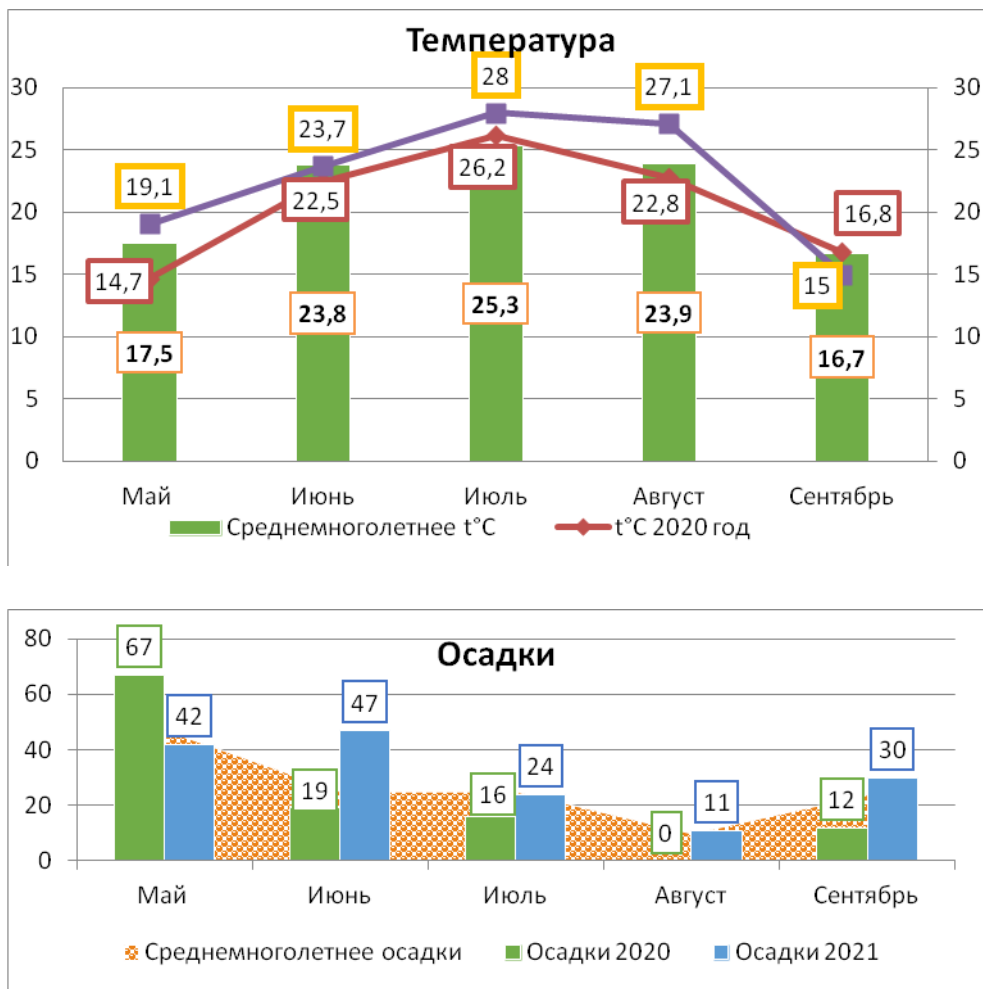


Рисунок 1 - Погодные условия в годы исследований

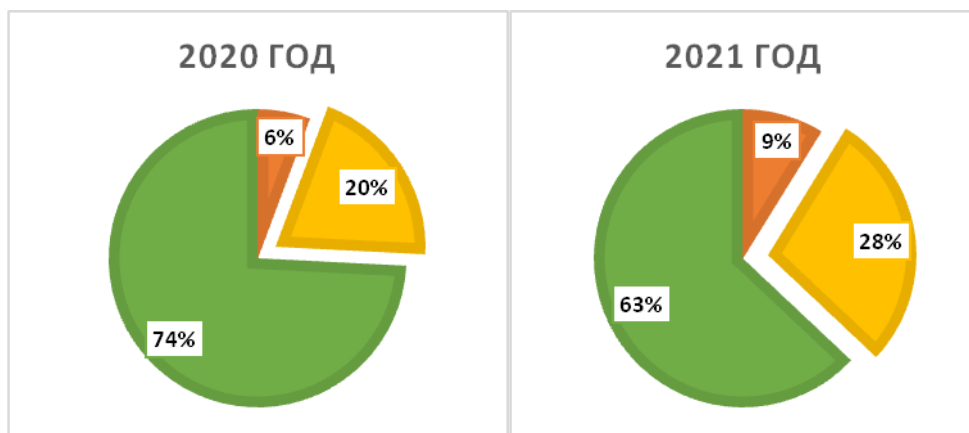


Рисунок 2 - Структура суммарного водопотребления

На рисунке 3 представлены полученные показатели продуктивности и коэффициента адаптивности изучаемых сортов картофеля.

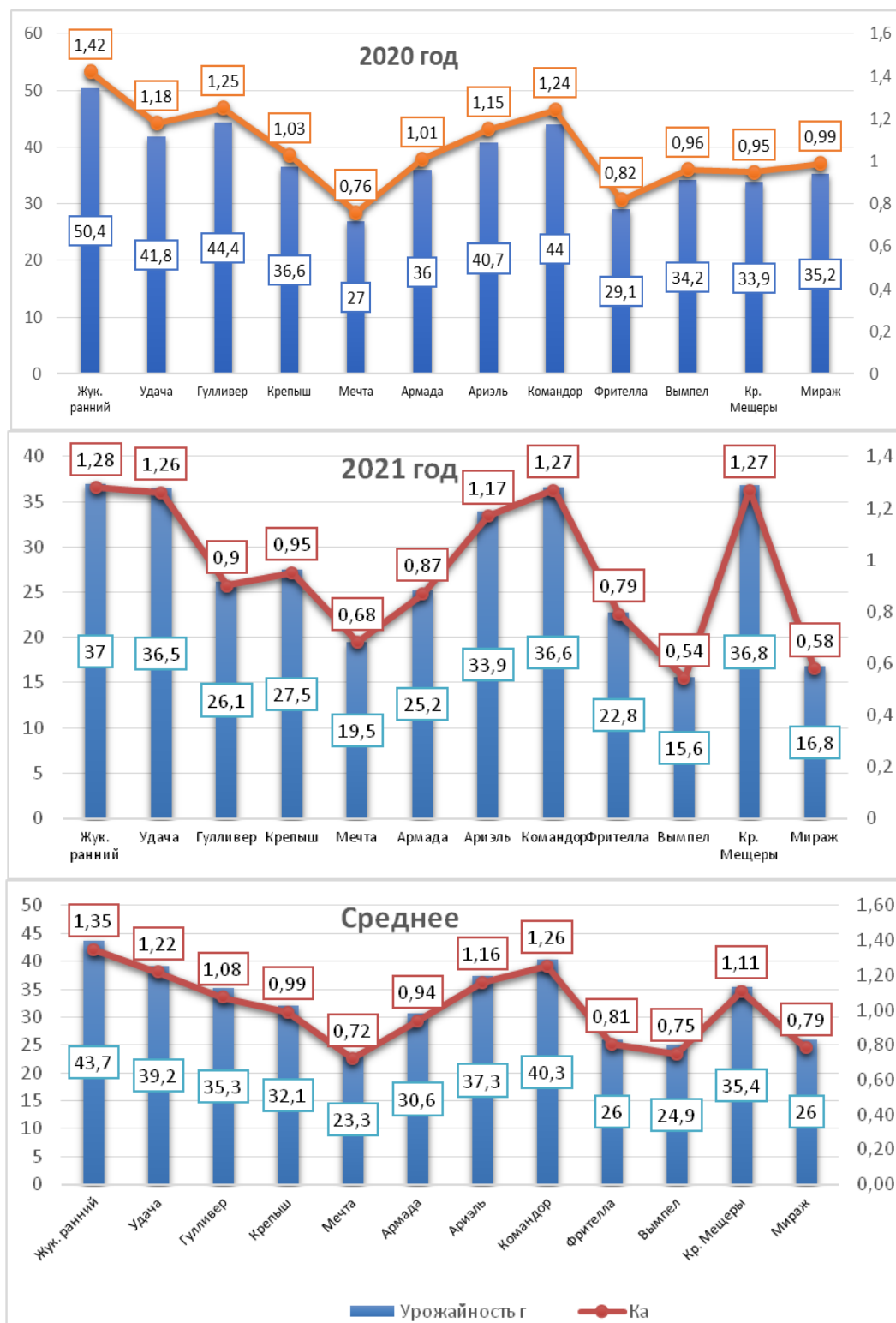


Рисунок 3 - Продуктивность и коэффициент адаптивности сортов картофеля

Анализ результатов показывает, что в 2020 году в раннеспелой группе все сорта имели коэффициент адаптивности выше единицы. В более критических

условиях 2021 года высокий коэффициент адаптивности отмечен только у двух сортов раннеспелой группы Жуковский ранний и Удача, по сорту Гулливер отмечалось существенное снижение коэффициента в сравнении с 2020 годом, что говорит о отзывчивости сорта на изменение условий среды. Сорт Крепыш достаточно стабилен и имеет средний показатель адаптивной способности в среднем за годы исследований 0,99.

По сорту Жуковский ранний полученные результаты коэффициента адаптивности от 1,28 до 1,42 свидетельствуют о высокой урожайности и стабильности этого сорта при разных гидротермических условиях.

В среднеранней группе по показателю адаптивности выделялись сорта Командор и Ариэль, коэффициент адаптивности которых за годы исследований превышал единицу и имел практически постоянный уровень адаптивности, что говорит о хорошем потенциале продуктивности и устойчивости к стресс-факторам. При чем сорт Командор имел стабильную урожайность на уровне сорта Жуковский ранний.

В среднеспелой группе коэффициент адаптивности очень менялся по годам исследований, так в 2020 году по всем сортам показатель был ниже единицы. В 2021 году по сорту Краса Мещеры отмечен коэффициент адаптивности 1,27, что соответствовало уровню сортов-лидеров. Остальные сорта имели низкий коэффициент адаптивности.

В таблице 1 представлена структура урожайности сортов картофеля.

Таблица 1 - Структура урожайности (среднее за 2020-2021 гг.)

Сорт	Валовая урожайность			Товарная урожайность			Семенной картофель		
	т/га	к стандарту		т/га	к стандарту		т/га	к стандарту	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
Жуковский ранний st	43,7	-	-	37,6	-	-	3,5	-	-
Удача	39,2	-4,5	-10,3	31,8	-5,8	-15,4	5,5	+2,0	+62,5
Крепыш	32,1	-11,6	-26,5	28,8	-8,8	-23,4	2,5	-1,0	-28,6
Гулливер	35,3	-8,4	-19,2	30,2	-7,4	-19,7	2,7	-0,7	-21,9
Мечта	23,3	-20,4	-46,7	15,2	-22,4	-59,6	4,9	+1,4	+40,0
Армада	30,6	-13,1	30,0	17,8	-19,8	-52,7	8,3	+4,8	+137,1
Ариэль	37,3	-6,4	-14,7	30,2	-7,4	-19,7	4,7	+1,2	+34,3
Командор	40,3	-3,4	-7,8	30,1	-7,5	-19,9	7,5	+4,0	+114,3
Мираж	26,0	-17,7	-40,5	20,1	-17,5	-46,5	3,4	-0,1	+2,9
Вымпел	24,9	-18,8	-43,0	20,1	-17,5	-46,5	3,8	+0,3	+8,6
Краса Мещеры	35,4	-8,3	-19,0	24,3	-13,3	-35,4	9,9	+6,4	+182,9
Фрителла	26,0	-17,7	-40,5	16,8	-20,8	-55,3	4,3	+0,8	+22,9

Результаты проведенных исследований показали, что среди сортов ранне-спелой группы, наиболее близкую валовую и товарную урожайность к стандарту сформировал сорт Удача, разница составила соответственно 4,5 и 5,8 т/га. Также на этом сорте сформировалась семенная фракция превышающая Жуковский ранний на 2,0 т/га.

Среди среднеранних сортов выделился сорт Командор, валовая урожайность на 3,7 т/га уступала стандарту, но товарная урожайность была на уровне сорта Удача. Не плохие показатели отмечены по сорту Ариэль. Остальные сорта этой группы существенно уступали стандарту по урожайности (на 30,0 и 46,7%). Наибольшая семенная фракция сформировалась у сортов Армада и Командор соответственно на 4,8 и 4,0 т/га больше в сравнении с Жуковским ранним.

В среднеспелой группе все сорта имели низкую продуктивность и значительно уступали стандарту. Высокие значения по формированию семенной фракции отмечено у сорта Краса Мещеры.

Анализ результатов исследований показывает, что в условиях Волгоградской области по результатам испытаний в 2020-20211 годах перспективными для возделывания являются сорта Удача и Командор. Также могут быть отнесены к перспективным для региона ранний сорт Гулливер и среднеранний сорт Ариэль.

Заключение. Проведенные исследования позволили выявить высокоурожайные сорта, устойчивые к стресс-факторам региона и характеризующиеся высоким коэффициентом адаптивности (>1). Для возделывания в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области рекомендовать сорта: Удача, Командор, Гулливер и Ариэль.

Библиографический список

1. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства / А.В. Коршунов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. - 2018. - Т. 32. - №3. - С. 12-20.
2. Алабушев А.В. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур в России / А.В. Алабушев, А.В. Гуреева, С.А. Раева // Зерновое хозяйство России. - 2010. - №6 (12). - С. 13-16.
3. Амелюшкина Т.А. Адаптивность сортов картофеля в условиях серых лесных среднесуглинистых почв Калужской области / Т.А. Амелюшкина. - Аграрная наука. - 2019. - №3. - С. 72-74.
4. Журавлева Е.В. Аспекты организации селекции и семеноводства картофеля в России - проблемы и возможные пути их решения / Е.В. Журавлева, А.А. Кабунин, И.В. Кабунина // Достижения науки и техники АПК. - 2018. - Т. 32. - №10. - С. 5-10.
5. Животков Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секутаева // Селекция и семеноводство. - 1994. - №2. - С. 3-6.

6. Новиков А.Е. Агроэкологическая оценка перспективных сортов картофеля и особенности агротехники на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А.Е. Новиков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2022. - №3. - С. 15-24.

7. Корзун О.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О.С. Корзун, А.С. Бруйло. - Гродно: ГГАУ, 2011. - 140 с.

8. Первые результаты эколого-географического испытания новых российских сортов картофеля / З. Сташевски [и др.] // Земледелие. - 2019. - №6.

9. Смирнова Т.Б. Агрохимическая оценка эффективности возделывания различных сортов картофеля на лугово-черноземных почвах Прииртышья в Западной Сибири / Т.Б. Смирнова, О.В. Чемисенко. – 2021. - IOP Conf. - Ser. Earth Environ. Sci. 624 012098.

10. Хавкин Э.Е. Создание уникальных селекционных (Y) доноров на основе межвидовых гибридов картофеля путем пирамидирования генов устойчивости к фитофторозу под контролем ДНК-маркеров / Э.Е. Хавкин, Е.В. Рогозина, М.А. Кузнецова // Достижения науки и техники АПК. - 2018. - Т. 32. - №7. - С. 21-25.

Bibliographic list

1. Actual problems and priority directions of potato growing development / A.V. Korshunov [et al.] // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2018. – V. 32. - No.3. - P. 12-20.

2. Alabushev A.V. State and prospects of development seed production of grain crops in Russia / A.V. Alabushev, A.V. Gureeva, S.A. Raeva // Grain farming of Russia. - 2010. - No.6 (12). - P. 13-16.

3. Amelyushkina T.A. Adaptability of potato varieties in the conditions of gray forest medium loamy soils of the Kaluga region / T.A. Amelyushkina // Agricultural science. – 2019. - No.3. – P. 72–74.

4. Zhuravleva E.V. Aspects of the organization of potato breeding and seed production in Russia - problems and possible solutions / E.V. Zhuravleva, A.A. Kabunin, I.V. Kabunina // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - 2018. - V. 32. - No.3. - P. 74-72.

5. Zhivotkov L.A. Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat according to the indicator "yield" / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekutaeva // Breeding and seed production. - 1994. - No.2. - P. 3-6.

6. Novikov A.E. Agroecological assessment of promising potato varieties and special agricultural technology on light chestnut soils of the Volgograd region / Novikov A.E. [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2022. - No.3. - P.15-24.

7. Korzun O.S. Adaptive features of breeding and seed production of agricultural plants: manual / O.S. Korzun, A.S. Bruilo. - Grodno: GGAU, 2011. - 140 p.

8. The first results of the ecological and geographical testing of new Russian potato varieties / Z. Stashevsky [et al.] // Agriculture. - 2019. - No.6.

9. Smirnova T.B., Chemisenko O.V. Agrochemical assessment of the effectiveness of cultivation of various potato varieties on meadow-chernozem soils of the Irtysh region in Western Siberia / T.B. Smirnova, O.V. Chemisenko. – 2021. - IOP Conf. - Ser. Earth Environment. Sci. 624 012098.

10. Khavkin E.E. Creation of unique breeding (Y) donors based on interspecific potato hybrids by pyramiding genes of resistance to late blight under the control of DNA markers / E.E. Khavkin, E.V. Rogozina, M.A. Kuznetsova // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - 2018. – V. 32. - No.7. - P. 21-25.

УЛИТКИ В ХОЗЯЙСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

SNAILS IN HUMAN ECONOMIC ACTIVITY

В.В. Голембовский, кандидат сельскохозяйственных наук

Л.А. Пашкова, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо–Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск, Россия

V.V. Golembovskii, Candidate of Agricultural Sciences

L.A. Pashkova, Candidate of Agricultural Sciences

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Mikhailovsk, Russia

Аннотация: В данной публикации рассматриваются сухопутные улитки как селекционно-генетический ресурс в животноводстве с возможностью применения получаемой продукции в разных сферах деятельности человека.

Как демонстрируют статистические данные, за последние годы возросла конъюнктура рынка на продукцию, получаемую от улитководства. Налаженное производство в недостаточной мере удовлетворяет спрос потребителей. Данная ситуация спровоцировала чрезмерную эксплуатацию природных ресурсов в виде диких видов брюхоногого моллюска, что способствовало уменьшению количества диких популяций. Цель данной работы заключается в поиске, анализе и предоставлении информации, необходимой для формирования понимания значимости данного сырья (мясо улитки и её субпродукты) в разных аспектах и в том числе, в качестве пищевого и кормового продукта.

Ключевые слова: гелицекультура, виноградная улитка, *Helix pomatia*, область применения, состав, сухопутная улитка, брюхоногий моллюск.

Abstract: This publication considers land snails as a breeding and genetic resource in animal husbandry with the possibility of using the resulting products in various fields of human activity.

As statistics show, in recent years the market conditions for products obtained from snail farming have increased. Established production does not adequately satisfy consumer demand. This situation has provoked over-exploitation of natural resources in the form of wild species of gastropods, which has contributed to a decrease in the number of wild populations. The purpose of this work is to search, analyze and provide information necessary to form an understanding of the importance of this raw material (snail meat and its by-products) in various aspects, including as a food and feed product.

Key words: helicoculture, grape snail, *Helix pomatia*, scope, composition, land snail, gastropod mollusk.

Введение. Постоянно увеличивающийся спрос на новые гастрономиче-

ские изделия способствует появлению на рынке новой продукции – мяса улитки и сопутствующих ей продуктов. Зарекомендовавшими странами по производству и продаже данной продукции являются: Франция, Италия, Польша, Украина, Греция, Чили.

Как показывают многократные исследования в области гелицекультуры, жирнокислотный состав значительных отличий между видами не имеет [12]. Например, если сравнивать данные *Helix aspersa* и *Helix pomatia*, то по содержанию пальмитиновой кислоты разница составляет 3,0 %, стеариновой кислоты – 1,0 %, олеиновой кислоты – 1,1 %, линолевой кислоты – 3,9 %, эйкозодиеновой кислоты – 1,6 % от общего количества жирных кислот.

По аминокислотному составу белки также отличаются в зависимости от вида улитки. Так, дикая форма брюхоногого моллюска характеризуется наибольшим содержанием глутаминовой и аспарагиновой кислот, а культурная форма – аргинина и лейцина [7].

Из минерального состава преимущественно содержится кальций, калий и фосфор.

Материалы и методы. В ходе проведения научно-исследовательской работы по данной проблеме были применены методы анализа и синтеза. В основу изучения вопроса были положены публикации, как отечественных, так и зарубежных учёных.

Результаты и обсуждение. Как подтверждено зарубежными исследованиями, брюхоногие моллюски являются источниками минеральных веществ, таких как калий, кальций, железо, магний, цинк, селен и медь, которые участвуют в ферментных и биохимических процессах, а также альтернативного белка, который характеризуется оптимальным и сбалансированным аминокислотным составом, включающим в среднем количество незаменимых аминокислот от 4004 до 5305 мг/100 г съедобной фракции улитки [6].

Кроме положительных факторов, позволяющих рассматривать улитку, как источник питательных и биологически активных веществ, существуют и отрицательные моменты.

Во-первых, нативные улитки представляют собой источник патогенных бактерий, которые заключают в себе возможную опасность для здоровья человека. По этой причине их надо подвергать качественной термической обработке. Так, *Helix aspersa muller* в исследованиях дала положительный результат на содержание *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Streptococcus* и *Listeria innocua*. *Helix aspersa maxima* – на *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca* и *Pseudomonas*.

Во-вторых, данное сырье может характеризоваться содержанием тяжёлых металлов. *Helix aspersa maxima*, *muller* и *Helix pomatia* содержали кадмий и свинец концентрация которых, зависит от многих факторов и в том числе от места обитания [11].

Культивирование улитки способствует влиянию на увеличение количественного состава питательных веществ и уменьшение микробного: *Escherichia coli* и *Enterococcus*, а *Salmonella* – полностью отсутствуют.

Специфический аромат брюхоногому моллюску обеспечивает наличие таких соединений, как β-ионон, бутановая кислота и Oct-1-en-3-ol (грибной

спирт) – характеризуются сырными и грибными нотами.

В термически обработанных образцах улитки преобладают другие соединения: 2-метилпиразин, 2,5-диметилпиразин, 2-ацетилтиазол, 2-ацетилпиридин. В образцах, подвергшихся обжарке: фуранеол (4-гидрокси-2,5-диметил-3(2H)-фуранон), гваякол (2-метоксифенол), 2-ацетил-2-тиазолин. Эти ароматические соединения обеспечивали проявление также грибного, солодового и кофейного оттенков.

Также уменьшению загрязнённости и обсеменённости микроорганизмами способствуют разные способы обработки: пропаривание, кипячение.

Из улитки также извлекают желатин, который был исследован на качественные показатели в сравнении с желатином, полученным от крупного рогатого скота с целью применения в качестве возможного эмульгатора, стабилизатора и пенообразователя. Он характеризуется более высокой жиросвязывающей и низкой водоудерживающей способностью.

Кроме этого, секрет улиток характеризуется антимикробными свойствами, которые проявляются угнетением роста грибковых культур. Вырабатываемая слизь ценится благодаря своим целебным свойствам и применяется в областях косметологии, фармацевтики и для регенерации повреждённой ткани. Помимо этого, секретиремая улитками слизь, проходила испытания на применение её в процессе приготовления хитозановых плёнок для упаковки пищевых продуктов. Полученные плёнки характеризовались высокой способностью к растяжению, высокими водозащитными и антибактериальными свойствами.

Улитки (*Helix pomatia* и *Helix lucorum*) в научных целях часто выступают в роли модельной системы. Они представляют собой наиболее изученные объекты в исследованиях нейробиологии.

Последующие опыты показали, что содержание значительного количества минеральных элементов делает улитку перспективным и ценным пищевым источником.

Опытный рацион, скармливаемый улиткам, характеризовался содержанием: белка – 23,0 %; жира – 3,0 %; клетчатки – 10,0 %; углеводов в растворимой форме – 20,0 %; кальция – 1,0 % и фосфора – 1,8 % [9].

Питательные вещества, содержащиеся в мясе улитки, находятся в легко усвояемой форме для организма, как человека, так и животного. Кроме того, сама раковина является сырьём для производства биологически активных добавок.

Основной белок для восполнения потребности человека – животный и представлен мясом свинины, птицы, говядины и баранины, при этом, как сообщают иностранные коллеги, за последнее время, если рассматривать в динамике, количество поголовья сократилось по многим причинам из-за: всё более длительной засухи, высокой стоимости кормов, инфекционных заболеваний и использования местных низкопродуктивных пород. Данные обстоятельства способствовали поиску нетрадиционного белка животного происхождения. Результатом стала переработка сухопутных улиток, мясо которых характеризуется высоким содержанием белка до 70,0 %, при этом раковина может составлять до одной трети массы её тела. Данные обстоятельства представляют её пер-

спективным компонентом при производстве кормов и добавок для получения экологически чистой продукции [10].

В сложившейся ситуации в животноводстве разрабатывают и внедряют в производство новые кормовые, пробиотические, экологически безопасные и биологически активные добавки для повышения уровня продуктивности [1, 2, 3, 4, 5].

Первой в эксперименте по эффективности применения разработок, полученных из сырья улиток, была задействована отрасль птицеводства. Цыплятам – бройлерам вводили в рецепты муку, приготовленную из сырой и термически обработанной улитки, в количестве 5,0; 10,0; 15,0 и 20,0 % в сравнении с контролем достигнуто увеличение среднесуточного прироста живой массы опытной птицы.

Опыт по замене рыбной муки в количестве 33,0, 67,0 и 100,0 % в рецепте для кур-несушек на муку из улитки *Achatina fulica* в сравнении со стандартным рецептом (контроль) доказал эффективность применения данного продукта. Стопроцентная замена мукой из улитки не снижает качественные показатели яиц и яйценоскость птицы. Кроме того, избавляет сельскохозяйственные угодья от вредителя и предоставляет местным жителям дополнительные рабочие места [15].

Аналогичные исследования проводили с включением дополнительно в рецепты для цыплят-бройлеров порошка, приготовленного из цитрусовой коричневой улитки *Caucasotachea Lencoranea* в количестве 0,5, 1,0 и 1,5 % с целью снижения рисков аномального развития большой берцовой кости. Нарушение обмена кальция и как следствие аномальное развитие скелета, широко распространены в птицеводстве. По окончании опыта добавление порошка из улитки *Caucasotachea Lencoranea* способствовало лучшему росту и развитию цыплят-бройлеров [14].

Как было отмечено в зарубежных публикациях в птицеводстве, важной задачей является увеличение производства мяса птицы за счёт снижения затрат, приходящихся на приобретение кормов. Для решения данной задачи, предлагают использовать улитку *Achatina fulica* Ferussac в кормлении птицы, которая характеризуется содержанием белка – 60,0 %, кальция – 2,0 %, фосфора – 8,0 %, лизина – 4,4 %, метионина – 1,0 %, цистина – 6,0 % [8].

В свою очередь мука, произведённая из улитки *Achatina achatina*, отличается содержанием сырого протеина – 83,0 %, углеводов – 3,3 %, жира – 4,0 %, кальция – 585,5, фосфора – 269,2, калия – 331,8 и цинка – 39,0 мг/100 г [13].

Заключение. Исходя из выше озвученного материала, можно сделать заключение о том, что сухопутные улитки представляют собой недооценённый, альтернативный, нетрадиционный ресурс по содержанию легкодоступных и дешёвых питательных и биологически активных веществ.

Библиографический список

1. Епимахова Е. Э. Влияние пробиотиков на баланс питательных веществ цыплят-бройлеров / Е.Э. Епимахова, Е.И. Растоваров, Н.В. Самокиш // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – №3 (14). – С. 63–70.

2. Самойленко В.С. Влияние опытного образца синбиотического средства на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта телят в раннем постнатальном онтогенезе / В.С. Самойленко, Н.А. Ожередова, Е.В. Светлакова // Ветеринарная патология. – 2021. – №2 (76). – С. 53–58.

3. Светлакова Е.В. Пробиотики и пребиотики и их роль в микробиоценозе кишечника у животных / Е.В. Светлакова // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности: матер. 84-й науч.-практ. конф. - 2019. – С. 603–606.

4. Эффективность кормовой добавки «Диаретин-С» при скармливании молодняку овец в период нагула / Н.В. Гусейнова [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – №4 (14). – С. 24–30. - DOI 10.25930/2687-1254/003.4.14.2021. - EDN MERRGY.

5. Эффективность применения синбиотического комплекса для коррекции физиологического статуса поросят-гипотрофиков / Е.И. Растоваров [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2019. – №1. – С. 166–168.

6. Content of vitamin C in edible tissues of snails obtained in Poland / M. Gondek [et al.] // Med. Weter. – 2020. – No.76 (10). – P. 580–584. - DOI: dx.doi.org/10.21521/mw.6463.

7. Evaluation of nutrition value of roman snail's (*Helix pomatia*) meat obtained in Latvia / D. Ikauniece [et al.] // In: Proceedings of the 9th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food for Consumer Well-Being" FOODBALT. – 2014, (2006). – Jelgava, Latvia. – P. 28–31.

8. Effect of dietary supplementation of giant African snail juveniles (*Achatina fulica* Ferussac) to local chicken breeds under deep litter system / M.K. Chandaragi [et al.] // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2019. – No.7 (6). – P. 781–783.

9. Ghosh S. Snail as mini-livestock: Nutritional potential of farmed *Pomacea canaliculata* (Ampullariidae) / S. Ghosh, V.B. Meyer-Rochow, C. Jung // Agriculture and Natural Resources. – 2018. - Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.12.007>.

10. Nkansah M.A. Mineral and proximate composition of the meat and shell of three snail species / M.A. Nkansah, E.A. Agyei, F. Opoku // Heliyon. – 2021. – No.7.

11. Palikhova T.A. Effects of Monodiets with Different Tryptophan Contents on Shell Color, Behavior, and Neuron Activity in the Common Snail / T.A. Palikhova // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2021. – 51. – 5. – P. 616–619. - DOI 10.1007/s11055-021-01114-1.

12. Pissia M.A. Raw materials from snails for food preparation / M.A. Pissia, A. Matsakidou, V. Kiosseoglou // Future Foods. – 2021. – 3. – 100034. - Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100034>.

13. Proximate and Mineral Composition of Snail (*Achatina achatina*) Meat; Any Nutritional Justification for Acclaimed Health Benefits? / F.N. Engmann [et al.] // Journal of Basic and Applied Scientific Research. – 2013. – No.3 (4). – P. 8–15.

14. Rezaeipour V. Growth Performance, Tibia Characteristics, Immune Response and Blood Metabolites of Broiler Chickens Fed Diets Containing Citrus Brown Snail (*Caucasotachea Lencoranea*) Powder as a Source of Calcium / V. Rezaeipour, A.P. Arabi, M. Norozi // *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. – 2014. – No.2 (8). – P. 2495–2504.

15. Utilisation of Giant African snail (*Achatina fulica*) meal as protein source for laying hens / S.S. Diarra [et al.] // *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. – 2015. – 116. – 1. – P. 85–90.

Bibliographic list

1. Epimahova E. Je. Vlijanje probiotikov na balans pitatel'nyh veshhestv cypljat-brojlerov / E.Je. Epimahova, E.I. Rastovarov, N.V. Samokish // *Sel'skohozhajstvennyj zhurnal*. – 2021. – No.3 (14). – P. 63–70.

2. Samojlenko V.S. Vlijanie opytного obrazca sinbioticheskogo sredstva na mikrobiocenoz zheludochno-kishechnogo trakta teljat v rannem postnatal'nom ontogeneze / V.S. Samojlenko, N.A. Ozheredova, E.V. Svetlakova // *Veterinarnaja patologija*. – 2021. – No.2 (76). – P. 53–58.

3. Svetlakova E.V. Probiotiki i prebiotiki i ih rol' v mikrobiocenoze kishechnika u zhivotnyh / E.V. Svetlakova // *Innovacionnye tehnologii v sel'skom hozjajstve, veterinarii i pishhevoj promyshlennosti: sb. nauchnyh statej po materialam 84-j nauch.-prakt. konf.* - 2019. – P. 603–606.

4. Jeffektivnost' kormovoj dobavki "Diaretin-S" pri skarmlivanii molodnjaku ovec v period nagula / N.V. Gusejnova, V.V. Kulincev, B.T. Abilov, V.V. Golembovskij // *Sel'skohozhajstvennyj zhurnal*. – 2021. – No.4 (14). – P. 24–30. - DOI 10.25930/2687-1254/003.4.14.2021. - EDN MERRGY.

5. Jeffektivnost' primenenija sinbioticheskogo kompleksa dlja korrekcii fiziologicheskogo statusa porosjat-gipotrofikov / E.I. Rastovarov [et al.] // *Vopros normativno-pravovogo regulirovanija v veterenarii*. – 2019. – No.1. – P. 166–168.

6. Content of vitamin C in edible tissues of snails obtained in Poland / M. Gondek [et al.] // *Med. Weter.* – 2020. – No.76 (10). – P. 580–584. - DOI: dx.doi.org/10.21521/mw.6463.

7. Evaluation of nutrition value of roman snail's (*Helix pomatia*) meat obtained in Latvia / D. Ikauniece [et al.] // *In: Proceedings of the 9th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food for Consumer Well-Being" FOODBALT*. – 2014, (2006). – Jelgava, Latvia. – P. 28–31.

8. Effect of dietary supplementation of giant African snail juveniles (*Achatina fulica* Ferussac) to local chicken breeds under deep litter system / M.K. Chandaragi [et al.] // *Journal of Entomology and Zoology Studies*. – 2019. – No.7 (6). – P. 781–783.

9. Ghosh S. Snail as mini-livestock: Nutritional potential of farmed *Pomacea canaliculata* (Ampullariidae) / S. Ghosh, V.B. Meyer-Rochow, C. Jung // *Agriculture and Natural Resources*. – 2018. - Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.12.007>.

10. Nkansah M.A. Mineral and proximate composition of the meat and shell of three snail species / M.A. Nkansah, E.A. Agyei, F. Opoku // *Heliyon*. – 2021. – No.7.

11. Palikhova T.A. Effects of Monodiets with Different Tryptophan Contents on Shell Color, Behavior, and Neuron Activity in the Common Snail / T.A. Palikhova // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. – 2021. – 51. – 5. – P. 616–619. - DOI 10.1007/s11055-021-01114-1.
12. Pissia M.A. Raw materials from snails for food preparation / M.A. Pissia, A. Matsakidou, V. Kiosseoglou // *Future Foods*. – 2021. – 3. – 100034. - Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100034>.
13. Proximate and Mineral Composition of Snail (*Achatina achatina*) Meat; Any Nutritional Justification for Acclaimed Health Benefits? / F.N. Engmann [et al.] // *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. – 2013. – No.3 (4). – P. 8–15.
14. Rezaeipour V. Growth Performance, Tibia Characteristics, Immune Response and Blood Metabolites of Broiler Chickens Fed Diets Containing Citrus Brown Snail (*Caucasotachea Lencoranea*) Powder as a Source of Calcium / V. Rezaeipour, A.P. Arabi, M. Norozi // *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. – 2014. – No.2 (8). – P. 2495–2504.
15. Utilisation of Giant African snail (*Achatina fulica*) meal as protein source for laying hens / S.S. Diarra [et al.] // *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. – 2015. – 116. – 1. – P. 85–90.

УДК 633.15:631.8

**ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**THE MAIN ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION
OF CORN HYBRIDS FOR GRAIN
IN THE NORTH–WEST OF THE VOLGOGRAD REGION**

О.Н. Панфилова, кандидат сельскохозяйственных наук

С.Н. Дерунова

*Поволжский филиал ФГБНУ ВНИИОЗ, п. Учхоз, Волгоградская область,
Россия*

O.N. Panfilova, Candidate of Agricultural Sciences

S.N. Dergunova

Volga branch of the GNU VNIIOZ, Uchkhoz, Volgograd region, Russia

Аннотация: В статье освещены основные элементы технологии возделывания кукурузы: сроки и способы основной обработки почвы, сроки посева, применение оптимальных доз минеральных удобрений, механические и химические меры борьбы с сорной растительностью. Даны рекомендации по уборке урожая кукурузы. Все предлагаемые приемы способствуют увеличению урожайности зерна кукурузы, сохранению и улучшению плодородия почвы.

Ключевые слова: кукуруза, технология, засорённость, гербицид.

Abstract: The article highlights the main elements of corn cultivation technology: the timing and methods of basic tillage, sowing dates, the use of optimal doses of mineral fertilizers, mechanical and chemical measures to combat weeds. Recommendations on harvesting corn are given. All the proposed techniques contribute to increasing the yield of corn grain, preserving and improving soil fertility.

Key words: corn, technology, clogging, herbicide.

Введение. По данным ФАО в настоящее время во всем мире из кукурузы изготавливают более 500 различных продуктов и материалов. Её зерно используется для переработки на муку, крупу, крахмал, консервы, патоку, сахар, масло, спирт и другие продукты. С ростом цен на энергоресурсы возрос интерес к использованию зерна кукурузы и для производства биоэтанола. Зерно кукурузы отличается высокими кормовыми достоинствами: в 1кг содержится 1,34 корм.ед., тогда как в зерне ячменя -1,2; в овсе – 1 корм.ед. Калорийность зерна кукурузы выше, чем в зерне других зерновых культур. В 100 г. зерна кукурузы содержится 330 ккал, в пшенице -295, ячмене -267, овсе - 257 ккал. Как высокоэнергетический корм зерно кукурузы пригодно для кормления всех видов жи-

вотных и птицы. Переваримость кукурузного зерна высокая: крупный рогатый скот, свиньи переваривают зерно кукурузы на 90%.

В нашей стране кукурузу называют «королевой» полей. Трудно представить производство животноводческой продукции на должном уровне без использования кукурузного силоса при кормлении КРС, а свиноводство и птицеводство – без кукурузного зерна. Кукуруза лучшая силосная культура, так как отличается самым благоприятным соотношением питательных веществ, хорошо силосуется.

Кукурузный силос, содержит большое количество крахмала и является идеальным основным кормом для жвачных животных.

Кормовая ценность силоса зависит, прежде всего, от содержания початков в массе и степени спелости растений к моменту уборки. Энергетическая питательность 1 кг сухого вещества кукурузы в фазе молочно-восковой спелости среднеранних гибридов составляет 0,93-0,95 корм.ед., раннеспелых гибридов – 0,98 – 1,0 корм.ед. Это обусловлено большей долей початков в зеленой массе, свыше 30% [11].

Цель работы – усовершенствование технологии возделывания кукурузы на зерно в условиях богары на северо – западе Волгоградской области.

Результаты и обсуждение. Потребность в гибридах кукурузы зернового использования с потенциально высоким урожаем зерна до 10т/га, отвечающих требованиям современных технологий, приобрела важную коммерческую составляющую в сельскохозяйственном производстве [1,5,6].

Основным предшественником под посев кукурузы на зерно в Поволжском филиале озимая пшеница по парам.

Лучшие предшественники кукурузы: озимая пшеница, озимый ячмень, зернобобовые, рапс, горох, соя. Кукурузу не рекомендуется сеять на полях, где выращивалось сорго и просо, так как у этих культур общие с кукурузой вредители и болезни. Кукуруза хороший предшественник для озимых и яровых колосовых при условии правильного подбора гибридов и своевременной их уборки.

Основная обработка почвы обеспечивает глубокое рыхление на глубину пахотного слоя. Выбор способа обработки почвы зависит от типа почвы, рельефа, предшественника; степени засоренности поля и видового состава сорняков; климатических условий зоны; технических возможностей хозяйства; экономической обоснованности. Максимальное энерго и влагосбережение обеспечивается применением комбинированных агрегатов для основной обработки почв [2,3,4,7]. При сильной засорённости полей проводили обработку почвы, включающую механическое и химическое уничтожение многолетних сорняков. При засорении полей только однолетними сорняками наиболее эффективна улучшенная зябь, которая включала 2-3 дисковых лущения стерни на глубину сначала 6-8 см, затем 8-10 см и вспашку плугом на 20-25 см в сентябре – октябре.

Предпосевная обработка почвы весной была направлена на уничтожение сорных растений и максимальное сохранение зимнее – весенних запасов почвенной влаги. На полях проводили покровное боронование и предпосевную культивацию на глубину заделки семян, при условии слабой зараженности полей. При сильном засорении участков перед посевом делали две культивации:

первая на глубину 10 -12 см, вторая предпосевная через 5 -6 дней на глубину заделки семян. В засушливые годы, глубину заделки семян в почву увеличивали для того, чтобы зерно ложилось в увлажненный слой до 10 - 12 см. Оптимальная заделка семян при посеве зерна кукурузы 6 -8 см. Если зерно попадает в сухую почву период посева – всходы задерживается, темпы роста уменьшаются, увеличивается расход сухого вещества на дыхание проростков при прорастании [8,12].

В условиях тёплой весны проводили ранний посев, растения кукурузы тогда развиваются лучше и имеют более высокий потенциал урожайности. Ранний посев обеспечивает цветение и опыление в более ранние сроки, это снижает риск попадания критического периода развития растений. На июльскую засуху. При ранних сроках посева необходимо увеличивать норму высева семян на 5 -8 тыс. зерен/га, чем при оптимальной норме. Ранний посев правильно подобранных гибридов, позволяет провести раннюю уборку, снизить затраты на сушку зерна, вовремя подготовить поля под посев следующих культур.

Семена кукурузы не прорастают при температуре почвы ниже 10°C , при 13°C прорастание семян идёт очень медленно, но при 15 -16°C всходы появляются на 7 -10 день после сева. В нашей зоне часто бывает возврат весенних холодов, тогда рост растений замедляется или прекращается, но этот период непродолжителен, и значительно повлиять на дальнейшее развитие растений не может. Кукуруза относится к холодостойким культурам, при повреждении заморозками всходов растений в фазу 2 -3 листочка способны отрастать, т.к. точка роста находится в земле. Следовательно, в нашем регионе, подверженному возврату весенних холодов, следует отдавать предпочтение более холодостойким гибридам кукурузы, отзывчивым к возврату весенних холодов.

В Поволжском филиале весной в ранние сроки с 25 апреля по 5 мая высевали 45% площадей под кукурузу, оптимальные сроки с 9 мая – 15 мая 55%. Поздние сроки посева после середины мая в условиях короткого безморозного периода не эффективны.

В большей степени на урожайность кукурузы влияет густота посева. Она зависит от выбора гибрида и климатических условий года. Для каждого гибрида густота индивидуальный фактор.

По нашим многолетним исследованиям, при возделывании кукурузы в засушливых условиях, на богаре рекомендуемая густота стояния растений у раннеспелых гибридов 60 тыс. растений на га к началу проведения уборки.

Обычно густота посева указывается в описании гибрида, кроме того в описании указывается индивидуальная адаптация гибридов к загущению или наоборот, к слишком редкому посеву, т.е. насколько гибрид способен компенсировать ошибки в густоте посева

Посев кукурузы проводили широкорядной сеялкой точного высева, Тс – М 8000А. При условии правильной установки густоты посева и регулировки сбрасывателя (чистка) достигается качественный сев.

Залог высокого урожая зерна кукурузы – это содержание посевов в чистоте. Для защиты растений от сорняков, повреждения вредителями и болезнями, оптимально обеспечить растения питательными веществами и влагой, в те-

чение всего периода вегетации проводили постоянный уход за посевами кукурузы, механические и химические обработки.

При применении традиционной технологии возделывания кукурузы максимальное количество сорняков уничтожается механическими обработками при основной и предпосевной подготовке почвы [10]. В фазу обозначения рядков, проводили междурядные культивации для борьбы с многолетними и однолетними сорняками, и одновременно с поверхностной коркой. Большой вред особенно ранним всходам причиняет корка, она образовывается до появления всходов, тогда всходам кукурузы трудно пробиться через неё, для лучшей аэрации почвы проводили боронование лёгкими боронами.

Первую культивацию проводили в фазе 3 -4 листьев на глубину 8 -10 см, вторую, более мелкую 6 -7 см, в фазу 7 -9 листьев. Применение современных почвообрабатывающих орудий (культиваторы) позволяет совместить несколько технологических операций, за один проход агрегата, во избежании дополнительных затрат на подкормку, внесение минеральных удобрений в рядки и окучивание.

При выращивании зерна кукурузы в последние три года мы ушли от механических обработок. Применяем гербициды, так как механические способы уничтожения сорняков не обеспечивают должную чистоту посевов. На полях, засоренных только однолетними сорняками, сразу после посева с заделкой в почву лёгкими боронами вносили гербицид Дуал Голд, в норме 1,3-1,6 л/га. Боронование после внесения не проводили, так как этот гербицид создаёт “экран” на поверхности почвы не позволяющий прорасти сорнякам. Дуал Голд вносили на 5-6 день после посева, до появления проростков во избежании побеления листьев, которое может сохраняться дальше у растений до фазы 7 -8 листа.

Для уничтожения второй волны сорняков применяли повсходовый гербицид Элюмис с нормой 1,5 л/га, который контролирует все основные виды сорных растений: крестоцветные, щирицы, злаковые сорняки имеет высокую эффективность против многолетних видов (пырея, гумая) и целый ряд однолетних (щетинника, куриного проса, лисохвоста) (рисунок 1).

Преимущество Элюмиса широкий период применения, от 3 -6 (до 8) листьев. Препарат обладает почвенным действием за счёт мезотриона и контролирует повторное появление двудольных сорняков при наличии влаги в верхнем слое почвы (рисунок 2). Широкий диапазон применения позволяет эффективно бороться с сорняками даже в более поздние фазы, когда использование других гербицидов может вызвать фитотоксичность. Основная особенность препарата его безопасность при более позднем внесении.

Гербицид применяли с нормой 1,5 л/га. В случае засорения посевов кукурузы однолетними сорняками (как злаковые, так и двудольными) применение 1,4 -1,5 л/га. При преобладании многолетних (злаковые или двудольные) видов, а также трудноискоренимых сорняков норму внесения увеличивали до 1,8 л/га. При определении нормы внесения препарата учитывали активность роста и развития сорняков, и развития растений кукурузы. После использования этого

гербицида подсолнечник, сою и рапс в севообороте рекомендуется высевать после вспашки.



Рисунок 1 - Действие гербицида Элюмис, норма 1,5 л/га, внесение в фазе 5-6 листьев



Рисунок 2 - Последствие гербицида Элюмис

Кукуруза отзывчива на применение минеральных удобрений. Для формирования заданной урожайности растения кукурузы должны получать определенное количество питательных веществ из почвы.

Для расчёта доз, применяемых минеральных или органических удобрений необходимо провести анализ почвы, для определения в ней дефицита или избытка тех или иных питательных элементов.

При посеве на богаре целесообразно внести сложные азотно-фосфорно-калийные удобрения (30+30+30 кг/га). Такие стартовые дозы особенно важны в регионах с холодной весной, когда отсутствие фосфора и калия могут вызвать задержку развития растений.

Стартовые удобрения надо применять в посевах кукурузы когда: почва обеднена питательными веществами и гумусом, при посеве в ранние сроки, на почвах тяжелого механического состава, при «нулевых» и минимальных технологиях обработки почвы [9,13].

При применении стартовых удобрений весной улучшается развитие корневой системы, обеспечивается быстрый равномерный рост кукурузы в начальный период развития, быстрее смыкаются междурядья и соответственно затрудняется рост и развитие сорняков. В следствии этого происходит более раннее цветение метёлок и початков, в меньшей мере проявляются последствия стресса от засухи на процесс опыления и налива зерна, понижается влажность зерна при уборке – все это способствует повышению урожайности кукурузы.

Эффективно дробное внесение удобрений, т.к. при этом можно уменьшить дозы их применения в целом за период вегетации за счет лучшего их усвоения растениями, и меньших потерь от вымывания и улетучивания. Кроме того, уменьшается нагрузка вредных веществ на окружающую среду.

Для северо - запада Волгоградской области независимо от условий года, складывающихся за период вегетации кукурузы, лучшим вариантом при применении минеральных удобрений на богаре, является суммарная доза N120P120K120, которая положительно влияет на продуктивность гибридов, улучшает озернёность початков, способствует более высокому росту растений.

Уборка зерна кукурузы проводится в фазу полной спелости, которую определяют по чёрной точке на зародыше зерна кукурузы. Уборочная влажность зерна может быть разной и сильно зависит от погодных условий за вегетационный период, и особенно в августе-сентябре. Сроки уборки определяет каждое сельхозпредприятие индивидуально, в зависимости от технической оснащённости: наличия уборочной техники и сушильного оборудования. Зерно кукурузы можно убирать при любой влажности от 12% до 30% и выше. Главное досушить зерно до стандартной 14% влажности, при которой оно надёжно хранится. Надо отметить, что при влажности меньше 20% при обмолоте возрастают потери зерна.

Заключение. Для получения устойчивого урожая зерна кукурузы на богаре 55 -65 ц/га, на основании изученных технологических приёмов выращивания, в северо – западной зоне предпочтительнее классическая технология с пахотой осенью и двумя весенними предпосевными культивациями.

По предшественнику, озимая пшеница по пару, кукуруза дает лучший результат.

Посев гибридов кукурузы на зерно следует проводить в ранние сроки (начало мая) и оптимальные (с 9 по 15 мая).

Густота посева на богаре для раннеспелых гибридов к уборке должна быть 60 тысяч растений на гектар, на среднеранних 50 -55 тысяч на гектар.

Оптимальные дозы внесения минеральных удобрений N120P120K120. Важно применять листовые подкормки микроэлементы – цинк и магний.

При засорении посевов кукурузы всеми видами сорняков, от фазы трёх листьев, эффективно внесение повсходового гербицида Элюмис, с нормой расхода 1,4 – 1,8 л/га.

Уборку кукурузы на зерно экономически выгодно начинать при влажности зерна 20-22 %.

Библиографический список

1. Антипова К.М. Влияние технологий возделывания на продуктивность гибридов кукурузы / К.М. Антипова, А.В. Бачурин // Экология и сельское хозяйство: на пути к инновациям: матер. международной науч.-практич. конф. - 2019. - С. 17-23.

2. Багринцева В.Н. Элементы технологии возделывания раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы в Ставропольском крае / В.Н. Багринцева [и др.] // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: матер. III международной науч. конф. - 2018. - С. 96-97.

3. Бородычѳв В.В. Особенности агротехники зерновой кукурузы на орошаемых землях Нижнего Поволжья / В.В. Бородычѳв [и др.] // Плодородие. - 2016. - №1 (88). - С. 35-37.

4. Долженко К.С. Способы основной обработки почвы и их эффективность при выращивании кукурузы на зерно / К.С. Долженко, А.В. Загорюлько // Энтузиасты аграрной науки: сб. науч. статей Всероссийской науч.-практич. конф., посвященной 310 - летию Йогану Готтшальку Валлериусу и 90-летию академика Ефимова Виктора Никифоровича. - 2019. - С. 113-122.

5. Дубенок Н.Н. Продуктивность кукурузы на зерно на орошаемых светло-каштановых почвах / Н.Н. Дубенок [и др.] // Научная жизнь. - 2016. - №7. - С. 16-27.

6. Зеленская Г.М. Продуктивность кукурузы в зависимости от технологий выращивания / Г.М. Зеленская, С.А. Носырев // Вестник Донского государственного аграрного университета. - 2021. - №3 (41). - С. 17-22.

7. Кузнецов П.И. Энерго- и ресурсосбережение при возделывании зерновой кукурузы на орошаемых землях / П.И. Кузнецов, А.Е. Новиков // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2013. - №5. - С. 44-47.

8. Кушхабиев А.З. Научно обоснованная технология возделывания кукурузы / А.З. Кушхабиев, А.М. Кагермазов, А.В. Хачидогов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. - 2019. - №1 (87). - С. 94-97.

9. Мамсиров Н.И. О роли минеральных удобрений и способов основной обработки почвы в формировании продуктивности гибридов кукурузы / Н.И.

Мамсиров, А.А. Мнатсаканян // Аграрный вестник Урала. - 2021. - №9 (212). - С. 11-24.

10. Петухов Д.А. Результаты исследований инновационных технологий борьбы с сорняками на посевах кукурузы на зерно / Д.А. Петухов, С.А. Свиридова, О.Н. Негреба // Техника и оборудование для села. - 2018. - №7. - С. 22 - 26.

11. Прохорова Л.Н. Влияние технологии возделывания на урожайность и качество кукурузного зерна / Л.Н. Прохорова, А.И. Волков, О.О. Сидоров // Аграрная Россия. - 2021. - №10. - С. 26-29.

12. Сотченко В.С. Технология возделывания кукурузы / В.С. Сотченко, В.Л. Багринцева // Вестник АПК Ставрополя. - 2015. - №2. - С. 79 -84.

13. Abbas G. Sowing. Date and Hybrid Choice Matters Production of Maize / G. Abbas // International Journal of Plant Production. - 2020. - Vol. 14. - Iss. 4. - P. 583-595.

Bibliographic list

1. Antipova K.M. The influence of cultivation technologies on the productivity of corn hybrids / K.M. Antipova, A.V. Bachurin // In the collection: Ecology and agriculture: on the way to innovation: materials of the International Scientific and Practical Conference. - 2019. - P. 17-23.

2. Bagrintseva V.N. Elements of technology of cultivation of early-ripening and medium-early corn hybrids in Stavrapolsky krai / V.N. Bagrintseva [et al.] // In the book: Current state, problems and prospects of development of agricultural sciences: materials of the III International Scientific Conference. - 2018. - P. 96-97.

3. Borodychjov V.V. Features of agricultural technology of grain corn on irrigated lands of the Lower Volga region / V.V. Borodychjov [et al.] // Plodorodie. - 2016. - No.1 (88). - P. 35-37.

4. Dolzhenko K.S. Methods of basic tillage and their effectiveness in growing corn for grain / K.S. Dolzhenko, A.V. Zagorulko // In the collection: Enthusiasts of agricultural science: a collection of articles based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical conference dedicated to the 310-th anniversary of Johan Gottschalk Vallerius and the 90th anniversary of Academician Viktor Nikiforovich Efimov. - 2019. - P. 113-122.

5. Dubenok N.N. Corn productivity for grain on irrigated light chestnut soils / N.N. Dubenok [et al.] // Scientific life. - 2016. - No.7. - P. 16-27.

6. Zelenskaya G.M. Corn productivity depending on cultivation technologies / G.M. Zelenskaya, S.A. Nosyrev // Bulletin of the Don State Agrarian University. - 2021. - No.3 (41). - P. 17-22.

7. Kuznecov P.I. Energy and resource conservation in the cultivation of grain corn on irrigated lands / P.I. Kuznecov, A.E. Novikov // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozijs'tvennyh nauk. - 2013. - No.5. - P. 44-47.

8. Kushkhabiev A.Z. Scientifically grounded technology of corn cultivation / A.Z. Kushkhabiev, A.M. KAgermazov, A.V. Khachidogov // Izvestiya Kabardino –

Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2019. - No.1 (87). - P. 94-97.

9. Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A. On the role of mineral fertilizers and methods of basic tillage in the formation of productivity of corn hybrids // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2021. - No.9 (212). - P. 11-24.

10. Petukhov D.A. Results of research of innovative technologies of weed control on corn crops for grain / D.A. Petukhov, S.A. Sviridova, O.N. Negreba // Machinery and equipment for the village. - 2018. - No.7. - P. 22-26.

11. Prokhorova L.N. The influence of cultivation technology on the yield and quality of corn grain / L.N. Prokhorova, A.I. Volkov, O.O. Sidorov // Agrarian Russia. - 2021. - No.10. - P. 26-29.

12. Sotchenko V.S., Bagrintseva V.L., Corn cultivation technology / V.S. Sotchenko, V.L. Bagrintseva // Bulletin of the Agroindustrial complex of Stavropol. - 2015. - No.2. - P. 79-84.

13. Abbas G. Sowing. Date and Hybrid Choice Matters Production of Maize / G. Abbas // International Journal of Plant Production. - 2020. - V. 14. - Iss. 4. - P. 583-595.

**ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО ПРОФИЛЯ БЕЛКА
В СЕМЕНАХ МАСЛИЧНЫХ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР
СЕЛЕКЦИИ ВНИИМК**

**STUDYING OF THE AMINO ACID PROFILE OF PROTEIN IN THE
SEEDS OF OIL COLE CROPS OF VNIIMK BREEDING**

Ю.Ю. Поморова, кандидат технических наук

Ю.М. Серова

Л.А. Горлова, кандидат сельскохозяйственных наук

В.С. Трубина

Федеральный научный центр "Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта", г. Краснодар, Россия

Yu.Yu. Pomorova, Candidate of Technical Sciences

Yu.M. Serova

L.A. Gorlova, Candidate of Agriculture Sciences

V.S. Trubina

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK), Krasnodar, Russia

Аннотация: В статье приведена информация о содержании белка и его аминокислотном составе в семенах капустных культур. Установлены различия по аминокислотному профилю белка семян между яровым и озимым рапсом, а также в семенах различных видов горчицы сортов современной селекции ВНИИМК.

Ключевые слова: рапс, горчица, семена, белок, аминокислота.

Annotation: The article provides information on the protein content and its amino acid composition in the seeds of cole crops. Differences in the amino acid profile of protein in spring and winter rapeseed seeds, as well as in the seeds of the various types of modern mustard varieties bred in VNIIMK have been established.

Key words: rapeseed, mustard, seeds, protein, amino acid.

Введение. Виды семейства Капустные (*Brassicaceae*), такие как рапс, горчица, сурепица, рыжик и др., достаточно востребованы в нашей стране, что связано с их большим разнообразием, экологической пластичностью, продуктивностью и хозяйственным значением получаемого сырья. Масла капустных могут быть использованы как в пищевой, так и технической промышленности (биодизель, смазка, лаки, краски и др.) В кормопроизводстве растения в целом могут использовать как зеленую массу или силос, а также жмых и шрот семян в качестве добавок с высоким содержанием белка. Жмыхи капустных культур содержат от 29 до 45,3 % чистого белка. В частности, горчичный жмых – продукт, содержащий от 38 до 50 % сырого протеина, по

аминокислотному составу близок к подсолнечному и соевому жмыхам [1, 9]. По данным ряда исследователей белок семян рапса обладает наиболее сбалансированным аминокислотным составом, биологическая ценность которого практически равна идеальному белку [8, 12]. Сумма незаменимых аминокислот в белке семян рапса превышает аналогичные показатели других масличных культур. [2].

Аминокислотный состав рапсового шрота сопоставим с аминокислотным составом соевого шрота по содержанию лизина, при этом отмечено преобладание по метионину и цистеину в белке рапсового шрота по сравнению с соевым [11]. Скармливание жмыхов масличных культур (рапсового, рыжикового и сурепного) в составе концентрированных кормов является перспективным приемом повышения прироста живой массы сельскохозяйственных животных. Белковые изоляты рапса и рыжика имеют полный набор незаменимых аминокислот, что говорит об их высокой пищевой ценности [7, 10]. Каждый гектар рапса обеспечивает годовую норму потребления растительного масла для 50 человек и дает 320-350 кг белка, которого достаточно, чтобы сбалансировать по протеину 3,5-4,0 т зернового фуража [6].

Поэтому, изучение фенотипического варьирования нутриентно-значимых протеиновых метаболитов в семенах семейства Капустных является актуальным, что в дальнейшем должно способствовать повышению эффективности селекционного процесса с целью улучшения пищевой и кормовой ценности получаемого сырья.

Материалы и методы. Исследования проводили в лаборатории белка отдела биологических исследований ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Объектом исследования служили семена капустных культур сортов селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Рапс яровой: Кенар, Таврион, Галант, Викинг-ВН, Руян; рапс озимый: Оливин, Лорис, Сармат, Селегор; сортообразцы конкурсного сортоиспытания; горчица сарептская: Ника, Горлинка, Юнона; белая: Руслана, Колла, Радуга, черная: Ниагара. Все испытываемые сорта выращивали в 2017-2021 гг. на полях второго отделения центральной экспериментальной базы ФГБНУ ВНИИМК, пос. Октябрьский, г. Краснодар.

Масличность оценивали с помощью ЯМР-анализатора АМВ-1006. Масловую долю белка определяли по методу Кьельдаля ГОСТ 13496.4 – 93 [3]. Аминокислотный состав белков семян масличных капустных определяли ВЭЖХ на анализаторе SevkoCo ARM-1000 с градиентным элюированием и постколоночной дериватизацией нингидрином. Кислотный гидролиз проводили по инструкции «Методические указания по подготовке проб. Кислотный гидролиз и окисление», разработанный индивидуальным предпринимателем Севко А.В. на базе ГОСТ 32195-2013 [4]. Содержание аминокислоты триптофан определяли по ГОСТ 32201 – 2013 (ISO 13904:2005) [5].

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований были определены общее содержание белка и его аминокислотный состав в семенах сортов ярового и озимого рапса, сортов сарептской, белой и черной горчицы. Масличность семян у яровых коммерческих сортов рапса составляла в среднем 44,9 %, у озимых – 46,2 %. Массовая доля белка в семенах сортов яро-

вого рапса была в среднем выше (24,9 %), чем у сортов озимого рапса (19,9 %) (таблица 1). Сортообразцы ярового рапса, проходившие испытания в конкурсном питомнике, накапливали белок в среднем около 25,7 %. Содержание белка у озимых сортообразцов было на 4,2 % меньше в сравнении с яровыми. При этом масличность семян между генотипами отличалась в среднем незначительно на 0,3 %, достигая у ярового рапса –46,4 %, у озимого – 46,7 %.

Таблица 1 - Содержание масла и общего белка в семенах ярового и озимого рапса, урожай 2020 года

Сорт	Масличность, %	Массовая доля белка, %
Яровые		
Кенар 843	45,6	24,64
Таврион	44,3	25,37
Галант	45,0	24,37
Викинг-ВН	45,8	24,70
Руян	43,8	25,32
Озимые		
Оливин	46,8	20,70
Лорис	46,6	19,32
Сармат	46,4	20,50
Селегор	45,0	19,08

Семена разных видов горчицы различались между собой по уровню накопления масла и белка. Наибольшие показатели масличности достигаются у семян сортов сарептской горчицы – в среднем 44,7 %. По данному показателю горчица близка к яровому рапсу. Черная горчица, представленная единственным сортом Ниагара, занимает промежуточное положение и накапливает около 35 % масла в семенах. У белой горчицы самый низкий показатель масличности семян – 24,8 %. При этом содержание белка в семенах различных сортов горчицы имеет обратную тенденцию: самыми высокобелковыми являются сорта белой горчицы, содержащие около 32,9 % сырого протеина. У семян черной горчицы уровень белка достигает в среднем 27,9 %. Самыми низкобелковыми являются семена сортов горчицы сарептской – 22,3 %. Следует отметить, что размах варьирования по среднему содержанию масла в семенах разных видов горчицы равен 20 %, в то время как по содержанию белка диапазон составляет в среднем 10 % (таблица 2).

В результате проведенного биохимического анализа в составе белкового комплекса семян коммерческих сортов рапса селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК идентифицировали 18 аминокислот (таблица 3).

Для яровых и озимых сортов рапса можно выделить 4 аминокислоты в белке семян, имеющие максимальное содержание по сравнению с остальными: глутаминовая, аспарагиновая, лейцин и пролин. Минимальный уровень отмечен для тирозина и триптофана. В целом, четыре яровых сорта: Кенар 843, Таврион, Галант, Викинг-ВН имели бóльшую долю незаменимых аминокислот – в среднем 3,98 %/ кг ВСВ, чем озимые – 3,25 %/ кг ВСВ. Яровой сорт рапса Руян

отличался от всех других сортов данного типа низким содержанием аминокислот за исключением пролина. Также Руян обладал наименьшей суммой незаменимых аминокислот – 2,80 %/ кг ВСВ. (таблица 3). По содержанию аминокислот в белке семян яровой сорт Руян очень близок к озимому сорту Селегор.

Таблица 2 - Содержание масла и общего белка в семенах белой, черной и сарептской горчицы

Сорта	Год репродукции					
	2017		2018		2020	
	Масличность, %	Белок, %	Масличность, %	Белок, %	Масличность, %	Белок, %
Горчица белая						
Руслана	24,1	35,0	24,9	35,4	23,4	34,7
Колла	-	-	-	-	25,7	31,7
Радуга	28,7	27,5	22,9	32,8	23,8	33,5
Горчица черная						
Ниагара	34,9	27,6	34,7	28,7	35,2	27,3
Горчица сарептская						
Ника	45,1	21,1	44,3	22,5	45,9	21,4
Горлинка	-	-	-	-	44,8	22,4
Юнона	-	-	43,7	24,0	44,5	22,6

Таблица 3 - Содержание аминокислот в белке семян сортов ярового и озимого рапса, %/кг ВСВ, 2020 г., ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Аминокислота	Кенар 843	Таврион	Галант	Викинг-ВН	Руян	Оливин	Сармат	Селегор	Лорис
	Рапс яровой					Рапс озимый			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цистеин	0,36	0,37	0,41	0,28	0,24	0,22	0,23	0,25	0,25
Аспарагиновая	0,97	0,94	0,85	0,77	0,61	0,75	0,74	0,66	0,74
Метионин*	0,40	0,34	0,38	0,32	0,24	0,27	0,24	0,27	0,28
Треонин*	0,54	0,59	0,50	0,45	0,36	0,44	0,44	0,41	0,46
Серин	0,61	0,62	0,52	0,47	0,37	0,45	0,45	0,40	0,46
Глутаминовая	2,41	2,08	1,91	2,15	1,35	1,61	1,71	1,50	1,73
Глицин	0,68	0,70	0,64	0,58	0,45	0,53	0,52	0,46	0,53
Аланин	0,58	0,59	0,51	0,46	0,37	0,44	0,42	0,37	0,44
Валин*	0,46	0,66	0,60	0,53	0,43	0,52	0,48	0,43	0,51
Изолецин*	0,35	0,50	0,46	0,41	0,33	0,38	0,38	0,34	0,40
Лейцин*	0,90	0,98	0,90	0,80	0,64	0,73	0,72	0,64	0,76
Тирозин	0,31	0,36	0,30	0,28	0,20	0,30	0,29	0,24	0,30
Фенилаланин*	0,46	0,52	0,46	0,42	0,32	0,40	0,40	0,34	0,40
Гистидин	0,41	0,44	0,42	0,37	0,26	0,30	0,30	0,27	0,32
Лизин*	0,73	0,84	0,77	0,67	0,48	0,60	0,58	0,54	0,65
Аргинин	0,67	0,86	0,74	0,65	0,47	0,63	0,59	0,50	0,63
Пролин	1,04	0,89	0,94	0,89	0,89	0,65	0,64	0,60	0,66
Триптофан*	0,24	0,24	0,17	0,26	0,14	0,10	0,09	0,10	0,18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Σ незаменимых	3,83	4,42	4,08	3,60	2,80	3,34	3,24	2,96	3,46
Σ заменимых	8,28	8,08	7,42	7,16	5,37	5,98	5,98	5,35	6,24

* - незаменимые аминокислоты

У изученных сортов ярового рапса в сравнении с озимыми значение коэффициента вариации и размаха варьирования для всех определяемых аминокислот былократно выше. Причем яровые сорта обладали большими значениями экстремумов по отношению к озимым (таблица 4).

Таблица 4 - Варьирование аминокислотного состава белка семян в коммерческих сортах озимого и ярового рапса

Аминокислота	среднее, %/ кг ВСВ		min, %/ кг ВСВ		max, %/ кг ВСВ		R		CV,%	
	яровые ¹	озимые ²	яровые	озимые	яровые	озимые	яровые	озимые	яровые	озимые
Цистеин	0,33	0,24	0,24	0,22	0,41	0,25	0,17	0,03	21	7
Аспарагиновая	0,83	0,72	0,61	0,66	0,97	0,75	0,36	0,09	18	6
Метионин*	0,34	0,27	0,24	0,24	0,40	0,28	0,16	0,04	18	5
Треонин*	0,49	0,44	0,36	0,41	0,59	0,46	0,22	0,05	20	6
Серин	0,52	0,44	0,37	0,40	0,62	0,46	0,25	0,06	20	7
Глутаминовая	1,98	1,64	1,35	1,50	2,41	1,73	1,05	0,24	16	6
Глицин	0,61	0,51	0,45	0,46	0,70	0,53	0,25	0,07	18	8
Аланин	0,50	0,42	0,37	0,37	0,59	0,44	0,22	0,07	18	8
Валин*	0,53	0,49	0,43	0,43	0,66	0,52	0,23	0,09	18	6
Изолецин*	0,41	0,38	0,33	0,34	0,50	0,40	0,16	0,06	17	7
Лейцин*	0,84	0,71	0,64	0,64	0,98	0,76	0,35	0,12	16	7
Тирозин	0,29	0,28	0,20	0,24	0,36	0,30	0,16	0,06	19	9
Фенилаланин*	0,43	0,38	0,32	0,34	0,52	0,40	0,20	0,07	17	8
Гистидин	0,38	0,30	0,26	0,27	0,44	0,32	0,17	0,05	18	7
Лизин*	0,70	0,59	0,48	0,54	0,84	0,65	0,36	0,11	19	8
Аргинин	0,68	0,59	0,47	0,50	0,86	0,63	0,39	0,13	21	10
Пролин	0,93	0,64	0,89	0,60	1,04	0,66	0,16	0,07	7	5
Триптофан*	0,21	0,12	0,14	0,09	0,26	0,18	0,12	0,09	25	36

* – незаменимые аминокислоты

R – размах варьирования

CV – коэффициент вариации

¹яровые - Кенар, Таврион, Галант, Викинг-ВН, Руян

²озимые - Оливин, Сармат, Селегор, Лорис

Химическая структура аминокислот определяет свойства белковых молекул. Существует несколько подходов к классификации аминокислот (по радикалу, по заряду молекулы, по отношению к полярным растворителям). Одна из них базируется на функциональных группах:

- моноаминомонокарбоновые: глицин, аланин, валин, изолейцин, лейцин;
- оксимоноаминокарбоновые: серин, треонин;

- моноаминодикарбоновые: аспарагиновая и глутаминовая кислоты;
- диаминомонокарбоновые: лизин, аргинин;
- серосодержащие: цистеин, метионин;
- ароматические: фенилаланин, тирозин, триптофан;
- гетероциклические: гистидин, пролин

Аминокислотный состав белка семян сортообразцов озимого и ярового рапса характеризуется высокими суммарными уровнями моноаминодикарбоновых и моноаминомонокарбоновых кислот (таблица 5).

Таблица 5 - Содержание различных по функциональным группам аминокислот (%/ кг ВСВ) в белке семян сортообразцов ярового и озимого рапса

Аминокислоты	Яровой рапс	Озимый рапс	Δ*
моноаминодикарбоновые	3,23	2,69	0,54
моноаминомонокарбоновые	2,94	2,53	0,41
гетероциклические	1,41	1,18	0,23
диаминомонокарбоновые	1,41	1,25	0,16
оксимоноаминокарбоновые	1,09	0,96	0,13
серосодержащие	0,76	0,62	0,14
ароматические	0,74	0,69	0,05

Примечание: * - разность между яровыми и озимыми сортами рапса

Следующая по содержанию группа включает в себя гетероциклические и диаминомонокарбоновые аминокислоты. Наименьшее количество в белке сортов рапса приходится на серосодержащие и ароматические аминокислоты. Причем, у яровых сортов суммарное содержание этих кислот имеет более высокое значение. Разница между группами сортов по содержанию аминокислот варьирует в зависимости от структуры функциональной группы. Она максимальна для моноаминодикарбоновых аминокислот и составляет 0,54 %/ кг ВСВ и минимальна для ароматических – 0,05 %/ кг ВСВ.

Содержание аминокислот в белке семян сортов белой, черной и сарептской горчицы представлены в таблице 8. По содержанию аспарагиновой и глутаминовой кислот, глицина, лейцина, лизина, аргинина белок семян сортов белой горчицы превосходил аналогичные показатели белка семян сарептской горчицы в 2 раза. Содержание триптофона было максимальным у черной горчицы – 0,24 %/ кг ВСВ, белок семян сортов белой и сарептской горчицы демонстрировали сходные показатели по данной аминокислоте. Также невысоким было количество серосодержащих аминокислот цистеина и метионина в белке всех сортов горчицы. В целом по всем идентифицированным аминокислотам белок семян белой горчицы Радуга обладал максимальными показателями. Минимальный уровень аминокислот в белке семян был определен у сорта сарептской горчицы Горлинка.

Сумма незаменимых аминокислот была максимальной у сортов белой горчицы и составила в среднем 6,98%/ кг ВСВ. Сорт горчицы черной Ниагара

содержал в белке семян 4,88%/ кг ВСВ незаменимых аминокислот, наименьшим был данный показатель у сарептской горчицы – 3,16%/ кг ВСВ (таблица 6).

Таблица 6 - Содержание аминокислот в белке семян сортов горчицы, урожай 2020 года, %/ кг ВСВ

Аминокислота	Сорт						
	Руслана	Колла	Радуга	Ниагара	Ника	Горлинка	Юнона
	белая			черная	сарептская		
Цистеин	0,37	0,54	0,60	0,54	0,26	0,26	0,28
Аспарагиновая	1,67	1,77	2,15	1,30	0,89	0,79	0,87
Метионин*	0,36	0,46	0,54	0,46	0,27	0,26	0,31
Треонин*	0,86	0,95	1,10	0,67	0,44	0,42	0,50
Серин	0,93	1,02	1,10	0,77	0,52	0,51	0,54
Глутаминовая	2,91	3,99	4,33	2,99	1,53	1,48	1,60
Глицин	1,19	1,32	1,50	0,97	0,59	0,57	0,62
Аланин	0,86	0,89	1,08	0,75	0,49	0,46	0,52
Валин*	0,79	0,97	1,02	0,57	0,33	0,33	0,46
Изолецин*	0,64	0,75	0,81	0,46	0,25	0,26	0,36
Лейцин*	1,51	1,65	1,88	1,22	0,71	0,71	0,83
Тирозин	0,63	0,66	0,74	0,45	0,27	0,26	0,29
Фенилаланин*	0,82	0,88	0,98	0,68	0,38	0,39	0,43
Гистидин	0,72	0,84	0,86	0,61	0,38	0,39	0,44
Лизин*	1,27	1,30	1,42	0,82	0,59	0,55	0,72
Аргинин	1,30	1,31	1,46	1,32	0,66	0,66	0,83
Пролин	1,00	1,38	1,51	1,12	0,71	0,69	0,64
Триптофан*	0,16	0,14	0,15	0,24	0,09	0,09	0,11
Σ незаменимых	6,25	6,96	7,75	4,88	2,97	2,92	3,61
Σ заменимых	11,74	13,72	15,48	11,06	6,39	6,16	6,74

* – незаменимые аминокислоты

Распределение сумм аминокислот белка семян горчицы по функциональным группам представлено в таблице 7. Ранги, которые занимают группы аминокислот белка семян сортов горчицы, сопоставимы с аналогичной градацией, представленной для белка семян озимого и ярового рапса (таблица 5). На долю моноаминодикарбоновых и моноаминомонокарбоновых кислот приходится около 50 % от всего содержания идентифицированных в белке аминокислот. Наивысшие показатели сумм аминокислот по всем функциональным группам наблюдали в белке семян сортов белой горчицы: Руслана, Колла, Радуга. При этом разница между средними значениями для семян сортов белой и сарептской горчицы была, как минимум, двукратной.

В целом, по содержанию аминокислот в белке семян и их градации на функциональные группы сорта горчицы сарептской Ника, Горлинка, Юнона очень близки к сортам озимого рапса и имеют схожие значения изучаемых признаков.

Таблица 7 - Содержание различных по функциональным группам аминокислот (%/ кг ВСВ) в белке семян сортов белой, черной и сарептской горчицы

Аминокислоты	Горчица		
	белая	черная	сарептская
моноаминодикарбоновые	5,61	4,29	2,39
моноаминомонокарбоновые	5,62	3,97	2,50
диаминомонокарбоновые	2,69	2,14	1,55
гетероциклические	2,10	1,73	1,08
оксимоноаминокарбоновые	1,99	1,44	0,98
ароматические	1,72	1,37	0,77
серосодержащие	0,96	1,00	0,55

Заключение. Причины меж- и внутрисортной вариабельности по содержанию общего белка и аминокислотному составу в семенах озимого, ярового рапса, белой, черной и сарептской горчицы требуют проведения дополнительных экспериментов, сочетающих подбор различающихся по проявлению признаков сортов и учета потенциально влияющих факторов.

Библиографический список

1. Бойко Л.Я. Исследование кормовой оценки горчичного белка: отчет о НИР / Л.Я. Бойко. – Воронеж: ВНИИКП, 2005. – 39 с.
2. Бородулина А.А. Биохимическая характеристика семян производственных и перспективных сортов масличных культур: сб. науч. трудов ВНИИМК / А.А. Бородулина, Л.Н. Харченко, А.Г. Малышева – Краснодар: ВНИИМК, 1981. – 124 с.
3. ГОСТ 13496.4 – 93. Методы определения содержания азота и сырого протеина.
4. ГОСТ 32195-2013 Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот.
5. ГОСТ 32201-2013 (ISO 13904:2005) Корма, комбикорма. Метод определения содержания триптофана.
6. Денисова Э.В., Мазякина Т.В. Генетические основы селекции рапса (*Brassica napus* L.) на улучшение биохимических качеств семян / Э.В. Денисова, Т.В. Мазякина. – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2010. – С. 6.
7. Злепкин А.Ф. Эффективность использования в рационах цыплят-бройлеров продуктов переработки семян сурепицы, обогащенных ферментным препаратом ЦеллоЛюкс-Ф / А.Ф. Злепкин, Д.А. Злепкин, И.А. Попова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2013. – №2 (30). – С. 106–110.
8. Мхитарьянц Л.А. Особенности химического состава семян рапса современных селекционных сортов / Л.А. Мхитарьянц [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – №4. – С. 33–36.
9. Русакова Г.Г. Химический состав семян горчицы и продуктов их переработки / Г.Г. Русакова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситет-

ского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – №4 (36). – С. 168–171.

10. Cartea E. Seed Oil quality of *Brassica napus* and *Brassica rapa* germplasm from Northwestern Spain / E. Cartea [et al.] // Foods (Basel, Switzerland). – 2019. – V. 8 – P. 292.

11. Fenwick G.R. The assessment of a new protein source – rapeseed / G.R. Fenwick // Proc. Nutr. Soc. – 1982. – V. 41. – Iss. 3. – P. 277–278.

12. Russo R. Biochemical characterization of flour from seeds of *Camelina sativa* L. (Crantz) after chemical extraction of oil: PhD thesis / R. Russo. – 2013. – 81 p.

Bibliographic list

1. Bojko L.YA. Issledovanie kormovoj ocenki gorchichnogo belka: Otchet o NIR / L.YA. Bojko. – Voronezh: VNIKP, 2005. – 39 p.

2. Borodulina A.A. Biohimicheskaya harakteristika semyan proizvodstvennyh i perspektivnyh sortov maslichnyh kul'tur: sb. nauch. trudov VNIIMK / A.A. Borodulina, L.H. Harchenko, A.G. Malysheva. – Krasnodar: VNIIMK, 1981. – 124 p.

3. GOST 13496.4 – 93. Metody opredeleniya sodержaniya azota i syrogo proteina.

4. GOST 32195-2013. Korma, kombikorma. Metod opredeleniya sodержaniya aminokislot.

5. GOST 32201-2013 (ISO 13904:2005). Korma, kombikorma. Metod opredeleniya sodержaniya triptofana.

6. Denisova E.V., Mazyakina T.V. Geneticheskie osnovy selekcii rapsa (*Brassica napus* L.) na uluchshenie biohimicheskikh kachestv semyan / E.V. Denisova, T.V. Mazyakina. – Novosibirsk: ICiG SO RAN, 2010. – P. 6.

7. Zlepkin A.F. Effektivnost' ispol'zovaniya v racionah cyplyat-brojlerov produktov pererabotki semyan surepicy obogashchennyh fermentnym preparatom CelloLyuks-F / A.F. Zlepkin, D.A. Zlepkin, I.A. Popova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2013. – No.2 (30). – P. 106–110.

8. Mhitar'yanc L.A. Osobennosti himicheskogo sostava semyan rapsa sovremennyh selekcionnyh sortov / L.A. Mhitar'yanc [et al.] // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. – 2012. – No.4. – P. 33–36.

9. Rusakova G.G. Himicheskij sostav semyan gorchicy i produktov ih pererabotki / G.G. Rusakova [et al.] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2014. – No.4 (36). – P. 168–171.

10. Cartea E. Seed Oil quality of *Brassica napus* and *Brassica rapa* germplasm from Northwestern Spain / E. Cartea [et al.] // Foods (Basel, Switzerland). – 2019. – V. 8 – P. 292.

11. Fenwick G.R. The assessment of a new protein source – rapeseed / G.R. Fenwick // Proc. Nutr. Soc. – 1982. – V. 41. – Iss. 3. – P. 277–278.

12. Russo R. Biochemical characterization of flour from seeds of *Camelina sativa* L. (Crantz) after chemical extraction of oil: PhD thesis / R. Russo. – 2013. – 81 p.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ
CHLORELLA VULGARIS В РАЗВИТИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**THE USE OF MICROALGAE *CHLORELLA VULGARIS*
IN THE DEVELOPMENT OF CROP PRODUCTION**

М.К. Тихонова, кандидат сельскохозяйственных наук

О.В. Зорькина, кандидат биологических наук

М.В. Московец

А.Ю. Торопов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Россия,

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

M.K. Tikhonova, Candidate of Agricultural Sciences

O.V. Zorkina, Candidate of Biological Sciences

M.V. Moskovec

A.Yu. Toropov

Federal State Budget Scientific Institution the All-Russian research institute of irrigated agriculture, Volgograd, Russia,

Volgograd State University

Аннотация: В статье поднимаются вопросы использования микроводоросли *Chlorella vulgaris* в растениеводстве. Изучены вопросы по применению микроводорослей в различных странах и областях, в том числе сообщается о положительном влиянии их на рост и развитие сельскохозяйственных растений орошаемых земель, а также влияние на биологическую активность почв, урожайность сельскохозяйственных культур. Приведены примеры исследований некоторых ученых в использовании микроводорослей для повышения таких качеств, как рост и развитие растений. Учеными ФГБНУ ВНИИОЗ разработана инновационная биотехнология, основанная на использовании микроводоросли - *Chlorella vulgaris* штамма №С-111 в растениеводстве, что представляет возможность получать такие виды сельскохозяйственных культур, которые будут устойчивы к болезням, с высокой урожайностью. Для проведения опытов была использована микроводоросль – штамм *Chlorella vulgaris* №С-111, состав которого характеризуется содержанием большого набора питательных веществ, таких как белок, липиды, углеводы, минеральные вещества, аминокислоты. В процессе проведения эксперимента нами были изучены материалы многих ученых, которые использовали хлореллу на орошаемых землях и показали высокую эффективность ее влияния на биологическую активность почв, урожайность сельскохозяйственных культур. По данным исследований некоторых ученых хлорелла обладает уникальными свойствами, так как ее состав входят более 650 элементов в сбалансированном состоянии, в состав минеральной час-

ти клетки *Chlorella vulgaris* входит: кальций, фосфор, железо, марганец, медь, кобальт, йод, витамины группы В, каротин, эргостерин, и все незаменимые аминокислоты. В нашей работе были использованы семена сои, нута, гороха, проведены эксперименты по обработке семян хлореллой. Эта биотехнология считается более перспективной и экологически безопасной. При исследовании учитывались энергия прорастания семян, всхожесть, длина проростков. На основе проведенных исследований дана характеристика и народнохозяйственное значение при обеспечении экологических условий развития растениеводства Российской Федерации.

Ключевые слова: биотехнология, эксперименты, микроводоросли, штамм *Chlorella vulgaris* №С-111, экологическая безопасность, рост растений.

Abstract: The article raises the issues of the use of microalgae *Chlorella vulgaris* in crop production. The issues of the use of microalgae in various countries and regions have been studied, including their positive impact on the growth and development of agricultural plants of irrigated lands, as well as their impact on the biological activity of soils, crop yields. Examples of research by some scientists in the use of microalgae to enhance qualities such as plant growth and development are given. Scientists of the FGBNU VNIIOZ have developed an innovative biotechnology based on the use of microalgae - *Chlorella vulgaris* strain No. C-111 in crop production, which makes it possible to obtain such types of crops that will be resistant to diseases, with high yields. To conduct the experiments, a microalgae strain of *Chlorella vulgaris* No. C-111 was used, the composition of which is characterized by the content of a large set of nutrients in such as protein, lipids, carbohydrates, minerals, amino acids. During the experiment, we studied the materials of many scientists who used chlorella on irrigated lands and showed high efficiency of its effect on the biological activity of soils, crop yields. According to the research of some scientists, chlorella has unique properties, since its composition includes more than 650 elements in a balanced state, the composition of the mineral part of the *Chlorella vulgaris* cell includes: calcium, phosphorus, iron, manganese, copper, cobalt, iodine, B vitamins, carotene, ergosterol, and all essential amino acids. In our work, soybean, chickpea, and pea seeds were used, and experiments were conducted on the treatment of seeds with chlorella. This biotechnology is considered more promising and environmentally safe. The study took into account the energy of seed germination, germination, and the length of seedlings. Based on the conducted research, the characteristic and national economic importance in ensuring environmental conditions for the development of crop production in the Russian Federation.

Key words: biotechnology, experiments, microalgae, *Chlorella vulgaris* strain No.C-111, environmental safety, plant growth.

Введение. На сегодняшний день очень актуально стало больше уделять внимание научным и технологическим разработкам в аграрном секторе, которые являются необходимым условием развития сельского хозяйства на мировом рынке[12]. Внедрение биотехнологий позволяет решить многие проблемы энерго-, ресурсо- и финансово-ёмкого производства продукции сельского хо-

зяйства, поэтому направление научных и практических исследований для сельскохозяйственных нужд необходимо развивать особенно быстрыми темпами [4]. Развитие современного агропромышленного комплекса нашей страны невозможно без разработки экологических мероприятий, направленных на сохранение почвенной и растительной экосистемы [5]. В современных условиях, ярко выражена значительная стойкость агрохимикатов искусственной природы и еще не изучены их действия на накопление в окружающей среде токсических остатков, которые приводят к глубоким изменениям в экосистемах: уменьшению численности почвенных микроорганизмов и их разнообразия, снижению биологической активности почвы, качества продукции, развитию устойчивых форм возбудителей болезней [19]. Загрязнение почв тяжелыми металлами, присутствующими в оросительной воде, ведет к изменению количественного состава микроорганизмов в ней [20]. Внедрение биотехнологий позволит решить продовольственную проблему для растущего населения страны, получить продукты питания улучшенного качества и большей экологической чистоты [6]. Биотехнология предоставляет возможность получить такие виды сельскохозяйственных культур, которые могут быть устойчивыми к болезням, с высокой урожайностью, а также специальные продукты, которые рынок может запросить в самом ближайшем будущем [5]. Наша страна обладает мощными ресурсами в научном и производственном потенциале. Инновационные биотехнологии на основе микроводоросли хлореллы используют: в рыбководстве, животноводстве, птицеводстве, пчеловодстве [14]. Повсеместно распространенные в природе водоросли входят в состав разнообразных гидро и геобиоценозов, вступая в различные формы взаимосвязей с другими организмами, принимая участие в круговороте веществ [13]. Водорослевая биомасса обогащает почву азотом, фосфором, калием, йодом и значительным количеством микроэлементов, пополняет также её бактериальную микрофлору [12]. Использование зелёных микроводорослей хлореллы (*Chlorella*), сценедесмус (*Scenedesmus*) способствуют накоплению органических и минеральных форм азота в почве, выделению биологически активных веществ, ускоряющих рост корней и стимуляции жизнедеятельности многих других полезных микроорганизмов почвы [9]. В почве микроводоросли разлагаются быстрее, чем навозные удобрения, и не засоряют её семенами сорняков, личинками вредных насекомых, спорами фитопатогенных грибов, оказывая значительную помощь в повышении плодородия почв, их рекультивации, пополнении запасов органических веществ и повышении урожайности сельскохозяйственных культур [15]. В настоящее время есть опыт применения хлореллы на водохранилищах и других водоемах питьевого, рыбохозяйственного назначения во всех географических зонах Европейской части Российской Федерации [16]. Имеется достаточное количество исследований, практических использований микроводорослей в различных областях, в том числе и в сельском хозяйстве, где сообщается о положительном влиянии почвенных водорослей на рост и развитие сельскохозяйственных растений [2]. Опыты по использованию хлореллы на темно-серых лесных почвах проводились на территории учебно-опытного хозяйства «Знаменское» Курской ГСХА [3]. Некоторые российские ученые установили, что культура микроводоросли

Chlorella vulgaris оказывает стимулирующее действие на рост и развитие ячменя, моркови, салата, редиса [1]. Известно, что семена хлопчатника, предварительно замоченные в суспензии смешанной культуры зеленых микроводорослей, прорастают быстрее и из них скорее развиваются растения, чем из необработанных семян [2]. Роль микроводорослей как накопителей органического вещества особенно велика в биоценозах, развивающихся в экстремальных условиях, где высшие растения либо вообще не развиваются, либо ценозообразующая роль их существенно снижена [3]. Наши исследования по влиянию *Chlorella vulgaris* на рост и развитие растений на данном этапе актуальны, так как хлорелла обладает уникальными свойствами: в составе суспензии хлореллы ученые обнаружили более 650 элементов, все существующие витамины, богатое разнообразие минералов и микроэлементов. Кроме того, в хлорелле содержатся аминокислоты (г/кг воздушно-сухого вещества): глютаминовой кислоты 31,84, аспарагиновой кислоты 25,66, лейцина 21,68, аланина 20,13, валина 17,58, глицина 17,02, фенилаланина 12,06, изолейцина 11,30, пролина 9,78, лизина 8,78, тирозина 8,25, аргинина 8,17, цистина 7,53, триптофана 5,11, метионина 4,82 [17]. Хлорелла в сельском хозяйстве – это 100 % органический высокоэффективный природный биостимулятор роста растений, ускоряющий корнеобразование, рост, развитие и цветение [18]. Учеными ФГБНУ ВНИИОЗ в течение нескольких лет проводятся исследования по использованию *Chlorella vulgaris* в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве. Положительные результаты подтверждены документально, докладывались на научно-практических конференциях, выставках, получены Дипломы и медали, разработана инновационная биотехнология применения хлореллы в водоемах многоцелевого назначения [7,8,10,11].

Материалы и методы. Объектом исследований был выбран штамм *Chlorella vulgaris* №С-111. Целью нашей работы было изучить влияние суспензии хлореллы на энергию прорастания, всхожесть семян и развитие различных видов растений. Для проверки полезных свойств суспензии хлореллы в соответствии с задачами исследований мы провели опыты с семенами следующих растений: соя культурная (*Glycine max*), нут бараний (*Cicer arietinum*), горох посевной (*Pisum sativum*). При проведении исследований использовали в качестве контрольного варианта дистиллированную воду, опытного варианта - микроводоросль (*Chlorella vulgaris*) выращенную на среде Тамия, согласно общепринятым нормам культивирования протококковых водорослей. Выращивали штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в лаборатории ФГБНУ ВНИИОЗ на установках (автор Сидорин, 2002; ФГБНУ ВНИИОЗ, 2019), по технологической инструкции и методикам, разработанных Музафаровым А.М., Таубаевым Т.Т. (1984), Сальниковой М.Я. (1976), Владимировой М.А. (1961), Н.И. Богдановым (2003), Мелиховым В.В. (2019) (рисунки 1, 2).

Проращивание велось в условиях комнатной температуры 22-25 С⁰, при естественном освещении. Энергия прорастания, шт./ % (количество проросших семян на 4-6 день), всхожесть ростков, шт./ % (количество проросших семян на 7-8 день). Всхожесть и энергия прорастания определялись согласно ГОСТу 12038. Одновременно со всхожестью высчитывалась энергия прорастания, ко-

торая характеризует дружность всходов семян (доля проросших семян от общего количества в сравнении с контролем).

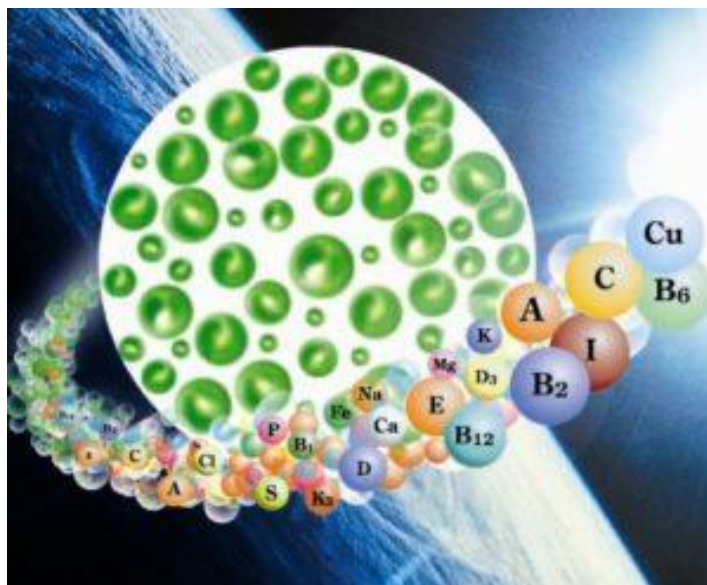


Рисунок 1 - Клетки хлореллы



Рисунок 2 - Культивирование хлореллы

Результаты и обсуждение. В таблицах 1, 2, 3 приведены данные о влиянии суспензии хлореллы на энергию прорастания, всхожести, длину проростков семян сои культурной (*Glycine max*), нута бараньего (*Cicer arietinum*), гороха посевного (*Pisum sativum*). Наибольшая энергия прорастания семян сои, гороха и нута было на варианте с применением суспензии хлореллы, и составила соответственно 60, 50, 43 %. На варианте с применением дистиллированной воды, энергия прорастания была 32, 35 и 38 %. Следовательно, благодаря ценному биохимическому составу, суспензия хлореллы положительно влияет на энергию прорастания семян.

Таблица 1 - Энергия прорастания семян (100 шт.)

Вариант опыта	Повторность/Энергия прорастания, шт.					Энергия прорастания, %
	1	2	3	4	5	
Соя культурная (<i>Glycine max</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	20	60	20	20	40	32
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	60	80	60	40	60	60
Нут бараний (<i>Cicer arietinum</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	30	35	40	45	30	36
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	45	40	40	40	50	43
Горох посевной (<i>Pisum sativum</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	50	30	40	40	30	38
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	40	60	40	80	30	50

Таблица 2 - Всхожесть семян (100 шт.)

Вариант опыта	Повторность/всхожесть, шт.					Среднее, %
	1	2	3	4	5	
Соя культурная (<i>Glycine max</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	80	100	80	60	100	84
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	90	100	100	90	100	96
Нут бараний (<i>Cicer arietinum</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	80	85	80	95	60	80
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	100	95	95	100	100	98
Горох посевной (<i>Pisum sativum</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	90	100	100	100	100	98
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	100	100	100	100	95	99

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что на варианте с применением суспензии хлореллы всхожесть семян была максимальной и составила 99 – 96 %, а на дистиллированной воде 80 – 84 % у сои и нута соответственно. Все это подтверждает положительное влияние суспензии хлореллы на всхожесть семян.

На контрольном варианте (дистиллированная вода) длина проростков всех семян была ниже длины проростков на вариантах с применением суспензии хлореллы.

Таблица 3 - Длина проростков семян (100 шт.)

Вариант опыта	Повторность/Длина проростков семян, см					Среднее, см.
	1	2	3	4	5	
Соя культурная (<i>Glycine max</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	1,1	1,64	1,74	1,0	1,48	1,39
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	1,58	2,88	1,14	1,6	1,4	1,72
Нут бараний (<i>Cicer arietinum</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	1,48	2,33	3,21	0,85	1,86	1,95
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	3,12	2,17	2,04	2,6	3,56	2,7
Горох посевной (<i>Pisum sativum</i>)						
1. Контроль (дистилл. вода)	6,05	5,89	5,6	6,17	6,37	6,02
2. <i>Chlorella vulgaris</i> штамм № С-111	11,07	10,22	11,32	11,04	8,11	10,4

Заключение. На основе проведенных исследований была получена доказательная база, что влияние штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 оказало положительное влияние на энергию прорастания, всхожесть, длину проростков семян сои, нута, гороха. применение микроводоросли *Chlorella vulgaris* в качестве биостимулятора для растений, как показали исследования, можно рекомендовать фермерским хозяйствам, что позволит им снизить расходы на традиционные агропрепараты, в том числе на удобрения.

Библиографический список

1. Бачура Ю.М. Влияние культуральной жидкости микроводорослей на рост и развитие семян редиса / Ю.М. Бачура, Т.Д. Матвеевкова // Бюллетень науки и практики. – 2018. – Т. 4. – №11. – С. 220-227.
2. Горбунова С.Ю. Потенциальная продуктивность микроводоросли *Chlorella vulgaris* на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья / С.Ю. Горбунова, В.А. Лукьянов // «Pontus Euxinus 2015». – 2015.
3. Дмитриевич Н.П. Влияние условий культивирования на витаминный состав суспензии водорослей *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) и *Scenedesmus acutus* (Meuен) / Н.П. Дмитриевич, Т.В. Козлова // Биотехнология: достижения и перспективы развития: сб. матер. II международной науч.-практич. конф. / Полесский государственный университет. – Пинск, 2018. – С. 58-60.
4. Медведева Л.Н. Биотехнологии, повышающие эффективность сельского хозяйства / Л.Н. Медведева, М.В. Московец, А.В. Медведев // Современные проблемы инновационного развития сельского хозяйства и научные пути технологической модернизации АПК: сб. науч. ст. / ФГБНУ Дагестанский НИ-ИСХ. – Махачкала, 2016. – С. 157-161.
5. Медведева Л.Н. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов / Л.Н. Медведева [и др.] // Вестник

Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2019. – Т. 21. – №4. – С. 126-140.

6. Мелихов В.В. Влияние биотехнологий на рост эффективности рисоводства на Юге России / В.В. Мелихов // Научно-практический журнал «Региональная экономика» Юг России. - 2016. – №4 (14).

7. Пат. на полезную модель 209044 U1 Российская Федерация. Плавсредство для вселения микроводоросли *Chlorella vulgaris* в природные и искусственные водоемы / А.Е. Новиков [и др.]. - опубл. 31.01.2022.

8. Пат. на полезную модель RU 191241 U1 Российская Федерация. Установка для выращивания хлореллы / В.В. Мелихов [и др.]. - опубл. 11.03.2019.

9. Трусов В.Н. Эффективность минеральных удобрений при различных способах обработки почвы / В.Н. Трусов, В.М. Гармашов // Агрехимия. – №12. – 2020. – С. 19.

10. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021660667. Система искусственного интеллекта для альголизации пресноводных водоемов Юга России штаммом *Chlorella vulgaris* ифр № с-111 в расчете на площадь водного зеркала / А.Е. Новиков [и др.]. - выд. 30.06.2021.

11. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021681533. Моделирование параметров процесса альголизации водоема на основе определения степени адаптации *Chlorella vulgaris* к воде природных и искусственных водоемов / А.Е. Новиков [и др.]. - выд. 23.12.2021.

12. Стифеев А.И. Агроэкологическая оценка применения микроводоросли хлореллы в АПК / А.И. Стифеев [и др.] // Актуальные проблемы агропромышленного производства. – 2013. – С. 51.

13. Лукьянов В.А. Роль микроводорослей в растениеводстве / В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев // Экологическая безопасность региона. – 2012. – С. 219.

14. Лукьянов В.А. Экологически безопасная продукция на основе микроводоросли хлореллы / В.А. Лукьянов // Агропромышленный комплекс: контуры будущего. – 2012. – Ч. 1. – С. 162.

15. Лукьянов В.А. Сравнительная эффективность различных видов микроводорослей при возделывании ячменя в ЦЧР / В.А. Лукьянов, Е.В. Межевикина, В.В. Шашкова // Агропромышленный комплекс: контуры будущего. – 2014. – Ч. 1. – С. 88.

16. Лукьянов В.А. Микроводоросль *Chlorella vulgaris* Beijer – высокопродуктивный штамм для сельского хозяйства / В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев, С.Ю. Горбунова // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2015. – Т. 13. – С. 1576.

17. Gärtner G. ASIB: The Culture Collection of Algae at the Botanical Institute, Innsbruck / G. Gärtner // Nova Hedwigia. - 2004. - V. 79. - P. 71-76.

18. Lee R.E. Chlorellales / R.E. Lee // Phycology. – Cambridge: Cambridge University Press. - 2008. – P. 212-217.

19. Hilborn E.D. Algal Bloom-Associated Disease Outbreaks Among Users of Freshwater Lakes / E.D. Hilborn // Centers for Disease Control MMWR. – 2014. – V. 63. – No.1. – P. 11-15.

20. Current world fertilizer trends and outlook to 2016 (PDF). Rome: Food and Agriculture.

Bibliographic list

1. Bachura Ju. M. The effect of microalgae culture fluid on the growth and development of radish seeds / Ju.M. Bachura, T.D. Matveenkov // Bulletin of Science and Practice. – 2018. – V. 4. – No.11. – P. 220-227.

2. Gorbunova S.Ju. Potential productivity of *Chlorella vulgaris* microalgae on dark gray forest soils of the Central Chernozem region / S.Ju. Gorbunova, V.A. Luk'janov // "Pontus Euxinus 2015". – 2015.

3. Dmitrovich, N.P. The influence of cultivation conditions on the vitamin composition of the suspension of algae *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) and *Scenedesmus acutus* (Meyen) / N.P. Dmitrovich, T.V. Kozlova // Biotehnologija: dostizhenija i perspektivy razvitija: sbornik materialov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, g. Pinsk / Polesskij gosudarstvennyj universitet. – Pinsk, 2018. – P. 58-60.

4. Medvedeva L.N. Biotechnologies that increase the efficiency of agriculture / L.N. Medvedeva, M.V. Moskovec, A.V. Medvedev // Sovremennye problemy innovacionnogo razvitija sel'skogo hozjajstva i nauchnye puti tehnologicheskoy modernizacii APK: sbornik nauchnyh statej FGBNU Dagestanskij NIISH, Mahachkala. – Mahachkala, 2016. – P. 157-161.

5. Medvedeva L.N. The introduction of nature-saving technologies is an ecological imperative in the development of regions / L.N. Medvedeva [et al.] // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Jekonomika. – 2019. – V. 21. – No.4. – P. 126-140.

6. Melihov V.V. The impact of biotechnologies on the increase in the efficiency of rice farming in the South of Russia / V.V. Melihov [et al.] // Scientific and practical journal "Regional Economy" South of Russia. – 2016. – No.4 (14).

7. Pat. on the utility model 209044 U1 Russian Federation. Watercraft for the introduction of *Chlorella vulgaris* microalgae into natural and artificial reservoirs / A.E. Novikov [et al.] - publ. 31.01.2022.

8. Pat. on the utility model RU 191241 U1 Russian Federation. Plant for growing chlorella / V.V. Melikhov [et al.]. - publ. 11.03.2019.

9. Trusov V.N. The effectiveness of mineral fertilizers in various methods of tillage / V.N. Trusov, V.M. Garmashov // Agrohimiya. – No.12. – 2020. – P. 19.

10. Certificate of registration of the computer program 2021660667. Artificial intelligence system for algolization of freshwater reservoirs in the South of Russia with the strain of *Chlorella vulgaris* IFR No. C-111 based on the area of the water mirror / A.E. Novikov [et al.]. - ext. 30.06.2021.

11. Certificate of registration of the computer program 2021681533. Modeling of the parameters of the algolization process of a reservoir based on determining the degree of adaptation of *Chlorella vulgaris* to the water of natural and artificial reservoirs / A.E. Novikov [et al.]. - ext. 23.12.2021.

12. Stifeev A.I. Agroecological assessment of the use of chlorella microalgae in APK / A.I. Stifeev [et al.] // Actual problems of agro-industrial production. – 2013. – P. 51.
13. Luk'janov V.A. The role of microalgae in crop production / V.A. Luk'janov, A.I. Stifeev // Environmental safety of the region. – 2012. – P. 219.
14. Luk'janov, V.A. Environmentally safe products based on chlorella microalgae / V.A. Lukyanov // Agro-industrial complex: contours of the future. – 2012. – Part 1. – P. 162.
15. Luk'janov V.A. Comparative effectiveness of various types of microalgae in the cultivation of barley in the Central Asian Republic / V.A. Lukyanov, E.V. Mezhevikina, V.V. Shashkova // Agro-industrial complex: contours of the future. – 2014. – Part 1. – P. 88.
16. Luk'janov V.A. Microalgae *Chlorella vulgaris* Beijer is a highly productive strain for agriculture / V.A. Lukyanov, A.I. Stifeev, S.Y. Gorbunova // Scientific and methodological electronic journal "Concept". – 2015. – V. 13. – P. 1576.
17. Gärtner G. ASIB: The Culture Collection of Algae at the Botanical Institute, Innsbruck / G. Gärtner // Nova Hedwigia. - 2004. - V. 79. - P. 71-76.
18. Lee R.E. Chlorellales / R.E. Lee // Phycology. – Cambridge: Cambridge University Press. - 2008. – P. 212-217.
19. Hilborn E.D. Algal Bloom-Associated Disease Outbreaks Among Users of Freshwater Lakes / E.D. Hilborn // Centers for Disease Control MMWR. – 2014. – V. 63. – No.1. – P. 11-15.
20. Current world fertilizer trends and outlook to 2016 (PDF). Rome: Food and Agriculture.

**ОПТИМАЛЬНЫЕ ДОЗЫ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ ПОД КУКУРУЗУ НА БОГАРЕ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**OPTIMAL DOSES APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS
IN MAIZE ON BOGHARA
IN THE NORTH-WEST OF THE VOLGOGRAD REGION**

Е.В.Чугунова

А.П. Буравлёв

*Поволжский филиал ФГБНУ ВНИИОЗ, п. Учхоз, Волгоградская область,
Россия*

E.V. Chugunova

A.P. Buravlev

Volga branch of the FSBI VNIIOZ, Uchkhoz, Volgograd region, Russia

Аннотация: В современном сельскохозяйственном производстве важное значение имеют технологические приёмы возделывания культур. Применение современных технологий позволяет значительно увеличить потенциал урожайности. Кукуруза отзывчива на внесение минеральных удобрений и внекорневые подкормки, в зависимости от норм применения, урожайность зерна может возрасти на 35 -40 %. В статье приведены результаты исследований в северо – западной зоне Волгоградской области на богаре за три года 2019 - 2021 г. по дозам применения минеральных удобрений. Опыты закладывались при густоте 60 тыс. растений на га ,по четырём гибридам раннеспелой группы - Машук 175 мв, Хопёр 150 св, Хопёр 180 мв, Хопёр 200 мв на трёх фонах : N60P60K60, N90P90K90, N120P120K120 в сравнении с контролем без удобрений. Установлено, что в условиях богары при соблюдении технологических приёмов и внесение минеральных удобрений можно стабильно получать высокий урожай зерна гибридов кукурузы от 59,7 ц/га до 64,0 ц/га . На основании исследований установлено, что лучший результат по всем гибридам получен при применении удобрений в дозе N120P120K120 : Машук 175 мв 59,7 ц/га, Хопёр 150 св 58,6 ц/га, Хопёр 180 мв 62,6 ц/га , Хопёр 200 мв 64,0 ц/га. С увеличением доз применяемых удобрений от N60P60K60 до N120P120K120 урожайность зерна у гибрида Машук 175 мв увеличивалась от 53,8 ц/га до 59,7 ц/га, у Хопёр 150 св от 51,8 ц/га до 58,9 ц/га ,у Хопёр 180 мв 55,1 ц/га до 62,6 ц/га, у Хопёр 200 58,9 ц/га до 64,0 ц/га. Рост урожайности, на всех вариантах опытов связан с лучшей озерненностью початка, увеличением массы зерна с одного початка, при этом увеличивалась масса 1000 зерен, значения всех этих параметров возрастали с увеличением доз внесения удобрений.

Ключевые слова: кукуруза , удобрение, урожайность, гербицид, густота.

Abstract: In modern agricultural production, technological methods of culti-

vating crops are of great importance. The use of modern technologies can significantly increase the yield potential. Corn is responsive to the application of mineral fertilizers and foliar fertilizing, depending on the application standards, grain yield can increase by 35-40%. The article presents the results of research in the north –western zone of the Volgograd region on Bogar for three years 2019 - 2021 on the doses of mineral fertilizers. The experiments were laid at a density of 60 thousand . plants per hectare, according to four hybrids of the early ripening group - Mashuk 175 mv, Hopper 150 mv, Hopper 180 mv, Hopper 200 mv on three backgrounds : N60P60K60, N90P90K90, N120P120K120 in comparison with the control without fertilizers. It has been established that in the conditions of bogara, with the observance of technological methods and the application of mineral fertilizers, it is possible to consistently obtain a high grain yield of corn hybrids from 59.7 c / ha to 64.0 c/ ha. Based on research, it was found that the best result for all hybrids was obtained when applying fertilizers at a dose of N120P120K120: Mashuk 175 mv 59.7 c/ha, Hopper 150 sv 58.6 c/ha, Hopper 180 mv 62.6 c/ha, Hopper 200 mv 64.0 c/ha. With an increase in the doses of fertilizers used from N60P60K60 to N120P120K120, the grain yield of the Mashuk 175 mv hybrid increased from 53.8 c/ha to 59.7 c/ha, the Hopper 150 cb from 51.8 c/ha to 58.9 c/ha, the Hopper 180 mv 55.1 c/ha to 62.6 c/ha, the Hopper 200 58.9 c/ha to 64.0 c/ha. The increase in yield, in all variants of experiments, is associated with a better water content of the cob, an increase in the mass of grain from one cob, while the mass of 1000 grains increased, the values of all these parameters increased with increasing doses of fertilizers.

Key words: corn, fertilizer, yield, herbicide, density.

Введение. Кукуруза – важная культура в сельском хозяйстве с широким спектром использования. По площади посева кукуруза на третьем месте в мире после пшеницы и риса, а среди зернофуражных культур на первом.

В Волгоградской области в общем валом производстве зерновых кукуруза занимает 6%. В 2019 году площадь посева была 71 тыс. га; в 2020 году – 57 тыс. га; в 2021 году площади посева увеличились на 15 тыс. га по сравнению с предыдущим годом и составили 72,4 тыс. га.

Самый высокий валовый сбор зерна был отмечен в 2019 году – 405,7 тыс/т; в 2020 году 262 тыс/т; в 2021 году -324,3 тыс/т.

Интенсификация производства зерна предусматривает внесение минеральных удобрений на посевах кукурузы, что в значительной степени позволяет увеличить урожай на 35– 40 %.

В условиях северо-запада Волгоградской области изучено влияние доз минеральных удобрений, позволяющих получать стабильные урожаи зерна гибридов кукурузы.

Наибольший урожай был получен на фоне внесения минеральных удобрений с нормой N120P120K120, при густоте посева 60 тыс. растений на гектар[10].

Цель исследований – Определить оптимальную дозу внесения минеральных удобрений для возделывания гибридов кукурузы на зерно в условиях северо-запада Волгоградской области.

Материалы и методы. Исследования проводили в полевых условиях степной зоны, в северо-западной части Волгоградской области, в 6 км. от районного центра г. Урюпинск, на полях Поволжского филиала ФГБНУ ВНИИОЗ, в течении трех лет 2019-2021гг.

Почвенный покров – южный среднесплодный малогумусный среднесуглинистый чернозем. Глубина гумусного горизонта 35-45см, содержание гумуса в пахотном слое от 3,6 до 4,4%. Валовые запасы азота в этом слое почвы от 0,19 до 0,22%, фосфора 0,11-0,12% и общего калия 1,83-2,35%. Обменные основания представлены кальцием и магнием, причем в гумусовом горизонте на долю кальция приходится 75,9-85,6% от их суммы.

Реакция почвенного раствора близка к нейтральной. РН солевой вытяжки колеблется в пределах 6,6-6,7.

Погодные условия за три года изучения 2019-2021гг складывались контрастно.

2019г- соответствовал умеренно – засушливому характеру увлажнения. Весенне-летний период вегетации растений кукурузы по температурному режиму был теплее среднемноголетнего значения от +1,0°C в мае, до +2,2°C в июне, +2,3°C в июле, в августе на 3,0°C выше. За весь период вегетации, выпало 132 мм осадков, (многолетнее значение, 167,3 мм) особенно сухими были июнь-7 мм и сентябрь- 2мм.

Очень засушливым был 2020г. За весь период вегетации выпало всего 70,7мм осадков это меньше в 2,4 раза в сравнении с многолетним значением. Май, все летние месяцы, и сентябрь были теплее среднемноголетнего значения. В мае +1,5°C, в июне +1,6°C, и особенно высокие температуры воздуха были в июле и августе, +5,1°C и +3,0°C соответственно.

Самым благоприятным по увлажнению был 2021 год. По влагообеспеченности этот год стал выдающимся за многолетний срок метеонаблюдений. В период с мая по сентябрь выпало 339мм осадков, среднемноголетняя норма 167,3мм, это больше чем в 2 раза. Самыми жаркими месяцами были июль и август. В сравнении со среднемноголетними значениями температур воздуха в июле было выше на 3,1°C, в августе на 7,7°.

Результаты и обсуждение. Предшественником под посев кукурузы на зерно в Поволжском филиале была озимая пшеница по парам.

При выращивании кукуруза отзывчива на применение комплексных минеральных удобрений и микроэлементов [2,3,7].

Для формирования заданной урожайности на богаре (5,0-6,0т/га) растения кукурузы должны получать определенное количество питательных веществ из почвы. Для расчёта доз, применения минеральных удобрений проводили анализ почвы. С целью определения в ней дефицита количества легко доступных минеральных удобрений для растений, избытка тех или иных питательных элементов [5,9,13].

При посеве на богаре вносили сложные азотно-фосфорно-калийные удобрения (30+30+30 кг/га) в действующем веществе. Такие стартовые дозы важны в период с холодной весной, когда отсутствие фосфора и калия могут вызвать задержку развития растений. Стартовые удобрения применяли при посеве ку-

кукурузы в ранние сроки. В результате этого корневая система развивалась более активно, обеспечивался быстрый равномерный рост кукурузы в начальный период развития, быстрее смыкались междурядья и при этом затруднялся рост и развитие сорняков. Растения раньше зацветали не наблюдался большой разрыв в цветении метелок и початков, в меньшей мере проявлялись последствия стресса от засухи на процесс опыления и налива зерна, понижалась влажность зерна при уборке – все это способствовало повышению урожайности зерна кукурузы [1,12,6].

Эффективно дробное внесение удобрений, т.к. при этом можно уменьшить дозы их применения в целом за период вегетации за счет лучшего их усвоения растениями по фазам развития. Кроме того, уменьшается нагрузка вредных веществ на окружающую среду [11].

Важную роль в развитии растений кукурузы имеют микроэлементы. При проявлении признаков недостатка цинка посеvy кукурузы опрыскивали водным раствором сернокислого цинка плюс магний (700-900 г/га при расходе рабочей жидкости 200-300 л/га). Такую обработку совмещали с внекорневой подкормкой карбамидом (10-15 кг/га)[4].

В последние годы мы использовали биопрепараты для внекорневых подкормок растений и обработки семян, с целью увеличения энергии роста и повышения иммунитета растений.

Одним из наиболее эффективных препаратов является КорнСТАРТ. Средство устраняет острый дефицит фосфора и цинка, оптимизирует рост растений на самых ранних этапах, способствует увеличению урожайности. Идеальное соотношение азота, фосфора и цинка способствует экономичному и в то же время максимальному использованию основного почвенного питания[8,14]. Препарат минимизирует воздействие стресса и ускоряет процессы восстановления (рисунок 1).



Рисунок 1 - Растения кукурузы после обработки в фазу вегетации препаратом КорнСТАРТ

В таблице 1 приведены результаты изучения раннеспелых гибридов кукурузы и элементов урожайности, озерненность початка, масса 1000 зёрен, масса зерна с одного початка, в зависимости от норм применения удобрений, за 2019-2021 год.

Таблица 1 - Основные показатели опыта на богаре в Поволжском филиале (2019-2021 гг.)

Доза минеральных удобрений	Густота растений на 1 га, тыс.	Урожай зерна при 14% влажности, ц/га	Озерненность початка, шт	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 початка, г
Машук 175 мв					
Контроль без удобрений	60	50,9	430	200	95,4
N60 P60 K60	60	53,8	443	221	106,0
N90 P90 K90	60	56,0	440	234	117,0
N120 P120 K120	60	59,7	452	248	124,0
Хопёр 150св					
Контроль без удобрений	60	47,5	410	230	97,6
N60 P60 K60	60	51,8	418	248	106,3
N90 P90 K90	60	54,5	427	260	115,0
N120 P120 K120	60	58,6	432	266	123,3
Хопёр 180 мв					
Контроль без удобрений	60	52,0	421	225	98,8
N60 P60 K60	60	55,1	430	243	105,2
N90 P90 K90	60	59,2	446	251	110,4
N120 P120 K120	60	62,6	458	263	116,9
Хопёр 200 мв					
Контроль без удобрений	60	53,7	449	215	100,0
N60 P60 K60	60	58,9	455	228	107,7
N90 P90 K90	60	59,3	470	235	112,3
N120 P120 K120	60	64,0	486	250	120,0
НСР 095 ДЛЯ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ГИБРИ- ДОВ	2,3 ц/га 0,8 ц/га				

В проведённом опыте по нормам внесения минеральных удобрений по каждому изученному гибриду было четыре варианта применяемых доз: I - контроль без удобрений; II - N60P60K60; III - N90P90K90; IV - N120P120K120. Все

четыре гибрида по-разному реагировали при выращивании без применения удобрений. Самый низкий урожай был у гибрида Хопер 150 СВ – 47,5 ц/га, самый высокий у Хопер 200 МВ – 53,7 ц/га. Второе место по урожайности на этом фоне у гибрида Хопер 180 МВ – 52,0 ц/га и Машук 175 мв дал 50,9 ц/га. Следует отметить, что на всех четырёх фонах, у всех гибридов была сформирована одинаковая густота стояния - 60 тыс/га.

С применением удобрений, на всех вариантах доз, урожайность всех гибридов возрастала в прямой арифметической прогрессии. С дозой применения N60P60K60 урожайность зерна варьировала у гибридов от 51,8 ц/га (Хопер 150 СВ) до 58,9 ц/га у Хопер 200 МВ. Это на 4,3 ц/га - 5,2 ц/га соответственно выше, чем на контроле без удобрений. На этом же варианте Машук 175 мв превысил контроль на 2,9 ц/га, а Хопер 180 мв на 3,1 ц/га.

В варианте N90P90K90 самый высокий урожай зерна был у гибрида Хопёр 200 МВ 59,3 ц/га, высоким урожаем отмечен гибрид Хопер 180 МВ – 59,2 ц/га. Машук 175 МВ имел 56,0 ц/га, а Хопер 150СВ – 54,5 ц/га. В данной группе превышение по уровню продуктивности в сравнении с контрольным значением составило от 5,6 ц/га до 7,0 ц/га.

При применении удобрений в количестве N120P120K120 урожайность всех гибридов была самая высокая в сравнении с предыдущими вариантами. Машук 175СВ – 59,7 ц/га, Хопер 150 СВ – 58,6 ц/га, Хопер 180 МВ – 62,6 ц/га и Хопёр 200 МВ 64,0 ц/га. Превышение по урожайности по сравнению с контролем без удобрения от 8,8 ц/га у Машук 175 МВ до 11,1 ц/га у Хопёр 150СВ.

Следует отметить, что с увеличением доз внесения удобрений улучшалась озернёность початков, особенно явно это прослеживалось на гибридах Хопер 180 МВ и Хопер 200МВ. В прямой арифметической прогрессии увеличивалась масса 1000 зёрен. У гибрида Машук 175МВ на 48г выше на варианте N120P120K120 в сравнении с контролем без удобрений, у Хопёр 150СВ масса зёрен возросла на 36г, у Хопер 180 МВ на 38г, у Хопер 200 МВ на 35г.

Признак масса зерна с одного початка также изменялся в прямой пропорции в зависимости от фона. В сравнении с вариантом без удобрений масса возрастала от 18,1г до 28,6г. Больше всех увеличился этот показатель у гибрида Машук 175 МВ на 28,6г.

Заключение. Для получения высокого потенциала урожайности зерна раннеспелых гибридов кукурузы 58-64 ц/га на богаре лучшим вариантом является густота посева 60 тыс. растений на гектар. Внесение минеральных удобрений в дозе N120P120K120, которая положительно влияет на продуктивность гибридов, улучшает показатели элементов продуктивности, способствуют лучшему формированию початков. Применение современного препарата Корн-Старт в фазу вегетации по листьям повышает иммунитет растений, способствует лучшему развитию, повышает стрессоустойчивость после внесения гербицидов и к засухе.

Библиографический список

1. Багринцева В.Н. Эффективность применения под кукурузу аммиачной селитры, аммофоса и нитроаммофоски в Ставропольском крае / В.Н. Багринце-

ева [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2018. – №2. – С. 27-31.

2. Бородычѐв В.В. Особенности агротехники зерновой кукурузы на орошаемых землях Нижнего Поволжья / В.В. Бородычѐв [и др.] // Плодородие. – 2016. – №1 (88). – С. 35-37.

3. Дубенок Н.Н. Продуктивность кукурузы на зерно на орошаемых светло-каштановых почвах / Н.Н. Дубенок [и др.] // Научная жизнь. – 2016. – №7. – С. 16-27.

4. Каменев Р.А. Продуктивность зерновой кукурузы в условиях Нижнего Дона, под влиянием минеральных удобрений и бактериальных препаратов / Р.А. Каменев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – №9 – С. 11-17.

5. Кашуков М.В. Применение органоминеральных удобрений под гибриды кукурузы / М.В. Кашуков, З.Х. Топалова // Аграрная наука. – 2011. – №5. – С. 23-24.

6. Кривошеев Г.Я. Параметры гибридов кукурузы, создаваемых для условий недостаточного и неустойчивого увлажнения / Г.Я. Кривошеев // Зерновое хозяйство России. – 2017. – №1 (49). – С. 29-34.

7. Кузнецов П.И. Энерго- и ресурсосбережение при возделывании зерновой кукурузы на орошаемых землях / П.И. Кузнецов, А.Е. Новиков // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – №5. – С. 44-47.

8. Парпуренко Н.В. Научное обеспечение агропромышленного комплекса / Н.В. Парпуренко, А.И. Супрунов // Сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. – 2017. – С. 1289-1290.

9. Пискарева Л.А. Эффективность совместного применения минеральных удобрений и стимуляторов роста при возделывании кукурузы в условиях ЦЧЗ / Л.А. Пискарева, А.Ю. Чевердин // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – №5-3 (56). – С. 193-196.

10. Сѐмина С.А. Густота растений и уровень минерального питания, как факторы регулирования урожайности зерна кукурузы / С.А.Сѐмина, И.В. Гаврюшина, Ю.А. Сѐмина // Нива Поволжья. – 2018. – С. 57-62.

11. Технология возделывания кукурузы // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – №2. – С. 79-84.

12. Сотченко В.С. Урожай и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы в разных экологических условиях в зависимости от сроков посева / В.С. Сотченко // Кормопроизводство. – 2019. – №4. – С. 26-31.

13. Усанова З.И. Влияние расчѐтных доз удобрений и густоты стояния на продуктивность кукурузы, вынос и хозяйственный баланс основных элементов питания / З.И. Усанова, И.В. Шальнов, А.С. Васильев // Земледелие. – 2016. – №3. – С. 23-26.

14. Piskareva L.A. Influence of mineral fertilizers and growth regulators for maize yield / L.A. Piskareva, A.Yu. Cheverdin // Journal of Agriculture and Environment. – 2020. – №3 (15). – С. 24-28.

Bibliographic list

1. Bagrintseva V.N. The effectiveness of the use of ammonium nitrate, ammophos and nitroammophosky in the Stavropol Territory for corn / V.N. Bagrintseva, V.V. Bukarev, S.V. Nikitin, I.N. Ivashenko, M.A. Cherkasova // Corn and sorghum. – 2018. – No.2. – P. 27-31.
2. Borodychjov V.V. Features of agricultural technology of grain corn on irrigated lands of the Lower Volga region / V.V. Borodychjov, N.N. Dubenok, A.E. Novikov, G.V. Konovalova // Plodorodie. – 2016. – No.1 (88). – P. 35-37.
3. Dubenok N.N. Corn productivity for grain on irrigated light chestnut soils / N.N. Dubenok [et al.] // Scientific life. – 2016. – No.7. – P. 16-27.
4. Kamenev R.A. Productivity of grain corn in the conditions of the Lower Don, under the influence of mineral fertilizers and bacterial preparations / R.A. Kamenev [et al.] // Agrarian Scientific Journal. – 2019. – No.9. – P.11-17.
5. Kashukoev M.V. The use of organomineral fertilizers for corn hybrids / M.V. Kashukoev, Z.H. Topalova // Agrarian Science. – 2011. – No.5. – P. 23-24.
6. Krivosheev G.Ya. Parameters of corn hybrids created for conditions of in sufficient and unstable moisture / G.Ya. Krivosheev // Grain farming of Russia. – 2017. – No.1 (49). – P. 29-34.
7. Kuznecov P.I. Energy and resource conservation in the cultivation of grain corn on irrigated lands / P.I. Kuznecov, A.E. Novikov // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. – 2013. – No.5. – P. 44-47.
8. Parpurenko N.V. Scientific support of the agro-industrial complex / N.V. Parpurenko, A.I. Suprunov // Collection of articles based on the materials of the XI All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University and the 80th anniversary of the formation of the Krasnodar Territory. – 2017. – P. 1289-1290.
9. Piskareva L.A. The effectiveness of the combined use of mineral fertilizers and growth stimulants in the cultivation of corn in the conditions of the Central processing Plant / L.A. Piskareva, A.Yu. Cheverdin // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2021. – No.5-3 (56). – P. 193-196.
10. Semina S.A. Plant density and mineral nutrition level as factors of corn grain yield regulation / S.A. Semina, I.V. Gavryushina, Yu.A. Semina // Niva of the Volga region, 2018, – P. 57-62.
11. Sotchenko V.S. Corn cultivation technology / V.S. Sotchenko, V.L. Bagrintseva // Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol – 2015. – No.2. – P. 79-84.
12. Sotchenko V.S. Harvest and harvesting moisture of corn hybrids in different environmental conditions depending on the timing of sowing / V.S. Sotchenko // Feed production. – 2019. – No.4. – P. 26-31.
13. Usanova Z.I. Influence of calculated doses of fertilizers and standing density on corn productivity, removal and economic balance of basic nutrition elements / Z.I. Usanova, I.V. Shalnov, A.S. Vasiliev // Agriculture. – 2016. – No.3. – P. 23-26.
14. Piskareva L.A. Influence of mineral fertilizers and growth regulators for maize yield / L.A. Piskareva, A.Yu. Cheverdin // Journal of Agriculture and Environment. – 2020. – No.3 (15). – P. 24-28.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ
В ОРОШАЕМЫХ АГРОЦЕНОЗАХ ПОВОЛЖЬЯ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОУДОБРЕНИЙ**

**PRODUCTIVITY AND QUALITY OF POTATOES IN IRRIGATED
AGROCENOSSES OF THE VOLGA REGION WITH
THE USE OF MICRONUTRIENTS**

В.А. Шадских, доктор сельскохозяйственных наук

В.Е. Кизжаева, кандидат сельскохозяйственных наук

В.О. Пешкова, кандидат биологических наук

А.В. Шрамко

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс, Россия

V.A. Shadskikh, Doctor of Agricultural Sciences

V.E. Kizhaeva, Candidate of Agricultural Sciences

V.O. Peshkova, Candidate of Biological Sciences

A.V. Shramko

Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russia

Аннотация: В статье представлены результаты оценки влияния микроудобрений, применяемых в течение вегетационного периода на продуктивность картофеля на орошаемых землях. Полевые опыты по оценке эффективности применения микроудобрений при возделывании картофеля проводились в опытно-производственном хозяйстве Волжского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации на темно-каштановых среднесуглинистых почвах. Проведены агрохимические анализы почвы. Полученные данные характеризуют почву на экспериментальных участках, как средне обеднённую с низким содержанием доступного азота. Применение микроудобрений молибдена и марганца в фазу всходов обеспечили снятие стресса после применения аммофоса и по вегетации до полегания ботвы провели листовую подкормку, которая обеспечила получение качественного урожая картофеля до 60 т/га.

Ключевые слова: микроудобрения, картофель, корневая подкормка, листовая подкормка, бор, цинк, медь, молибден, марганец, продуктивность.

Abstract: The article presents the results of assessing the impact of micro fertilizers used during the growing season on potato productivity on irrigated lands. Field experiments to assess the effectiveness of the use of micro fertilizers in potato cultivation were conducted in the experimental production farm of the Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation on dark chestnut medium loamy soils. Agrochemical analyses of the soil were carried out. The data obtained characterize the soil in the experimental plots as medium depleted with a

low content of available nitrogen. The use of micro-fertilizers of molybdenum and manganese in the germination phase provided stress relief after the use of ammophos and during the growing season before the tops were laid, leaf fertilization was carried out, which ensured a high-quality potato harvest of up to 60 t / ha.

Key words: micro fertilizers, potatoes, root dressing, leaf dressing, boron, zinc, copper, molybdenum, manganese, productivity.

Введение. В течение вегетации картофеля проходит следующие фазы роста и развития: всходы, бутонизация, клубнеобразование, цветение, созревание, спелость плодов, полное отмирание ботвы. Вегетационный период развития картофеля условно разделяют на три периода.

Первый период – от всходов до начала цветения. На этом этапе главным образом увеличивается масса ботвы. Прирост клубней незначителен.

Второй период охватывает цветение и продолжается до прекращения прироста ботвы (практически до начала ее увядания). В это время происходит наиболее интенсивный прирост клубней.

Третий период – от прекращения прироста ботвы до естественного ее увядания. Прирост клубней еще продолжается, но менее интенсивно, чем во втором периоде.

Площадь питания на одно растение картофеля зависит от плодородия и влагообеспеченности почвы, крупности клубней и особенностей сорта [8, 10]. Для скороспелых сортов она меньше, чем для поздних. Густота посадки, при площади питания на одно растение 30-35x70 см, должна быть в пределах 41-48 тыс. растений на гектар, а при посадке клубнями весом 30-40 г густота насаждений достигает 50-52 тыс. растений на гектар.

В течение вегетационного периода роста и развития картофеля, установлено, что в 1 т урожая клубней с соответствующим количеством ботвы 0,4 т и корневых остатков содержится: N – 4,8 кг; P₂O₅ – 2,2 кг и K₂O – 10,3 кг.

Картофель выносит с урожаем из почвы значительное количество питательных веществ, больше всего он потребляет калия и азота. При урожае клубней 15 т/га выносятся 84 кг азота, фосфорной кислоты - 41 кг и окиси калия - 192 кг с гектара. Калий и фосфор имеют большое значение для образования крахмала в клубнях, азот необходим для ростовых процессов картофеля.

Увеличение норм азотных удобрений приводит к удлинению периода вегетации и образованию объемной надземной массы, а не способствует увеличению количества клубней. Растения остаются дольше более молодыми и подверженными воздействию неблагоприятных внешних условий произрастания. Эффективное применение основных элементов питания в виде макроудобрений и снимающих стресс и стимулирующих продуктивность микроудобрений позволяет получать стабильные урожаи картофеля [7, 9].

Наибольший эффект в увеличении урожая и улучшении его качества достигался при комплексном использовании минеральных удобрений.

Материалы и методы. Одним из важных критериев повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является пищевой режим.

Исследования почв на экспериментальных участках ОПХ «ВолжНИИ-ГиМ» проводились в 2020-2022 гг. Изучалось плодородие и обеспеченность почвы элементами питания для картофеля в соответствии с календарным планом и по общепринятым методикам [2, 3, 5, 6].

Применены следующие методики [4, 11, 12, 13, 14]:

- образцы для определения содержания питательных элементов в почве отбирались в слое 0-30 см; средний образец взят из десяти почвенных проб;
- рН солевой суспензии в модификации ЦИНАО ГОСТ 26483-85;
- содержание подвижного азота – ГОСТ 26488-85 «Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО»;
- содержание фосфора и калия ГОСТ 26205-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО»;
- гумус определен по методу Тюрина в модификации ЦИНАО – ГОСТ 26213-912;
- гранулометрического состава верхнего горизонта почвы по методу режущих колец Н.А. Качинского на основе соотношения частиц для определения типа почв ГОСТ 12536-2014 «Грунты методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава».
- Методы определения качества картофеля изложены в ГОСТ 7194-81 [3].

Результаты и обсуждение. Результаты исследований свидетельствуют о высокой отзывчивости картофеля на улучшение минерального питания. Решения по срокам и дозам внесения удобрений принимались после анализа почвы в агрохимической лаборатории в ФГБНУ «ВолжНИИГиМ».

Картофель выносит из почвы на каждое 10 т клубней и соответствующего количества ботвы 50 кг N; 20 кг P₂O₅; 90 кг K₂O; 40 кг CaO и 20 кг MgO. Посадки картофеля выносят в среднем: азота – 115 кг, фосфора – 35 и калия – 75 кг. На темно-каштановых почвах экспериментального участка требуется вносить азота – 60 кг, фосфора – 70-80 и калия – 40-60 кг действующего вещества на гектар.

Таким образом, из основных элементов питания он потребляет больше всего калия, затем азота и меньше фосфора. Наибольшее количество питательных веществ картофель потребляет в периоды интенсивного нарастания надземной массы и клубнеобразования. К концу вегетации поступление питательных веществ уменьшается и прекращается в начале засыхания листьев.

Для роста и развития картофель использует азот из почвы в виде минеральных солей азотной кислоты и соли аммония.

Калий участвует в процессах фотосинтеза, белковом и углеводном обменах. При недостатке фосфора нарушается нормальное развитие растения [1, 15].

До всходов надземной массы картофеля создали оптимальные условия для прорастания клубней и внесли на всех вариантах опыта удобрение NH₄H₂PO₄+NH₄NO₃+KCl нитроаммофоску (N₁₆ P₁₆ K₁₆) с расчетом 4 кг на 1 сотку экспериментального участка.

В таблице 1 представлена обеспеченность картофеля доступными форма-

ми макроэлементов на начало вегетации картофеля.

Таблица 1 - Степень обеспеченности картофеля элементами питания

Сорт картофеля	N- NO ₃ , мг/100 г	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O мг/100 г	гумус	pH почвы
Мемфис	3,40	5,50	38,00	2,54	8,20
Коломбо	3,22	4,95	33,80	2,49	7,90
Фламинго	3,50	5,20	35,40	2,48	8,10
Среднее	3,37	5,22	35,73	2,50	8,07
Обеспеченность	достаточная	достаточная	высокая	средняя	щелочные

В начале периода вегетации содержание доступного азота NO₃ было 3,37 мг/100 г почвы, что характеризуется достаточной обеспеченностью почвы. Содержание подвижного фосфора – 5,22 мг/100 г почвы, достаточное на начало вегетации для роста и развития надземной массы и клубней картофеля. Обменный калий находился в почве в пределах 35,73 мг/100 г почвы, что характеризует высокую степень обеспеченности этим элементом почвы опытного участка. Содержание гумуса в почве не изменилось после предшественника и составило 2,50 %, pH = 8,07.

Увеличение норм азотных удобрений приводит к удлинению периода вегетации и образованию объемной надземной массы, а не способствует увеличению количества клубней. Растения остаются дольше более молодыми и подверженными воздействию неблагоприятных внешних условий произрастания. Нитроаммофоску, содержащую азот в легкодоступной форме, целесообразно применять под предпосадочную обработку почвы. Для внесения минеральных удобрений использовали разбрасыватели МВУ – 8, МВУ – 12.

Для восполнения элементов питания и снятия стресса на стадии посадки картофеля после примененных макроудобрений нитроаммофоски (N,P,K) в начале вегетации культуры внесли микроудобрение «Марганец» (из расчета 5 мл/л рабочего раствора на 10 м² экспериментального участка), которое повышает морозостойкость, усиливает процесс фотосинтеза и синтез белков, усиливает образование хлорофилла, повышает стрессоустойчивость при всходах.

После всходов надземной массы внесли «Бор», который обеспечивает картофель сбалансированным питанием микроэлементами в хелатной форме. Препарат в количестве 40 мл разводили в 10 л воды и рабочий раствор использовали на площади 10 м². Проведение подкормки важно и в течение всего периода вегетации, поэтому провели листовую подкормку, 20 мл разводили в 10 л воды с расчетом на 10 м² площади экспериментального участка. Внекорневая подкормка проводится при первых признаках дефицита бора каждые 15-20 дней.

В течение вегетации применяли жидкое органоминеральное удобрение «Агрис» марка «Цинк», из расчета 5 мл/л на 10 м², которое улучшает влагоудерживающую способность картофеля, увеличивает коэффициент усвояемости минеральных удобрений, усиливает биосинтез гормонов роста и хлорофилла, ис-

пользовали 2 раза до фазы цветения картофеля.

Также в течение вегетации картофеля вносили «Медь», как в виде корневой подкормки – 30 мл на 10 л воды, с расчетом применения рабочего раствора на 10 м², так и внекорневой подкормки, 10 мл развели в 10 л воды с расчетом на 10 м² и опрыскали приготовленным рабочим раствором учетную делянку. Необходимые микроэлементы для роста и развития картофеля повышают содержание в клубнях сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты и белка.

Перед гребнеобразованием на посадках картофеля внесли вторую дозу нитроаммофоски (N₁₆ P₁₆ K₁₆) с расчетом 35 кг 1 сотку экспериментального участка. В таблице 2 представлена обеспеченность картофеля доступными формами макроэлементов питания в середине вегетации картофеля, фаза - начало бутонизации.

Таблица 2 - Степень обеспеченности картофеля элементами питания

Сорт картофеля	N- NO ₃ , мг/100 г	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O мг/100 г	гумус	pH почвы
Мемфис	3,57	5,85	40,00	2,65	7,50
Коломбо	3,33	5,35	43,80	2,50	7,70
Фламинго	3,63	5,25	45,40	2,55	8,00
Среднее	3,51	5,48	43,06	2,57	7,73
обеспеченность	достаточная	достаточная	высокая	средняя	щелочные

В середине периода вегетации содержание доступного азота NO₃ – 3,51 мг/100 г почвы, что характеризуется достаточной обеспеченностью почвы. Содержание подвижного фосфора – 5,48 мг/100 г почвы, достаточное на середину вегетации для роста и развития надземной массы и клубней картофеля. Обменный калий находился в почве в пределах 43,06 мг/100 г почвы, что характеризует высокую степень обеспеченности этим элементом почвы опытного участка. Содержание гумуса в почве не изменилось и составило 2,57%, pH = 7,73. Микроудобрения внесли под картофель на экспериментальном участке ОПХ «ВолжНИИГиМ» корневым методом.

Предварительно перед основной уборкой картофеля подсчитали биологический урожай картофеля, который достигал у сорта Мемфис – 68 т/га, у сорта Коломбо – 61 т/га, Фламинго – 59 т/га.

Заключение. Внесение макро- и микроудобрений положительно влияет на продуктивность картофеля. Поведенный анализ почвы на экспериментальных участках до посадки картофеля показал, что почвы не истощены, а внесенные макро- и микроудобрения (B, Mo, Zn, Cu, Mn) после посадки позволили получить урожай картофеля – 60 т/га.

Библиографический список

1. Бутов А.В. Картофель в ЦЧР: монография / А.В. Бутов. - Елец, 2004. - 335 с.

2. ГОСТ 12.3.037–84. ССБТ. Применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.
4. ГОСТ 7194-81 Группа С49. Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - 5 изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 2010. - 352 с.
7. Картофель: меняем технологию: материал газеты «Поле августа». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://agrovesti.net>.
8. Мелихов В.В. Проектирование и расчёт систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.]. – Волгоград, 2017. – 184 с.
9. Нарушев В.Б. Прогрессивная технология возделывания картофеля в Саратовской области: практические рекомендации / В.Б. Нарушев, Ю.А. Иванов, С.А. Преймак. - Саратов. 2012. - 52 с.
10. Новиков А.Е. Агрэкологическая оценка перспективных сортов картофеля и особенности агротехники на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А.Е. Новиков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – №3. – С. 15-24.
11. Особенности возделывания картофеля при орошении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.newtechagro.ru>.
12. Почвы. Методы определения органического вещества: ГОСТ 26213-91 (действует).
13. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО: ГОСТ 26205-91 (действует).
14. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26205-91 (действует).
15. Шадских В.А. Выращивание сельскохозяйственных культур по заданной программе / В.А. Шадских, В.Е. Кижяева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2008. - №8. - С. 46-49.

Bibliographic list

1. Butov A. V. Kartofel' v CCHR: monografiya. – Elec, 2004. - 335 p.
2. GOST 12.3.037–84. SSBT. Primenenie mineral'nyh udobrenij v sel'-skom hozyajstve i lesnom hozyajstve. Obshchie trebovaniya bezopasnosti.
3. GOST 28168-89. Pochvy. Otbor prob.
4. GOST 7194-81 Gruppy S49. Kartofel' svezhij. Pravila priemki i metody opredeleniya kachestva.
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. - 5 izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.

6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) / B.A. Dospekhov. - 6-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 2010. - 352 p.
7. Kartofel': menyaem tekhnologiyu: material gazety «Pole avgusta» [Electronic resource]. - Mode of access: <https://agrovesti.net>.
8. Melihov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.]. – Volgograd, 2017. – 184 p.
9. Narushev V.B. Progressivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya kartofelya v Saratovskoy oblasti: prakticheskie rekomendacii / V.B. Narushev, YU.A. Ivanov, S.A. Prejmak. – Saratov, 2012. - 52 p.
10. Osobennosti vozdeleyvaniya kartofelya pri oroshenii [Electronic resource] - Mode of access: <https://www.newtechagro.ru>.
11. Novikov A.E. Agroecological assessment of promising potato varieties and special agricultural technology on light chestnut soils of the Volgograd region / A.E. Novikov [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. - 2022. - No.3. - P. 15-24.
12. Pochvy. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva: GOST 26213-91 (dejstvuet).
13. Pochvy. Opredelenie nitratov po metodu CINAO: GOST 26205-91 (dejstvuet).
14. Pochvy. Opredelenie podvizhnyh soedinenij fosfora i kaliya po metodu Machigina v modifikacii CINAO: GOST 26205-91 (dejstvuet).
15. Shadskih V.A. Vyrashchivanie sel'skohozyajstvennykh kul'tur po zadannoj programme / V.A. Shadskih, V.E. Kizhaeva // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. - 2008. - No.8. - P. 46-49.

**ВКЛЮЧЕНИЕ В ТАРЕЛКУ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ ПРОДУКТОВ
ИЗ СОИ ВОЛГОГРАДСКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

**INCLUDING SOYA PRODUCTS FROM VOLGOGRAD SELECTION
IN THE PLATE OF HEALTHY FOOD**

С.С. Шалаева¹, кандидат медицинских наук, доцент

Л.Н. Медведева^{2,3}, доктор экономических наук

К.А. Медведева¹

И.Д. Шалаев⁴

¹*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», г. Волгоград, Россия*

^{2,3}*ФГБОУ ВО Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ, г. Волгоград, Россия*

⁴*ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград, Россия*

S.S. Shalaeva¹, Candidate of Medical Sciences, Docent

L.N. Medvedeva^{2,3}, Doctor of Economics Sciences

K.A. Medvedeva¹

I.D. Shalaev⁴

¹*Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia*

^{2,3}*Volzhskiy Polytechnic Institute (branch) Volgograd state technical University, Volgograd, Russia*

⁴*Volgograd State University, Volgograd, Russia*

Аннотация: В статье представлены материалы, раскрывающие некоторые аспекты повышения активного долголетия. По данным ВОЗ к 2025 году на планете Земля будет более 1 млрд. людей возрастом более 60 лет [7,18]. Показано, что развитие технологий активного долголетия, направленных на предупреждение возникновения заболеваний, укрепление и восстановление здоровья, предотвращение развития клинической симптоматики на доклинической стадии входят в повестку дня большинства стран мира. Полноценное питание является одним из важнейших факторов, формирующим здоровье и трудовой потенциал нации. От того, насколько рационально питается человек, зависят его физическое и умственное состояние, способность сопротивляться инфекциям и неблагоприятным факторам внешней среды. За последнее годы в России был принят ряд законов в области активного долголетия и сбалансированного питания, что положительно сказывается на положении пожилых людей в обществе [7]. Показано, что видовой предел жизни человека составляет 110-120 лет, однако, средняя продолжительность жизни в России у мужчин составляет – 68,2 лет, женщин – 78,1лет, что подчеркивает актуальность рассматриваемых вопросов. Представлены направления развития активного долголетия и рационального питания:

социально-экономические, медицинские, экологические; результаты исследований ученых ФГБНУ ВНИИОЗ по выведению новых сортов сои пищевой направленности [12,13]. *Цель исследования* – обобщить материал, раскрывающий направленность процессов активного долголетия, рассмотреть возможности включения в рацион питания пожилых людей Нижнего Поволжья продуктов, полученных из сои волгоградской селекции. Показано, что для решения проблемы активного долголетия требуются не только новые научные знания, но и серьезные институциональные преобразования, позволяющие внедрить новые технологии, обеспечивать производство продуктов геродиетического назначения, в их числе: полностью сбалансированных продуктов; продуктов, предназначенных для коррекции питания (обогащенных нутриентами); пищевых модулей (премиксов), позволяющих корректировать дневной рацион; продуктов, способствующих профилактике и лечению болезней [10,11,17].

Ключевые слова: городская жизнь, пожилые люди, геродиетика, коррекция питания, соя, продукты из сои, механизм старения, физиология человека.

Abstract: The article presents materials that reveal some aspects of increasing active longevity. According to WHO, by 2025 there will be more than 1 billion people over 60 years old on the planet Earth. It is shown that the development of active longevity technologies aimed at preventing the occurrence of diseases, strengthening and restoring health, preventing the development of clinical symptoms at the preclinical stage are on the agenda of most countries of the world. Good nutrition is one of the most important factors that shape the health and labor potential of the nation. From how rationally a person eats, his physical and mental state, the ability to resist infections and adverse environmental factors depend. In recent years, a number of laws have been adopted in Russia in the field of active longevity and balanced nutrition, which has a positive effect on the position of older people in society. It is shown that the species limit of human life is 110 - 120 years, however, the average life expectancy in Russia for men is 68.2 years, for women - 78.1 years, which emphasizes the relevance of the issues under consideration. Directions for the development of active longevity and rational nutrition are presented: socio-economic, medical, environmental; the results of research by scientists of the Federal State Budgetary Scientific Institution VNIIOZ on the development of new varieties of soybeans for food purposes. The purpose of the study is to summarize the material that reveals the direction of the processes of active longevity, to consider the possibility of including products obtained from Volgograd selection in the diet of older people in the Lower Volga region. It is shown that in order to solve the problem of active longevity, not only new scientific knowledge is required, but also serious institutional changes that allow the introduction of new technologies, ensure the production of gerodietetic products, including: fully balanced products; products intended for nutrition correction (enriched with nutrients); food modules (premixes) that allow you to adjust the daily diet; products that contribute to the prevention and treatment of diseases.

Key words: urban life, elderly people, gerodietetics, dietary modification, soy, soy products, aging mechanism, human physiology.

Введение. Актуальность исследования обосновывается тем, что по данным Всемирной организации здравоохранения продолжительность жизни и количество людей старших возрастов постоянно растет, к 2025 году должно достичь – в 1 млрд. В Российской Федерации насчитывается 30 млн. человек старше трудоспособного возраста, Волгоградской области – 759 тыс. чел. (из них 23% – инвалиды). Одним из доминантных направлений современной жизни в больших городах является развитие технологий активного долголетия, направленных на предупреждение возникновения заболеваний, укрепление и восстановление здоровья, предотвращение развития клинической симптоматики на доклинической стадии. В системе здравоохранения это направление способствует развитию персонализированной медицины и профилактики социально-значимых заболеваний; учету эндогенных и экзогенных факторов в развитии преждевременного старения. В свою очередь, полноценное питание является одним из важнейших факторов, формирующих здоровье и трудовой потенциал нации [1,2]. От того, насколько рационально питается человек, зависят его физическое и умственное развитие, уровень работоспособности и продолжительности жизни, а также сопротивляемость организма к инфекциям и неблагоприятным факторам внешней среды. За последнее время были приняты ряд законодательных актов в области активного долголетия и сбалансированного питания: Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции Российской Федерации до 2030 года; национальные проекты «Демография» и «Здравоохранение». На международной арене наиболее известные: Венский международный план действий по проблемам старения (1982), Мадридская конференция по проблемам старения (2002), Шанхайская платформа по проблемам старения. В рамках совместного проекта ООН и Европейской комиссии был разработан индекс активного долголетия (ИАД), позволяющий измерять неиспользованный потенциал граждан старшего поколения. В 2017 году данный индекс был рассчитан НИИУ ВШЭ для России, россияне в возрасте 55 лет и старше отстают от наилучшего европейского показателя, наблюдаемого в Швеции на 37%. Известно, что видовой предел жизни человека составляет 110 – 120 лет. Однако средняя продолжительность жизни в разных странах с устойчивыми социально-экономическими показателями колеблется в пределах 70 – 75 лет, что является результатом преждевременного старения. Из этого следует, что биологический резерв жизни человека составляет 30 – 45 лет. В России средняя продолжительность жизни у мужчин – 68,2 лет, женщин – 78,1лет.

Мировой и российский опыт свидетельствует, что существуют множество различных технологий активного долголетия, которые можно сгруппировать как социально-экономические, медицинские и экологические, но нет единого мнения, какая из технологий, является наиболее эффективной и в каком

направлении их развивать. В числе основоположников научного направления по созданию сбалансированных продуктов питания: Богатырев А.Н., Григоров Ю.Г., Козловская С.Г., Зайцев А.Н., Чеботарев Д.Ф., Юдина С.Б., Покровский А.А., Харитонов В.Д., Краюшкин С.И., Шалаева С.С.

Анализ опыта развитых стран показывает, что теме активного и здорового долголетия, качества жизни уделяется большое внимание. В числе лидеров Япония и Швеция, Продолжительностью жизни в этих странах является самой высокой: более 82 лет. Результаты исследований в Швеции показывают, что поддержание физической работоспособности пожилых людей способствует удовлетворению потребности повседневной жизни, что позволяет человеку сохранять функциональную независимость [1,7,10]. В Японии большое внимание уделяется первичной профилактике: программа «Health Japan 21» (HJ21) направлена на повышение осведомленности о здоровье и поддержке усилий по укреплению здоровья в целях увеличения продолжительности здоровой жизни и ее качества. Для решения комплексной проблемы активного долголетия требуются не только новые научные данные, но и структурные преобразования, позволяющие внедрить новые методы и подходы. Перспективным направлением считается создание продуктов геродиетического профиля, наиболее полно и адекватно отвечающих потребностям организма людей пожилого возраста; коррекция питания с помощью продуктов, обогащенных одним или несколькими нутриентами; создание пищевых модулей (премиксов), позволяющих корректировать как одноразовый прием пищи, так и дневной рацион в целом; разработка продуктов, способствующих профилактике и лечению гериатрических болезней [2,6,16]. По мнению Академика РАН Чеботарева Д.Ф., питание является единственным средством, пролонгирующим видовую продолжительность жизни на 25-40%.

Исследования, проводимые учеными многих стран мира, в том числе и России, убедительно показали, что с пищей в организм поступает более 600 различных веществ (нутриентов), полностью обеспечивающие человека не только энергией, основными пищевыми веществами, макро- и микронутриентами, но и рядом непищевых компонентов. Научные представления о путях создания новых продуктов геродиетического назначения можно разделить на несколько направлений: создание полностью сбалансированных продуктов; создание продуктов, предназначенных для коррекции питания (обогащенные нутриентами); создание пищевых модулей (премиксов), позволяющих корректировать дневной рацион в целом; создание продуктов, обогащенных биологически активными компонентами; создание продуктов, способствующих профилактике и лечению гериатрических болезней [1,2,6]. Актуальность создания таких продуктов из сои волгоградской селекции исходит из того, что гериатрия, изучая особенности лечения заболеваний в пожилом и преклонном возрасте, обосновывает использование продуктов, получаемых из сельскохозяйственных растений ареала обитания людей [11].

Материалы и методы. Исследование проведено на основе контент-анализа российских и зарубежных научных публикаций, материалов исследова-

ний, проведенных в Волгоградском государственном медицинском университете, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия (Волгоград). При подготовке статьи использовались данные Федеральной службы статистики, Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений, медицинской клиники «ВитаНова» (Волгоград).

Результаты и обсуждение. По данным ООН к 2050 году самая экономически активная часть населения, которая находится в возрасте от 20 до 60 лет практически не будет превышать половину общества (рисунок 1).



Рисунок 1 - Доля людей старше 60 лет по экономически развитым странам [8]

Численность пожилых людей в Российской Федерации растёт стремительно без замещения равноценным количеством трудоспособных граждан (рисунок 2).

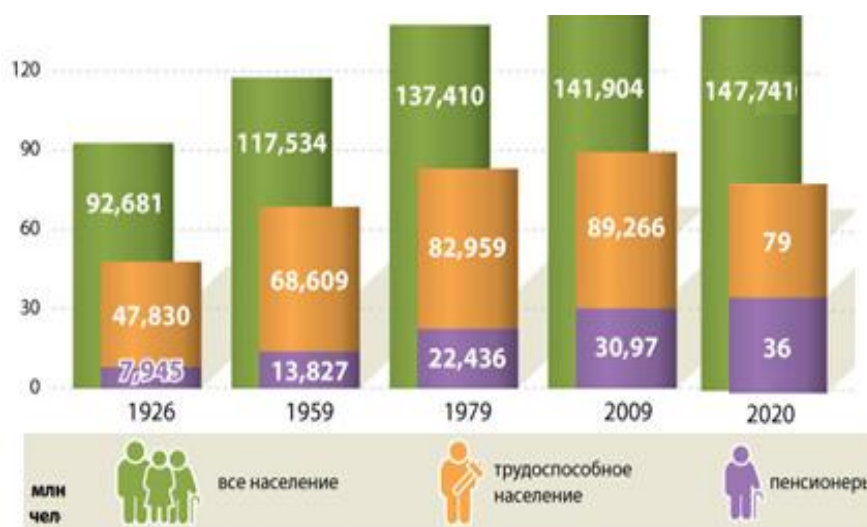


Рисунок 2 - Соотношение трудоспособных граждан и пенсионеров в России, по годам [8]

В ходе опроса, проведенного в медицинских учреждениях Волгограда, в

том числе в клинике ВитаНова, было установлено, что 73% пожилых пациентов дают негативную оценку своему здоровью; 40,1% указывают на низкую востребованность профессиональных навыков, что заставляет их сидеть дома или работать на низкооплачиваемых должностях; 48,6% неудовлетворены своей жизнью, не сложившейся личной семейной жизнью. В последние годы пожилые люди стали отдельной демографической, социальной и медико-биологической категорией, требующей изучения. По данным, опубликованным на сайте Минтруда и соцзащиты РФ, в стране насчитывается 4192 государственных учреждения, предоставляющих социальное обслуживание пожилым гражданам и инвалидам: из них 30 геронтологических центров. Современная медицина сформировала основные принципы питания пожилых людей: строгое соответствие энергоценности пищевого рациона фактическим энергозатратам. Рекомендуемое потребление энергии, белков, жиров и углеводов в день для мужчин возраста 60 -75 лет - 2300 ккал, белков - 70 г, из них животного происхождения - 38; жиров - 77 г, углеводов - 333 г ; для женщин возрастов 60-74 лет - 2100 ккал, белков - 65 г, из них животного происхождения - 35 г, жиров - 70 г, углеводов - 305 г[2,5,12]. В Гарвардской школе питания была разработана методика, получившая название: «Тарелка здорового питания», которая позволяла решить несколько важнейших задач — обеспечить умеренность в питании и решить вопрос дефицита макронутриентов (белков, жиров, углеводов). По задумке авторов методики «тарелку» делят на 3 части: 1/2 приходится на овощи, зелень, фрукты, ягоды, 1/4 отводится под белки (мясо, птица, рыба, творог, бобовые, яйца), 1/4 под цельнозерновые крупы, хлеб, картофель, бобовые. Методика даёт свободу выбора и возможность варьировать калорийность (рисунок 3).

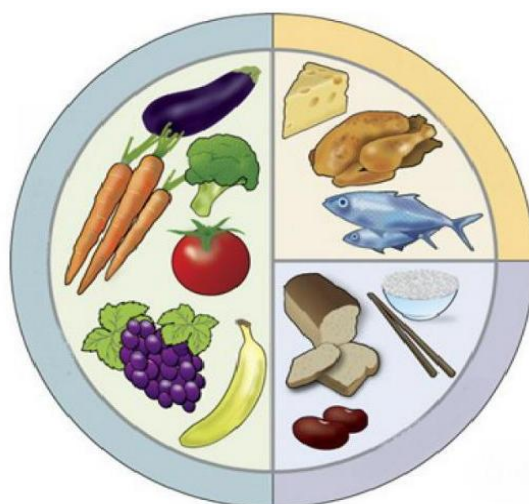


Рисунок 3 - Проект Роспотребнадзора «Здоровое питание»
(источник: xn----8sbehgcimb3cfabqj3b.xn--p1ai)

Эти тарелки отражают оптимальные пропорции нутриентов, в рамках которых и передано возможное разнообразие. Основаны они на современных рекомендациях ВОЗ, FDA, USDA, Health Medical School (Healthy Eating Plate),

Health Canada [4]. Для продолжающих работать пожилых людей указанные нормы могут быть повышены с учетом характера труда. Эпидемиологические исследования свидетельствуют, что лица напряженного интеллектуального труда менее подвержены когнитивным нарушениям и деменции. До недавнего времени казалось, что процесс старения не поддается контролю. Однако, в последние десятилетия в биogerонтологии был сделан ряд важных открытий. Доступные глазу признаки старения – это молекулярные изменения, которых насчитывается – девять (рисунок 4) [2,3,5,6,15].



Рисунок 4 - Основные молекулярные признаки старения организма

Исследования показали, что между типом питания и продолжительностью жизни есть прямая связь. В геронтологии известны два клеточных сигнальных пути, ослабление которых приводит к удлинению жизни у многих организмов: сигнальный путь инсулина (IIS) и сигнальный путь mTOR [3,11,17]. Эти сигнальные пути тесно переплетены между собой и определяют уровень питательных веществ в клетке. mTOR и IIS активируются компонентами пищи: углеводами в большей степени активируется IIS, а аминокислотами – mTOR-сигналинг. Сложные углеводы (клетчатка, крахмал) перевариваются постепенно, не вызывая сильного роста уровня сахара в крови и резких выбросов инсулина, в то время как простые углеводы (сахароза, глюкоза) приводят к скачку сахара в крови через 10 минут после употребления, что провоцирует выработку инсулина. Для того, чтобы оценить, насколько возрастает уровень сахара в крови после потребления того или иного продукта, были введены такие параметры как гликемический индекс и гликемическая нагрузка. Поскольку mTOR активируется аминокислотами, то их невысокое содержание в пище способно увеличить продолжительность жизни, а избышек углеводов и белков способствует атеросклерозу, остеопорозу, нейродегенеративным заболеваниям, раку. Можно сказать, что процесс старения – это следствие чрезмерной стимуляции клеток посредством

постоянной «бомбардировки» питательными веществами, ростовыми факторами, митогенными стимулами. Исследование показывает, что некоторые функции иммунной системы можно корректировать с помощью определенного рациона питания. Например, повышенные дозы витамина Е способны усилить функции Т-клеток у пожилых людей, а поступление с продуктами питания аминокислоты триптофана и значительного количества клетчатки благоприятно влияет на кишечную микрофлору. Известно, что кишечная микробиота продуцирует короткие жирные кислоты (*short-chain fatty acid, SCFA*), которые способствуют делению и поддержанию регуляторных Т-клеток. Нормальная микрофлора вытесняет патогенные бактерии, способствует развитию Т-хелперов 17. Повлиять на процессы старения могут, отчасти, продукты, полученные из сои [9]. Соя культурная (лат. *Glycine max*) – однолетнее растение из семейства бобовых, является одной из основных белковых и одновременно масличных мировых культур [19]. В России сою возделывают на 3 млн. га (со средней урожайностью – 1,6 т/га). Нижнее Поволжье (Волгоградская область) относится к перспективным зонам для возделывания сои на орошении. Соя широко используется не только как источник растительного белка, но и как компонент многих обработанных пищевых продуктов. Соевый белок усваивается организмом на 93-95%, что близко к усвояемости белка рыбы и мяса, и во много раз выше, чем для белка других растений. Соевое молоко используется в качестве альтернативы обычному молоку людьми, которые не переносят молочные продукты или хотят избегать молока, а сыр Тофу – основной источник растительного белка в вегетарианской диете. К ферментированным соевым продуктам относят: соевый соус, темпе, мисо и натто. Соя богата важными питательными веществами: углеводами, белками, жирами, витаминами С, В6, К, а также тиамином, рибофлавином, фолатом, железом, магнием, фосфором, цинком, марганцем, медью. Кроме того, соя содержит пребиотическое волокно и несколько полезных фитохимических веществ, таких как растительные стеролы и изофлавоны. В отличие от некоторых растительных белков, соевый считается полноценным, так как содержит все девять незаменимых аминокислот, которые организм не может вырабатывать самостоятельно и должен получать с пищей. Гликемический индекс сои – 15 ед., калорийность 100г сухих семян составляет – 330 ккал [3,5]. На протяжении многих лет ученые ФГБНУ ВНИИОЗ занимаются селекцией сои – выведены различные по морфобиологическим признакам сорта: Волгоградка 1, Волгоградка 2, ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 31 (рисунок 5) [12,13].

В Волгоградской области из года в год увеличиваются площади посева под сою, сегодня – 10 тысяч га, в предстоящие года планируется увеличить до 50 тысяч, при этом иметь урожайность на уровне 2,0 – 2,3 т/га. Соя, как никакая другая культура, очень отзывчива на применение и совершенствование агромероприятий возделывания. Она особенно положительно реагирует на капельное орошение. Данный способ полива сои менее уплотняет почву на глубину корнеобитаемого слоя, а постоянное нахождение воды в почве повышает относительную влажность воздуха в растительном покрове, активизирует более

интенсивное минеральное питание растений. Стоимость товарного зерна сои тесно связана с уровнем накопления сырого протеина в семенах. При показателе белковости зерна 30-35% цена сои составляет в среднем 20 тыс. руб./т. Концентрация белка 37 - 40% способствует повышению цены до 25 тыс. руб./т. Селекционная деятельность ученых ФГБНУ ВНИИОЗ позволила получить бобы сои с высоким содержанием сырого протеина (таблица 1) [13,14].



Рисунок 5 - Сорт сои Волгоградка 2 и получаемые из нее продукты

Таблица 1 - Состав бобов сои, выведенных в ФГБНУ ВНИИОЗ, %

Сорта	Содержание сырого протеина		Содержание жира	
	Колебания	Среднее	Колебания	Среднее
Волгоградка 1	34,5 - 41,3	37,2	18,6 – 19,2	19,1
ВНИИОЗ 86	36,5 – 40,6	38,8	18,5 – 18,7	18,1
ВНИИОЗ 76	34,4 – 40,3	36,8	19 – 19,7	19,3
ВНИИОЗ 31	34,5 – 40,5	37,2	18,6 – 19,1	18,6
Волгоградка 2	37,4 – 39,6	38,6	17 - 19	18,3

Заключение. Проблема увеличения продолжительности жизни является многогранной, так как на процесс старения влияют взаимосвязанные эндогенные и экзогенные факторы, включающие не только медицинские, но и экологические и социально-экономические, которые активно проявляются в больших городах. Для долголетия и повышения качества жизни необходимо ретардированное старение, когда биологический возраст меньше хронологического. Каждый человек имеет индивидуальный темп и особенности старения, поэтому необходим персонифицированный подход для разработки методов профилактики естественных процессов жизнедеятельности, позволяющих предупреждать возрастные заболевания и продлевать здоровый период жизни. Положительный опыт ведущих стран в области долголетия показывает, что один из путей использования методики Гарвардской школы питания – «Тарелка здорового питания», которая позволяет обеспечить умеренность в питании и решить вопрос дефицита макронутриентов. Для государства важным остается вопрос поиска и использования комбинации медицинских, экологических и социально-экономических технологий, позволяющих обеспечить условия для физической активности людей пожилого возраста, своевременного обеспечения их лекарственными препаратами.

Получаемые учеными ФГБНУ ВНИИОЗ в результате селекции разноспелые и высокопродуктивные сорта сои с высоким качеством зерна, найдут свое применение в национальной кухне. Масло, полученное из семян сорта Волгоградка 1 содержит линолевой кислоты (55,4%), линоленовой – 8,9%. Из бобов сои можно получить 8 литров высококачественного соевого молока, 1,5 кг сыра Тофу. Лучшими сортами для пищевого использования являются Волгоградка 1, ВНИИОЗ 86.

Библиографический список

1. Беляева М.А. Разработка рациона питания для пожилых людей на основе принципов здорового питания / М.А. Беляева, Е.В. Христинина // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. - 2020. - С. 319-325.
2. Борозенцева В.А. Характеристика питания у людей пожилого возраста с адентией: гериатрические и диетологические аспекты / В.А. Борозенцева [и др.] // Научные результаты биомедицинских исследований. - 2022. - Т. 8. - С. 246-258.
3. Волевер Т.М. Гликемический индекс: методология и клинические последствия / Т.М. Волевер [и др.] // Am J Clin Nutr. - 1991. - №54. – С. 846-854.
4. Джабоева А.С. Рациональное питание как основной фактор здоровой жизни пожилых людей / Джабоева А.С. [и др.] // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. - 2021. - №4 (34). - С. 27-34.
5. Колумбани П.К. Рекомендации по гликемическому индексу и нагрузке – динамические диетические рекомендации в контексте заболеваний / П.К. Колумбани // Physiol Behav. - 2004.
6. Краюшкин С.И. Сахарный диабет и COVID-19: особенности ведения больных / С.И. Краюшкин, О.Н. Родионова // Лекарственный вестник. - 2020. - Т. 14. - С. 29-33.
7. Медведева Л.Н. Социально-экономический потенциал сельского населения пенсионного возраста в реализации стратегии развития АПК России [Электронный ресурс] / Л.Н. Медведева, М.А. Тимошенко // Росстат. - 2019. - 180 с. – Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения 18.08.2022).
8. Панина Е.В. Концептуальные подходы к использованию продуктов переработки бобов сои при производстве функциональных продуктов питания / Панина Е.В. [и др.] // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. - 2022. - №1 (18). - С. 51- 62.
9. Пожилое население России: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] / Аналитический центр при Правительстве РФ. – Режим доступа: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/8485.pdf> (дата обращения 18.08.2022).
10. Пындак В.И. Нетрадиционные удобрения и короткоротационные севообороты при возделывании сои и картофеля / В.И. Пындак, А.Е. Новиков // Аграрная наука. - 2013. - №12. - С. 18-19.

11. Тефикина С.Н. Пути поддержания и коррекции питания пожилых людей / С.Н. Тефикина, О.А. Орловцева, А.С. Беляева // Проблемы развития современного общества. – Курск, 2021. - С. 71-74.
12. Толоконников В.В. Селекция отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием экономический значимости для национальной экономики / В.В. Толоконников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - №4 (60). - С. 68-79.
13. Толоконников В.В. Адаптированные высокобелковые сорта сои для возделывания в мелиорированных агроландшафтах Южной и Центральной России / В.В. Толоконников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2018. - №4 (52). - С. 79-84.
14. Хаслер К.М. Сердечно-сосудистые эффекты соевых продуктов / К.М. Хаслер // J Cardiovasc Nurs. - 2002. - №16. - С. 50-63.
15. Шалаева С.С. Оценка влияния терапии мельдониумом в составе комбинированной терапии у больных с диабетической автономной кардиальной нейропатией на показатели вариабельности сердечного ритма / С.С. Шалаева // Инновационные технологии в эндокринологии. – Москва, 2021. - С. 156-159.
16. Krayushkin S.I. Subject tests: propedeutics of internal diseases / S.I. Krayushkin [et al.] // A tutorial for students in the specialty "Gastroenterology, Hematology" in English. – Volgograd, 2021. - Part III.
17. Medvedev A.V. Neural network, ecological ecotone and telehealth in the development of rural areas during the crisis period caused by the pandemic Covid-19 / A.V. Medvedev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021.
18. Soybean and Oil Crops Market Outlook [Electronic resource] / USDA United States Department of Agriculture. - 2016 – Mode of access: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/market-outlook.aspx/> (accessed 03.07.2022).

Bibliographic list

1. Belyaeva M.A. Development of a diet for the elderly based on the principles of healthy eating / M.A. Belyaeva, E.V. Khristinina // Safety and quality of agricultural raw materials and food. - 2020. - P. 319-325.
2. Borozentseva V.A. Characteristics of nutrition in elderly people with adentia: geriatric and nutritional aspects / V.A. Borozentseva [et al.] // Scientific results of biomedical research. - 2022. - No.8. - P. 246-258.
3. Volever T.M. Glycemic index: methodology and clinical implications / T.M. Volever [et al.] // Am J Clin Nutr. - 1991. - No.54. – P. 846-854.
4. Dzhaboeva A.S. Rational nutrition as the main factor in the healthy life of the elderly / A.S. Dzhaboeva [et al.] // Proceedings of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University. V.M. Kokova. - 2021.- No.4 (34). - P. 27-34.

5. Columbani P.K. Glycemic Index and Load Recommendations – Dynamic Dietary Recommendations in the Context of Disease / P.K. Columbani // *Physiol Behav.* - 2004.
6. Krayushkin S.I. Diabetes mellitus and COVID-19: features of patient management / S.I. Krayushkin, O.N. Rodionova // *Medicinal Bulletin.* 2020. - No.14. - P. 29-33.
7. Medvedeva L.N. Socio-economic potential of the rural population of retirement age in the implementation of the strategy for the development of the agro-industrial complex of Russia [Electronic resource] / L.N. Medvedeva, M.A. Timoshenko // *Official statistic Rosstat.* - 180 p. – Mode of access: <http://www.gks.ru> (accessed 18.08.2022).
8. Panina E.V. Conceptual approaches to the use of soybean processing products in the production of functional food / E.V. Panina [et al.] // *Technologies and commodity science of agricultural products.* - 2022. - No.1 (18). - P. 51-62.
9. The elderly population of Russia: problems and prospects / Analytical Center under the Government of the Russian Federation - Mode of access: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/8485.pdf> (accessed 18.08.2022).
10. Pyndak V.I. Unconventional fertilizers and short-rotation crop rotations in the cultivation of soybeans and potatoes / V.I. Pyndak, A.E. Novikov // *Agrarian science.* - 2013. - No.12. - P. 18-19.
11. Tefikova S.N. Ways to maintain and correct the nutrition of the elderly / S.N. Tefikova, O.A. Orlovtsseva, A.S. Belyaeva // *Problems of the development of modern society.* - Kursk. 2021. - P. 71-74.
12. Tolokonnikov V.V. Selection of irrigation-responsive soybean varieties with justification of economic significance for the national economy / V.V. Tolokonnikov [et al.] // *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education.* - 2020. - No.4 (60). - P. 68-79.
13. Tolokonnikov V.V. Adapted high-protein soybean varieties for cultivation in reclaimed agrolandscapes of South and Central Russia / V.V. Tolokonnikov [et al.] // *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education.* - 2018. - No.4 (52). - P.79-84.
14. Hasler K.M. Cardiovascular effects of soy products / K.M. Hasler // *J Cardiovasc Nurs.* - 2002. - No.16. - P. 50-63.
15. Shalaeva S.S. Evaluation of the effect of meldonium therapy as part of combination therapy in patients with diabetic autonomic cardiac neuropathy on heart rate variability / S.S. Shalaeva // *Innovative technologies in endocrinology.* – Moscow, 2021. - P. 156 - 159.
16. Krayushkin S.I. Subject tests: propedeutics of internal diseases / S.I. Krayushkin [et al.] // *A tutorial for students in the specialty "Gastroenterology, Hematology" in English.* – Volgograd, 2021. - Part III.
17. Medvedev A.V. Neural network, ecological ecotone and telehealth in the development of rural areas during the crisis period caused by the pandemic Covid-19 / A.V. Medvedev [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* - 2021.

18. Soybean and Oil Crops Market Outlook [Electronic resource] / USDA United States Department of Agriculture. - 2016 – Mode of access: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/market-outlook.aspx/> (accessed 03.07.2022).

**Секция 3. ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРМОВЫХ
КУЛЬТУР И КАЧЕСТВА КОРМОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ОРОШАЕМЫХ
ПОЛЕВЫХ И ЛУГОВЫХ УГОДЬЯХ**

УДК 633.31./37:631.67

**РЕЗУЛЬТАТЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ
МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ
НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**RESULTS OF AGROECOLOGICAL TESTING OF PERENNIAL
LEGUMES ON IRRIGATED LANDS OF THE LOWER VOLGA REGION**

Н.И. Бурцева, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия

N.I. Burtseva, Candidate of Agricultural Sciences

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia

Аннотация: Многолетние бобовые травы являются источником высокобелковых кормов для сельскохозяйственных животных. Наряду с этим они играют большую роль в улучшении почвенного плодородия. Создание новых современных сортов и увеличение набора бобовых трав дает возможность ввести в кормопроизводство региона новые виды бобовых культур, в том числе нетрадиционные для Нижнего Поволжья. На орошаемых землях опытного поля ВНИИОЗ проводилась серия опытов по испытанию видов бобовых культур, способных в условиях Нижнего Поволжья формировать урожаи на уровне традиционной люцерны. В исследования были включены перспективные сорта синегибридной люцерны, вязеля пестрого, лядвенца рогатого, клевера лугового и белого, козлятника восточного. После трехлетнего выращивания этих культур на поле оставалось от 9,5 до 12,0 т корневой массы, в результате чего происходило обогащение почвы элементами питания (азотом, фосфором, калием). Изучаемые виды бобовых трав формировали урожаи зеленой массы на уровне 21-33 т/га – в первый, 62-91 – второй и 63-82 т/га в третий год жизни. По содержанию кормовых единиц выделились клевер луговой, козлятник восточный и лядвенец рогатый. Наибольшее количество протеина было в биомассе вязеля, козлятника и люцерны синегибридной. По результатам исследований особо ценными культурами, пригодными для возделывания в регионе наряду с люцерной синегибридной является клевер луговой и козлятник восточный. Использование их в кормопроизводстве позволит получать высокие и стабильные урожаи высококачественной кормовой массы и улучшать почвенное плодородие.

дие.

Ключевые слова: многолетние бобовые травы, накопление корней, урожайность, качество корма.

Abstract: Perennial leguminous grasses are a source of high-protein feed for farm animals. Along with this, they play an important role in improving soil fertility. The creation of new modern varieties and an increase in the set of legumes makes it possible to introduce new types of legumes into the fodder production of the region, including non-traditional ones for the Lower Volga region. On the irrigated lands of the experimental field of VNIIOZ, a series of experiments was conducted to test the types of legumes capable of forming yields at the level of traditional alfalfa in the conditions of the Lower Volga region. The research included promising varieties of blue- and yellow-hybrid alfalfa, variegated elm, horned clover, meadow and white clover, Eastern goat. After three years of growing these crops, from 9.5 to 12.0 tons of root mass remained in the field, as a result of which the soil was enriched with nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium). The studied species of legumes formed yields of green mass at the level of 21-33 t/ha – in the first, 62-91 – in the second and 63-82 t/ha in the third year of life. According to the content of fodder units, meadow clover, eastern goat and horned lyadvenets were distinguished. The largest amount of protein was in the biomass of elm, goat and alfalfa blue hybrid. According to the research results, meadow clover and eastern goat clover are particularly valuable crops suitable for cultivation in the region along with blue hybrid alfalfa. Their use in feed production will allow to obtain high and stable yields of high-quality feed mass and improve soil fertility.

Key words: perennial leguminous grasses, root accumulation, yield, feed quality.

Введение. Для снабжения населения страны продукцией животноводства необходимо решить проблему стабильного обеспечения сельскохозяйственных животных кормами, имеющими высокую энергетическую и протеиновую питательность [2]. Многолетние бобовые культуры, выращиваемые на орошаемых землях, дают возможность удовлетворить потребность животных в кормах на 70%. Кроме этого, они обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию негативных проявлений климата. Многолетние травы повышают эффективность севооборотов, увеличивают урожайность последующих культур, улучшают структуру и плодородие почв, защищают ее от эрозии и дефляции [6, 8, 9, 13, 14, 15]. Благодаря использованию солнечной энергии, фотосинтезу, накоплению биологического азота многолетние травы обеспечивают продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных земель и агроландшафтов [1, 3, 7, 10, 12].

В Нижнем Поволжье люцерна издавна является главной кормовой культурой. Благодаря высокой продуктивности, долголетию, кормовым и агротехническим достоинствам она занимает основные площади посевов многолетних трав. Создание новых интенсивных зимостойких и жароустойчивых сортов люцерны, клевера, козлятника, лядвенца и др. бобовых культур делает возможным

привлечение этих ценных растений в кормопроизводство и орошаемое земледелие региона [4, 5, 11].

В связи с этим задачей исследований, проводимых во ВНИИОЗ, является изучение возможности добавления современных сортов этих культур к традиционной люцерне и адаптация их к местным условиям. В агроэкологическом испытании проводилась оценка комплекса хозяйственно ценных признаков сортов клевера лугового и белого, козлятника восточного, лядвенца рогатого, вязеля пестрого и люцерны.

Материалы и методы. Исследования выполнялись на опытном поле института. Почвы светло-каштановые с содержанием гумуса 1,5-1,7 %, подвижного фосфора 21-26 мг/кг почвы, обменного калия – 220-290 мг. Плотность почвы в слое 0,7 м равна 1,34 т/м³, наименьшая влагоемкость - 22,2 %, порозность - 48,4 %.

Фосфорные и калийные удобрения вносили под основную обработку почвы в запас на три года пользования, азотные - дробно, под каждый укос.

Посев трав проводили весной, подпокровно. Норма высева клевера и лядвенца - 9,0, люцерны - 7,5, вязеля и козлятника - 6,0, покровного овса - 3,5 млн. всхожих семян на гектар.

Предполивной 80%-ный порог влажности почвы на посевах трав поддерживали вегетационными поливами нормой 450 м³/га. В зависимости от метеоусловий в годы исследований оросительные нормы изменялись от 2,0 до 4,5 тыс. м³/га.

Уборку овса проводили в фазу выметывания метелки, бобовых трав - в фазу бутонизации - начала цветения на зеленый корм или сено.

Закладка опыта и сбор экспериментальных данных проводился в соответствии с общепринятыми методиками [Методические указания по программированию урожаев на орошаемых землях Поволжья, 1984; Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. - М: ВИК, 1997; Методика полевого опыта в условиях орошения. - Волгоград: ВНИИОЗ, 1989]. Повторность вариантов четырехкратная, размещение делянок систематическое, площадь каждой делянки 90 м².

Результаты и обсуждение. Продуктивность посевов многолетних трав определяется в значительной степени густотой стояния и изреживанием растений в течение вегетационного и зимнего периодов. В наших опытах изучаемые бобовые травы имели относительно низкую полноту всходов: у клевера белого, козлятника восточного и вязеля пестрого она изменялась от 36 до 40%, люцерны желтогибридной, клевера лугового и лядвенца рогатого - от 42 до 46% и у люцерны синегибридной полнота всходов равнялась 50% (рис. 1).

Максимальная гибель растений (26-34%) изучаемых видов трав приходилась на период от полных всходов до уборки покрова. На посевах последующих лет жизни изреживание травостоев клевера, вязеля, лядвенца и козлятника было в 1,4-2,2 раза ниже, чем у люцерны. Зимние периоды в годы проведения исследований были благоприятными для перезимовки всех бобовых трав, их гибель не превышала 5-7%.

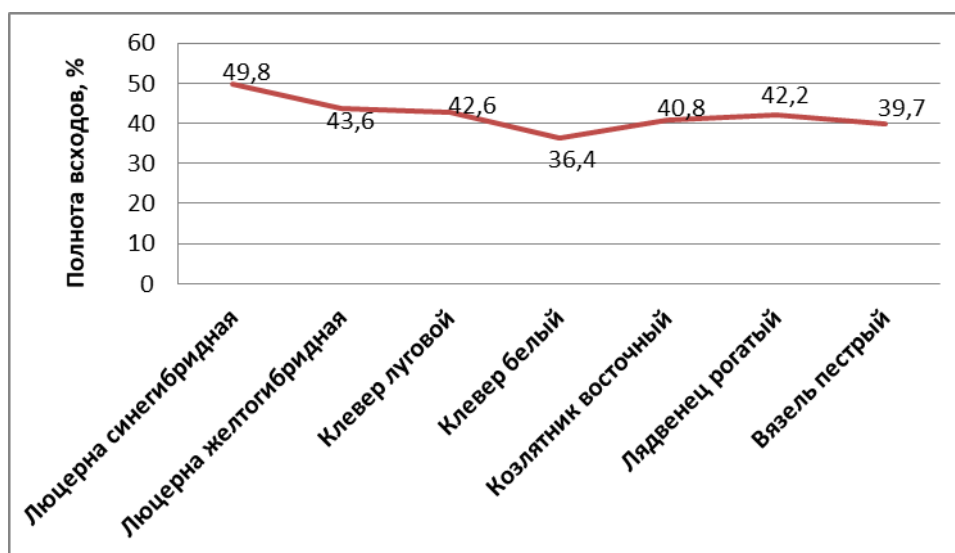


Рисунок 1 - Средняя полнота всходов многолетних бобовых культур

Ценность многолетних бобовых трав определяется их способностью накапливать в почве большое количество органики и пополнять за ее счет запасы питательных веществ. В наших опытах самую большую корневую массу оставляли в полуметровом слое почвы посеvy козлятника и клевера лугового – 11,55-12,04 т/га. Вязель и лядвенец накапливали от 9,50 до 11,02 т/га сухих корней. Люцерна после трехлетнего возделывания оставляла 10,28-11,02 т корней (рис. 2).



Рисунок 2 - Динамика накопления корневой массы многолетними травами разных лет жизни

Химический анализ корневых остатков показал, что содержание азота в них изменяется по видам трав от 1,50 до 1,88, фосфора - 0,74-0,96, калия - 0,86-1,24%. С учетом этого следует отметить, что изучаемые бобовые травы после трехлетнего выращивания оставляют после себя от 143 до 240 кг азота, 70-90 - фосфора и 85-150 кг калия.

Способность бобовых культур фиксировать атмосферный азот с помо-

щью клубеньковых бактерий является важной особенностью многолетних трав.

В наших опытах динамика образования активных клубеньков зависела от вида, возраста травостоя и укоса. Самое высокое количество розовых клубеньков отмечалось на посевах второго года жизни в первом укосе у козлятника восточного – 41,8, вязеля пестрого - 42,9, клевера лугового - 37,7 и люцерны синегибридной - 30,7 шт./раст. К четвертому укосу их количество снижалось соответственно до 10,3, 9,5, 7,8 и 4,2.

Оптимизация условий выращивания изучаемых многолетних трав благоприятствовала получению высоких показателей фотосинтетической деятельности. Максимальную листовую поверхность образовывали во второй год жизни посеvy люцерны синегибридной, клевера лугового – 61,2-62,5 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал изменялся от 3,83 до 3,89 млн. м² дней/га, а продуктивность фотосинтеза - от 5,15 до 5,33 г/м² сутки. У лядвенца, вязеля и клевера белого процесс фотосинтеза отмечался меньшими показателями, а травостой козлятника восточного работал продуктивнее, чем посеvy клевера и люцерны лучших сортов.

Посевы второго года жизни формировали максимальную урожайность зеленой массы - 62,2-91,4 т против 20,8-33,0 - в первый, 62,5-82,5 – в третий год жизни. В год посева урожайность большинства сортов изучаемых бобовых трав по сравнению с лучшим районированным сортом синегибридной люцерны Надежда была ниже. Во второй год равную с нею урожайность формировали посеvy клевера лугового. В третий год жизни продуктивность люцерны снижалась, а клевер и козлятник формировали урожай на 10,8-33,3% выше в сравнении с ней (рис. 3).

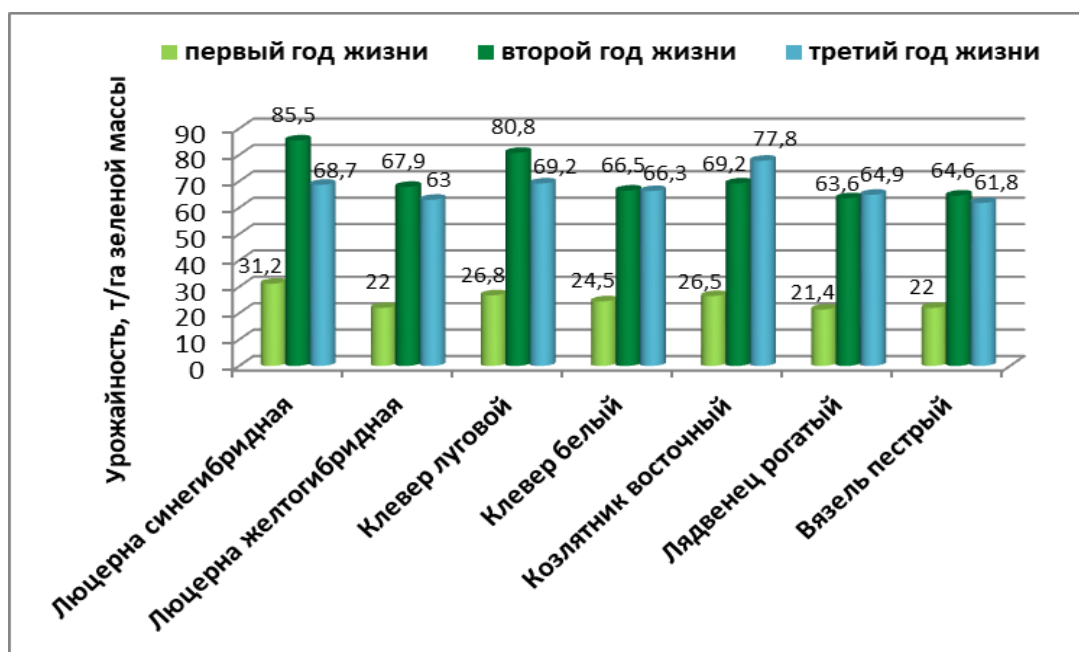


Рисунок 3 - Урожайность многолетних бобовых культур по годам жизни

Расчет питательности корма из изучаемых бобовых культур показал, что

в сухой массе клевера белого по сравнению с клевером луговым содержится кормовых единиц меньше, а обменной энергии больше: 0,60 против 0,62 - 0,64 к. ед. и 10,39 против 10,11-10,28 МДж. Самое высокое содержание кормовых единиц (0,64-0,69) отмечалось в биомассе клевера лугового, козлятника восточного и лядвенца рогатого. Максимальным содержанием обменной энергии (10,28-10,39 МДж) отличались растения клеверов, лугового и белого. Наиболее высокое содержание протеина характерно для вязаля пестрого, козлятника восточного и люцерны синегибридной – 155, 170 и 163 г/кг.

Энергетическая оценка возделывания различных видов многолетних бобовых культур подтверждает их высокую результативность: коэффициенты энергетической эффективности изменялись в пределах 2,6 - 3,9. Рентабельность производства зеленой массы бобовых трав при оптимизации условий возделывания составила 67-86%.

Таким образом, рассматриваемые многолетние бобовые травы по своим биологическим, адаптивным и хозяйственным свойствам являются перспективными культурами, способными увеличить продуктивность пашни, энергетическую и протеиновую насыщенность кормов, позитивно влиять на плодородие орошаемых земель. Особенно ценными культурами для нашего региона являются клевер луговой, козлятник восточный и лядвенец рогатый. Они могут быть хорошим дополнением к люцерне, а в некоторых случаях даже заменить ее. Использование их в сочетании с традиционными для Нижнего Поволжья травами позволит увеличить объемы производства высококачественных кормов, улучшить водно-физические свойства и плодородие орошаемых почв.

Библиографический список

1. Гребенников В.Г. Фотосинтетическая деятельность и агроэнергетическая эффективность выращивания многолетних трав при разных режимах использования травостоя / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина // Аграрный вестник Урала. – 2020. - №07 (198). – С. 2-11. - DOI: 10.32417/1997-4868-2020-198-7-2-11.

2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. №20) [Электронный ресурс] // Консультант Плюс: справочные правовые системы: законодательство. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

3. Донских Н.А. Сравнительная продуктивность разных сортов клевера лугового при возделывании на кормовые и семенные цели в условиях Ленинградской области / Н.А. Донских, А.Г. Михайлова, М.Г. Пивень // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – 2021. – №1 (62). – С. 17-26.

4. Дронова Т.Н. Сочетание основные регулируемых факторов для формирования высокопродуктивных травостоев / Т.Н. Дронова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2018. – №4 (52). – С. 146-152. - DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-20.

5. Дронова Т.Н. Сравнительная оценка продуктивности люцерны и клевера на орошаемых землях Нижнего Поволжья / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева,

О.В. Головатюк // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – №3 (55). – С. 58-65. - DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-6.

6. Дронова Т.Н. Бобово-мятликовые травосмеси на орошаемых землях Нижнего Поволжья: монография / Т.Н. Дронова [и др.]. – Волгоград, 2022. – 214 с.

7. Казарин В.Ф. Агроэкологическая оценка сортов люцерны в условиях лесостепи среднего Поволжья / В.Ф. Казарин, И.С. Абраменко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №9. – С. 45-49.

8. Козлова З.В. Сравнительная оценка продуктивности кормовых севооборотов с многолетними бобовыми травами / З.В. Козлова, Л.Н. Матаис, О.А. Глушкова // Вестник ИрГСХА. – 2020. – №99. – С. 55-61.

9. Косолапова В.Г. Питательная ценность люцерны различных сортов в процессе роста и развития / В.Г. Косолапова, С.А. Муссие // Кормопроизводство. – 2020. – №10. – С. 17-24.

10. Ледяева Н.В. Сортоизучение сортов люцерны изменчивой в условиях среднегорной зоны республики Алтай / Н.В. Ледяева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 12 (182). – С. 44-50.

11. Мелихов В.В. Проектирование и расчёт систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.]. – Волгоград, 2017. – 184 с.

12. Шлапунов В.Н. Сортовое разнообразие люцерны в Беларуси / В.Н. Шлапунов, А.Л. Бирюкович, А.Н. Романович // Земледелие и защита растений. – 2018. – №1 (116). – С. 8-12.

13. Эседуллаев С.Т. Влияние многолетних бобовых трав на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность звена севооборота в условиях Верхневолжья / С.Т. Эседуллаев // Адаптивное кормопроизводство. – №2. – 2017. – С. 39-46.

14. Xie K.-Y. Change in productivity of swards of different forage legume and grass species monocultures and combinations in the semi-arid region of Xinjiang Province / K.-Y. Xie [et al.] // Acta Prataculturae Sinica. – 2020. - No.29 (4). - P. 29-40.

15. Dri matter yield and plant density of alfalfa as affected by cutting schedule and seeding rate / S. Katanski [et al.] // Grassland Science in Europe. – 2018. – V. 23. – P. 265-267.

Bibliographic list

1. Grebennikov V.G. Photosynthetic activity and agro-energy efficiency of growing perennial grasses under different modes of use of herbage / V.G. Grebennikov, I.A. Shipilov, O.V. Honina // Agrarian Bulletin of the Urals. - No.07 (198). – 2020. – P. 2-11. - DOI: 10.32417/1997-4868-2020-198-7-2-11.

2. The Doctrine of food security of the Russian Federation (Decree of the President of the Russian Federation No. 20 of January 21, 2020) [Electronic resource] // Consultant Plus: reference legal systems: legislation. – Mode of access: <http://www.consultant.ru>.

3. Donskikh N.A. Comparative productivity of different varieties of meadow clover when cultivated for fodder and seed purposes in the conditions of the Leningrad region / N.A. Donskikh, A.G. Mikhailova, M.G. Piven // *Izvestia of St. Petersburg Agrarian University*. – 2021. – No.1(62). – P. 17-26.
4. Dronova T.N. The combination of the main regulated factors for the formation of highly productive grass stands / T.N. Dronova [et al.] // *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education*. – 2018. - No.4 (52). – P. 146-152. - DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-20.
5. Dronova T.N. Comparative assessment of alfalfa and clover productivity on irrigated lands of the Lower Volga region / T.N. Dronova, N.I. Burtseva, O.V. Golovatyuk // *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education*. – 2019. – No.3 (55). – P. 58-65. - DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-6.
6. Dronova T.N. Bean-bluegrass grass mixtures on irrigated lands of the Lower Volga region: monograph / T.N. Dronova [et al.]. – Volgograd, 2022. - 214 p.
7. Kazarin V.F. Agroecological assessment of alfalfa varieties in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region / V.F. Kazarin, I.S. Abramenko // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. – 2018. – No.9. – P. 45-49.
8. Kozlova Z.V. Comparative assessment of the productivity of fodder crop rotations with perennial legumes / Z.V. Kozlova, L.N. Matais, O.A. Glushkova // *Bulletin of the IrGSHA*. – 2020. – No.99. – P. 55-61.
9. Kosolapova V.G. Nutritional value of alfalfa of various varieties in the process of growth and development / V.G. Kosolapova, S.A. Mussiye // *Forage production*. – 2020. – No.10. – P. 17-24.
10. Ledyaeva N.V. Sortoizuchenie varieties of alfalfa variable in the conditions of the mid-mountain zone of the Altai Republic / N.V. Ledyaeva // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. – 2019. – No.12 (182). – P. 44-50.
11. Melihov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.]. – Volgograd, 2017. – 184 p.
12. Shlapunov V.N. Varietal diversity of alfalfa in Belarus / V.N. Shlapunov, A.L. Biryukovich, A.N. Romanovich // *Agriculture and plant protection*. – 2018. - No.1 (116). – P. 8-12.
13. Esedullaev S.T. The influence of perennial legumes on the fertility of sod-podzolic soil and productivity of the crop rotation link in the conditions of the Upper Volga region / S.T. Esedullaev // *Adaptive feed production*. – 2017. – No.2. – P. 39-46.
14. Xie K.-Y. Change in productivity of swards of different forage legume and grass species monocultures and combinations in the semi-arid region of Xinjiang Province / K.-Y. Xie [et al.] // *Acta Prataculturae Sinica*. – 2020. - No.29 (4). - P. 29-40.
15. Dri matter yield and plant density of alfalfa as affected by cutting schedule and seeding rate / S. Katanski [et al.] // *Grassland Science in Europe*. – 2018. – V. 23. – P. 265-267.

УДК: 633.31/.37:579.64

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE SYMBIOTIC ACTIVITY OF SANDY SAINFOIN

Т.Н. Дронова, доктор сельскохозяйственных наук

С.В. Земляницына

ФГБНУ ВНИИОЗ, г. Волгоград, Россия, vnioz@yandex.ru

T.N. Dronova, Doctor of Agricultural Sciences

S.V. Zemlyanitsyna

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia, vnioz@yandex.ru

Аннотация: В статье представлены данные, полученные по результатам опыта с микробиологическими препаратами и эспарцетом песчаным. Предпосевная обработка семян биопрепаратами ризоторфин Б и гумариз оказала влияние на общее количество клубеньков и на количество активных клубеньков на растениях эспарцета песчаного. На вариантах с инокуляцией общее количество клубеньков к третьему году жизни увеличилось на 45-52 % на вариантах без внесения удобрений, тогда как на фоне органических удобрений этот процент был выше и составил 56-70%, на вариантах с внесением минеральных удобрений количество клубеньков увеличилось на 40%. Использование минеральных удобрений снижало количество зараженных растений как спонтанными, так и бактериями микробиологических препаратов. Максимальное количество клубеньков отмечалось на вариантах третьего года жизни при использовании ризоторфина Б – до 84 штук на растении, тогда как на контроле их количество составило 48 штук. Инокуляция оказала влияние и на зимостойкость растений эспарцета. В наших опытах процент сохранившихся растений второго года жизни после перезимовки в среднем по годам опыта составил 85,4% на контрольных вариантах, 88,7% – на вариантах с использованием ризоторфина Б и 86,7% – на вариантах с обработкой гумаризом. В третий год жизни после перезимовки сохранилось 71,7% растений на контроле, при обработке ризоторфином Б – 75,5%, гумаризом – 74,0%. Максимальная продуктивность в первый год жизни сформировалась на варианте с внесением минеральных удобрений – 49,5 т/га на фоне обработки ризоторфином, а также на варианте с внесением навоза – 49 т/га зеленой массы. Достаточно высокий уровень урожайности отмечен на вариантах с запашкой сидерата и соломы.

Ключевые слова: эспарцет, микробиологические препараты, инокуляция, симбиоз, клубеньки.

Abstract: The article presents data obtained from the results of an experiment

with microbiological preparations and sandy sainfoin. Presowing treatment of seeds with biological preparations rhizotorfin B and gumariz had an impact on the total number of nodules and on the number of active nodules on sandy sainfoin plants. In the variants with inoculation, the total number of nodules by the third year of life increased by 45-52% in the variants without fertilization, while against the background of organic fertilizers, this percentage was higher and amounted to 56-70%; in the variants with mineral fertilizers, the number of nodules increased by 40%. The use of mineral fertilizers reduced the number of plants infected by both spontaneous and microbiological preparations. The maximum number of nodules was noted in the variants of the third year of life when using rhizotorphin B - up to 84 pieces per plant, while in the control their number was 48 pieces. Inoculation also had an impact on the winter hardiness of sainfoin plants. In our experiments, the percentage of surviving plants of the second year of life after overwintering, on average for the years of experience, was 85.4% in the control variants, 88.7% in the variants using rhizotorphin B, and 86.7% in the variants with Humariz treatment. In the third year of life after overwintering, 71.7% of plants remained on the control, when treated with rhizotorphin B - 75.5%, with humarrhiza - 74.0%. The maximum productivity in the first year of life was formed in the variant with the application of mineral fertilizers - 49.5 t/ha against the background of treatment with rhizotorphin, as well as in the variant with the introduction of manure - 49 t/ha of green mass. A sufficiently high level of productivity was noted in the variants with green manure and straw plowing.

Key words: sainfoin, microbiological preparations, inoculation, symbiosis, nodules.

Введение. Возделывание многолетних бобовых трав имеет важное значение для земледелия как наиболее доступный способ получения высокобелковых кормов при одновременном сохранении почвенного плодородия [1, 3]. В условиях Волго-Донского междуречья среди многолетних бобовых трав эспарцет имеет высокие показатели продуктивности [5, 6]. При оптимальных условиях данная культура формирует до 70 т/га зеленой массы за вегетацию, с содержанием 120-130 г переваримого протеина в 1 кг. В связи с этим исследования технологии возделывания, обеспечивающей получение запланированных урожаев этой ценной кормовой культуры на орошаемых землях, являются достаточно актуальными. Предпосевная инокуляция семян способствует формированию симбиотического аппарата на корнях растений эспарцета, что обеспечивает дополнительное снабжение растения азотом [2, 4, 7].

Ризоторфин Б и гумариз являются препаратами высокоэффективных клубеньковых бактерий, выращенных на питательной среде с добавлением микроэлементов и витаминов. Исследованиями, проводимыми с бактериальными препаратами и многолетними бобовыми травами установлено, что предпосевная инокуляция семян оказывала влияние не только непосредственно на процессы симбиотической активности, но и на рост растений, количество междоузлий, облиственность растений, увеличение доли биологического азота в урожае и др. [8, 10, 11].

Материалы и методы. Полевой опыт проводился в ОПХ «Орошаемое»

Городищенского района Волгоградской области в 2015-2019 гг. Первый фактор включал вариант без обработки, а также варианты с обработкой ризоторфином Б и гумаризом; второй – различные варианты агрохимических фонов: контроль (без внесения удобрений); $N_{30}P_{90}K_{70} + N_{100}$ (в подкормку); сидерат (вико-овсяная смесь) 20 т/га + P_{30} ; солома ячменя 6 т/га + N_{60} ; навоз КРС 60 т/га). Дозу внесения удобрений рассчитывали по выносу питательных веществ под планируемую урожайность. Основная обработка почвы включала вспашку на глубину 0,27-0,30 м с предварительным лущением стерни. Предпосевная обработка почвы состояла из покровного боронования и предпосевной культивации. Эспарцет песчаный сорт Песчаный 1251 высевали под покров овса. Норма высева: покровная культура – 140 кг/га, эспарцет – 100-120 кг/га. Глубина заделки семян покровной культуры – 0,06 м, эспарцета – 0,04 м. Уход за посевами заключался в своевременном скашивании покровной культуры, поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 70 % НВ. Удобрения вносили осенью под основную обработку.

Результаты и обсуждение. Развитие симбиотического аппарата является основной оценкой процесса азотфиксации. По данным исследований, проводимых на посевах бобовых культур, максимальные процессы азотфиксации приходятся на период наиболее интенсивного развития растений – фазу цветения [9]. Поэтому нами симбиотический аппарат на корнях растений эспарцета всех лет жизни изучался в фазу начала цветения.

Так как симбиотическая фиксация азота – процесс аэробный, клубеньки на корнях эспарцета образуются в наиболее аэрируемом слое почвы, поэтому отбор монолитов проводили на глубину 25 см. Монолиты замачивали в воде. После размокания корни легко освобождались от почвы. Подсчет количества клубеньков проводили с учетом размера и цвета. Подсчитывали общий симбиотический потенциал (общее число клубеньков на растении) и активный (розовые клубеньки) – ОСП и АСП.

По данным дагестанских ученых количество клубеньков на одном растении составляет до 200 штук [12]. В наших исследованиях образование клубеньков начиналось практически одновременно на всех вариантах. В светло-каштановых почвах находится достаточное количество спонтанных клубеньковых бактерий, поэтому на контрольных вариантах в третий год жизни количество клубеньков составляло до 48 штук на одном растении в третий год, при этом 35 из них были активными.

Клубеньки, образованные спонтанными бактериями недостаточно жизнеспособны, сильно реагируют на внешние условия, такие как высокая температура почвы и недостаточное количество кислорода. Использование минеральных удобрений снижало количество зараженных растений как спонтанными, так и бактериями микробиологических препаратов.

На рисунке 1 представлено количество образовавшихся клубеньков на растениях эспарцета второго года жизни без применения удобрений, при внесении органических и минеральных удобрений.

На вариантах с инокуляцией общее количество клубеньков к третьему году жизни увеличилось на 45-52 % на вариантах без внесения удобрений, а на

фоне органических удобрений этот процент был выше, чем на вариантах с внесением минеральных удобрений и составил 56-70%, против 40% . Использование минеральных удобрений снижало количество зараженных растений как спонтанными, так и бактериями микробиологических препаратов.

Наибольшее количество клубеньков мы наблюдали на варианте с внесением соломы (рисунок 2).

Количество клубеньков во втором и третьем укосах было ниже, чем в первом, что связано с высокими температурами окружающей среды.

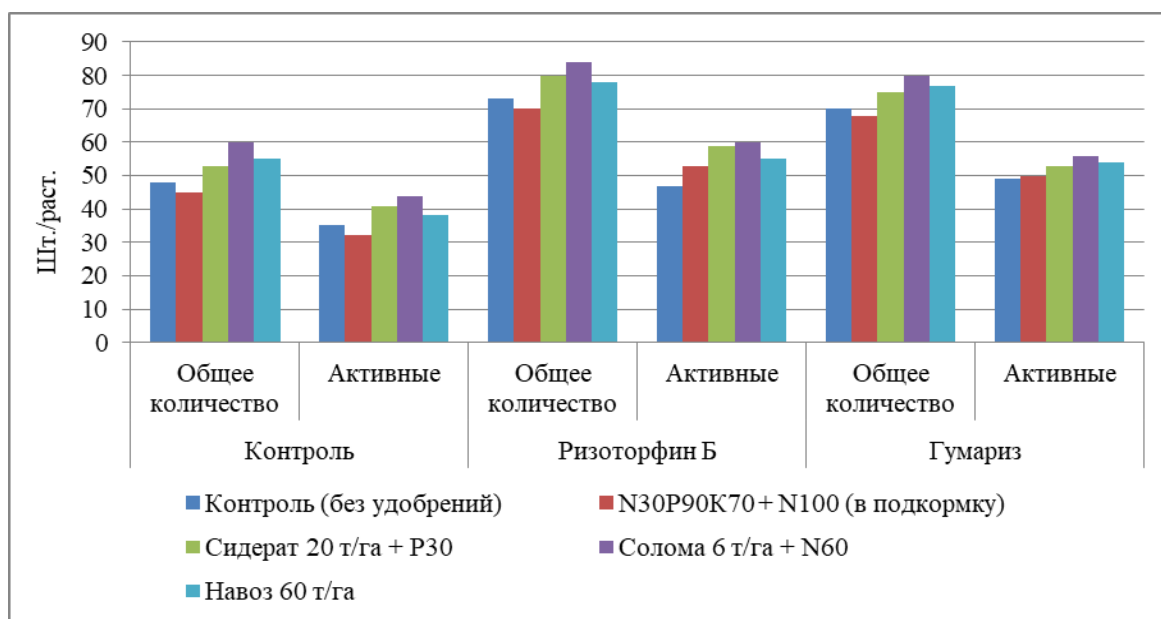


Рисунок 1 - Количество клубеньков на растениях эспарцета второго года жизни, 2016-2018 гг.

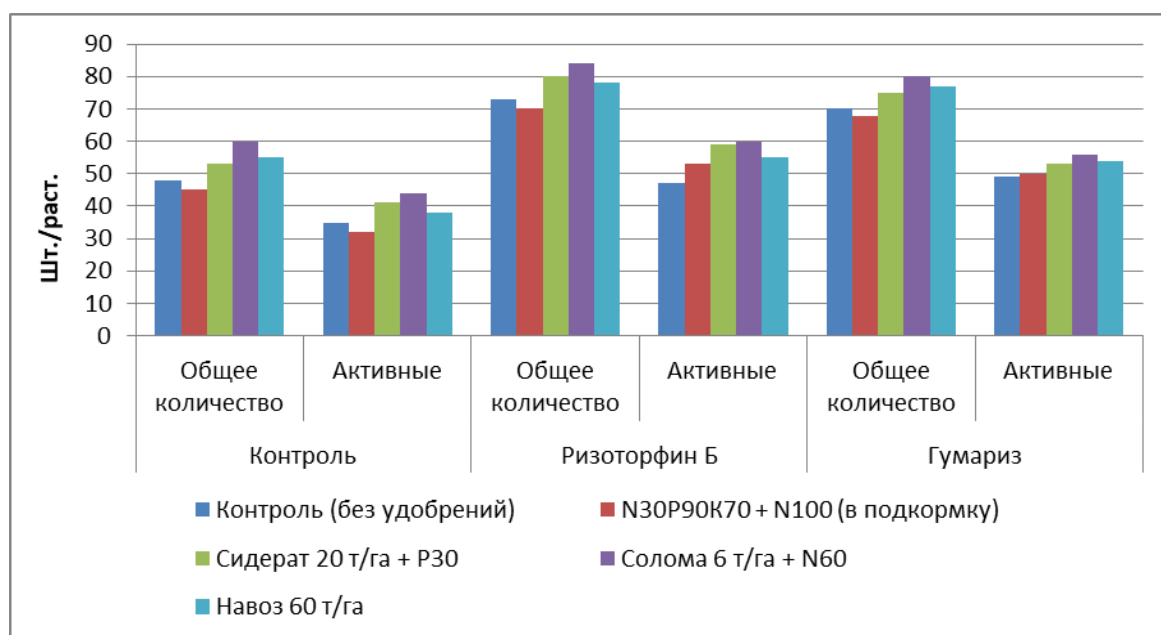


Рисунок 2 - Количество клубеньков на растениях эспарцета третьего года жизни, 2017-2019 гг.

Инокуляция оказала влияние и на зимостойкость растений эспарцета. В наших опытах процент сохранившихся растений второго года жизни после перезимовки в среднем по годам опыта составил 85,4 на контрольных вариантах, 88,7 – на вариантах с использованием ризоторфина Б и 86,7 – на вариантах с обработкой гумаризом. В третий год жизни после перезимовки сохранилось 71,7 % растений на контроле, при обработке ризоторфином Б – 75,5, гумаризом – 74,0 %.

Максимальное развитие корневой массы отмечалось на варианте с внесением навоза и составило около 7 т/га, тогда как на контроле около 5 т/га сухих корней.

Рассматривая среднюю урожайность зеленой массы эспарцета по годам жизни культуры, следует отметить, что максимальная продуктивность в первый год жизни сформировалась на варианте с внесением минеральных удобрений – 49,5 т/га на фоне обработки ризоторфином, а также на варианте с внесением навоза – 49 т/га зеленой массы. Достаточно высокий уровень урожайности отмечен на вариантах с запашкой сидерата и соломы.

На посевах эспарцета песчаного второго и третьего года жизни также наиболее продуктивными оказались варианты с применением минеральных удобрений и с внесением навоза.

Заключение. Таким образом, обработка семян бобовых трав биологическими препаратами в условиях орошения в Нижнем Поволжье является эффективным приемом повышения симбиотической активности растений эспарцета песчаного. Общее число клубеньков в ризосфере растений при применении ризоторфина

достигало к третьему году жизни 84 штук, гумариза -- 80 штук, при этом 60 и 56, соответственно, имели розовую окраску, то есть являлись активными.

Библиографический список

1. Асаева Т.Д. Экологическая роль эспарцета / Т.Д. Асаева // Перспективы развития АПК в современных условиях: матер. 6-й науч.-практич. конференции г. Владикавказ, 7–8 апреля 2016 г. – Владикавказ, 2016. – С. 35-36.

2. Бекузарова С.А. Формирование агроценоза эспарцета в зависимости от стимуляторов роста / С.А. Бекузарова, В.И. Гасиев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51. – №4. – С. 43-47.

3. Волошин В.А. Эспарцет песчаный в Пермском крае / В.А. Волошин // Пермский аграрный вестник. – 2013. – №4 (4). – С. 8-11.

4. Гамидов И.Р. Некоторые элементы технологии возделывания эспарцета песчаного в условиях Северо-Западного Прикаспия / И.Р. Гамидов [и др.] // Горное сельское хозяйство. – 2017. – №3. – С. 36-39.

5. Дронова Т.Н. Влияние микробиологических препаратов на симбиотическую деятельность и продуктивность многолетних бобовых трав / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №2 (50). – С. 44-51.

6. Дронова Т.Н. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании многолетних бобовых трав / Т.Н. Дронова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – №2 (62). – С. 41-50.

7. Дронова Т.Н. Симбиотическая деятельность и продуктивность многолетних бобовых трав при использовании микробиологических препаратов / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Д.К. Кулик // Плодородие. – 2018. – №5 (104). – С. 61-63.

8. Капустин Н.И. Влияние микроудобрения «Аквამикс-т» и ризоторфина на продуктивность козлятника восточного / Н.И. Капустин [и др.] // Агрехимический вестник. – 2007. – №3. – С. 14-16.

9. Козырева М.Ю. Формирование симбиотического аппарата люцерны в зависимости от типа азотного питания / М.Ю. Козырева, Л.Ж. Басиева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – №1 (57). – С. 10-16.

10. Кшникаткин С.А. Агроэкологическая эффективность инокуляции семян бактериальными препаратами и комплексными микроэлементными удобрениями в ресурсосберегающей технологии возделывания клевера паннонского / С.А. Кшникаткин, Н.А. Карпов // Нива Поволжья. – 2020. – №2 (55). – С. 28-33.

11. Сабанова А.А. Влияние ризоторфина на рост, развитие и продуктивность клевера лугового / А.А. Сабанова, А.Т. Фарниев // Сурский вестник. – 2019. – №3 (7). – С. 43-46.

12. Теймуров С.А. Биологизация земледелия в засушливых условиях Дагестана / С.А. Теймуров // Горное сельское хозяйство. – 2019. – №3. – С. 41-48.

Bibliographic list

1. Asaeva T.D. Ecological role of sainfoin / T.D. Asaeva // Prospects for the development of the agro-industrial complex in modern conditions: materials of the 6-th scientific and practical conference April 07–08, 2016, Vladikavkaz. - Vladikavkaz, 2016. – P. 35-36.

2. Bekuzarova S.A. Formation of sainfoin agrocenosis depending on growth stimulators / S.A. Bekuzarova, V.I. Gasiev // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. – 2014. – V. 51. – No.4. – P. 43-47.

3. Voloshin V.A. Sandy sainfoin in the Perm region / V.A. Voloshin // Perm agrarian bulletin. – 2013. – No.4 (4). – P. 8-11.

4. Gamidov I.R. Some elements of the technology of cultivation of sandy sainfoin in the conditions of the North-Western Caspian / I.R. Gamidov [et al.] // Mining agriculture. – 2017. – No.3. – P. 36-39.

5. Dronova T.N. Influence of microbiological preparations on the symbiotic activity and productivity of perennial legumes / T.N. Dronova, N.I. Burtseva // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2018. – No.2 (50). – P. 44-51.

6. Dronova T.N. The effectiveness of the use of biological products in the cultivation of perennial legumes / T.N. Dronova [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2021. – No.2 (62). – P. 41-50.
7. Dronova T.N. Symbiotic activity and productivity of perennial legumes when using microbiological preparations / T.N. Dronova, N.I. Burtseva, D.K. Kulik // Fertility. – 2018. – No.5 (104). – P. 61-63.
8. Kapustin N.I. Influence of microfertilizer "Aquamix-t" and rhizotorphin on the productivity of goat's rue eastern. Khanova / Kapustin N.I. [et al.] // Agrochemical Bulletin. – 2007. – No.3. – P. 14-16.
9. Kozyreva M.Yu. Formation of the symbiotic apparatus of alfalfa depending on the type of nitrogen nutrition / M.Yu. Kozyreva, L.Zh. Basieva // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. – 2020. – T. 15. – No.1 (57). – P. 10-16.
10. Kshnikatkin S.A. Agro-ecological efficiency of seed inoculation with bacterial preparations and complex microelement fertilizers in resource-saving technology of cultivation of Pannonian clover / S.A. Kshnikatkin, N.A. Karpov // Niva Povolzhya. – 2020. – No.2 (55). – P. 28-33.
11. Sabanova A.A. Influence of rhizotorphin on the growth, development and productivity of red clover / A.A. Sabanova, A.T. Farniev // Sursky Vestnik. – 2019. – No.3 (7). – P. 43-46.
12. Teimurov S.A. Biologization of agriculture in arid conditions of Dagestan / S.A. Teimurov // Mining agriculture. – 2019. – No.3. – P. 41-48.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
СЕНОКОСНО-ПАСТБИЩНОЙ ТРАВΟΣМЕСИ
ПРИ ОРОШЕНИИ ДОЖДЕВАНИЕМ**

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF CULTIVATION
OF HAY-PASTURE GRASS MIXTURE
DURING IRRIGATION BY SPRINKLING**

Н.Н. Дубенок¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик
РАН

Д.В. Яланский²

Ю.А. Мажайский³, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

²*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь*

³*Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», г. Рязань, Россия*

N.N. Dubenok¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of
the Russian Academy of Sciences,

D.V. Yalansky²,

Yu.A. Mazhaysky³, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

¹*Russian State Agrarian University Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia*

²*Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus*

³*Meshchersky branch of the A.N. Kostyakov VNIIGiM, Ryazan, Russia*

Аннотация: В данной работе освещаются вопросы эффективности возделывания сенокосно-пастбищной травосмеси в условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь при орошении ее дождеванием. Представлена урожайность сухого вещества сенокосно-пастбищной травосмеси в годы наблюдений в зависимости от увлажнения почвы и доз вносимых минеральных удобрений, а также отражено влияние орошения дождеванием на содержание органического вещества, макро и микроэлементов в сухом веществе в среднем за годы наблюдений. Представлены результаты определения основных показателей энергетической эффективности, а также общей экономической эффективности возделывания культуры.

Ключевые слова: орошение дождеванием, урожайность сухого вещества, возделывание травосмеси, почва, плодородие, показатели энергетической эффективности, показатели экономической эффективности.

Abstract: This paper highlights the issues of the effectiveness of cultivation of hay-pasture grass mixture in the conditions of the north-eastern zone of the Republic

of Belarus when irrigating it by sprinkling. The yield of the dry matter of the hay-pasture grass mixture in the years of observations is presented, depending on the moisture content of the soil and the doses of applied mineral fertilizers, and the effect of irrigation by sprinkling on the content of organic matter, macro and microelements in the dry matter on average over the years of observations is also reflected. The results of determining the main indicators of energy efficiency, as well as the overall economic efficiency of crop cultivation are presented.

Key words: irrigation by sprinkling, dry matter yield, grass mixture cultivation, soil, fertility, energy efficiency indicators, economic efficiency indicators.

Введение. Анализ величин атмосферных осадков в условиях Республики Беларусь показывает, что в отдельные месяцы и годы они могут значительно отклоняться от средних значений. В летний период в отдельные декады их величины могут уменьшаться в 5 раз или увеличиваться в 2,5 раза по сравнению со среднемноголетними значениями. Количественная оценка показателей естественного увлажнения и теплообеспеченности характерных для минеральных почв Республики Беларусь позволила установить, что в сухой год повторяемостью один раз в пять лет вся территория страны будет находиться в условиях недостаточного увлажнения. Недостаток осадков составляет в среднем 100...250 мм. Поэтому получение в таких климатических условиях высоких и устойчивых по годам урожаев многолетних трав, в том числе сенокосно-пастбищной травосмеси невозможно без применения оросительных мелиораций, что и отражает актуальность выбранного нами направления [2, 3, 8, 9].

Целью исследований явилась оценка эффективности возделывания сенокосно-пастбищной травосмеси при орошении дождеванием в конкретных почвенно-мелиоративных и геоморфологических условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих задач:

1. Определить урожайность сухого вещества сенокосно-пастбищной травосмеси в зависимости от увлажнения почвы и доз вносимых минеральных удобрений в годы наблюдений.

2. Установить влияние орошения дождеванием на содержание органического вещества, макро и микроэлементов в сухом веществе в среднем за годы наблюдений.

3. Представить результаты определения основных показателей энергетической эффективности возделывания сенокосно-пастбищной травосмеси.

4. Отразить результаты определения основных показателей общей экономической эффективности возделывания культуры.

Материалы и методы. Использован системный анализ и общепринятые методики определения урожайности сенокосно-пастбищной травосмеси. Полевые и лабораторные опыты проводились с использованием современных научных подходов и апробированных методик. Полученные результаты подтверждены статистической обработкой посредством корреляционного и дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение. Полевые опыты по программе научных исследований были проведены в течение 2016...2018 гг. В качестве объекта исследований был принят учебно-опытный оросительный комплекс (УООК) «Тушково-1», расположенный у поселка Чарны Горецкого района Могилевской области Республики Беларусь. Опытный участок расположен в средней части склона на местности и имеет уклон $i = 0,002$. Оросительная система УООК «Тушково-1» состоит из водосточника (искусственный пруд с площадью зеркала 12,2 га и полезным объемом 153 тыс.м³), стационарной электрифицированной насосной станции с общим расходом 0,136 м³/с, магистрального и распределительных трубопроводов и семи видов дождевальной техники.

Нами при проведении полевых опытов, была выбрана БШДУ типа Bauer «Rainstar T-61». Почвы опытного поля явились дерново-подзолистыми, суглинистыми. На момент закладки опыта агрохимическая характеристика пахотного (0,2...0,25 м) слоя была отмечена удовлетворительной кислотностью (рН = 6,39) с высоким уровнем подвижных форм фосфора (267,6), а также обменного калия (280 мг на 1 кг почвы) [4, 7]. С учетом содержания элементов минерального питания в почвах опытного участка и в зависимости от уровня планируемой урожайности фон удобрений был принят на уровне N₁₂₀P₆₀K₁₂₀.

Закладка полевых опытов была произведена в соответствии со следующей схемой:

- 1) контроль (естественное увлажнение);
- 2) нижний предел влажности 70% от НВ;
- 3) нижний предел влажности 80% от НВ.

Площадь опытной делянки, подлежащей для учета урожайности составляла 120 м². Урожайность сухой массы определялась по средней пробе путем отбора среднего образца травы массой 1 кг с делянки в четырехкратной повторности для каждого конкретного варианта опыта [6, 10, 11]. Среднюю урожайность сухого вещества за 2016-2018 гг. приведем в таблице 1.

Таблица 1 - Средняя урожайность сухого вещества сенокосно-пастбищной травосмеси за 2016-2018 гг.

Вариант опыта	Показатели		Годы			В среднем за 2016-2018 гг.
			2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Без орошения	Урожайность, ц/га		62,3	82,3	75,6	73,4
	Прибавка	ц/га	-	-	-	-
		%	-	-	-	-
70 % от НВ	Урожайность, ц/га		83,4	106,7	92,6	94,2
	Прибавка	ц/га	21,1	24,4	17,0	20,8
		%	33,9	29,6	22,5	28,3
80 % от НВ	Урожайность, ц/га		101,3	117,3	108,4	109,0
	Прибавка	ц/га	39,0	35,0	32,8	35,6
		%	62,6	42,5	43,4	48,5

Примечание: Для 2016 г. НСР_{0,5} = 6,4, средняя ошибка опыта 3,0; для 2017 г. НСР_{0,5} = 4,8, средняя ошибка опыта 2,4; для 2018 г. НСР_{0,5} = 3,2, средняя ошибка опыта 1,6.

Урожайность сухого вещества сенокосно-пастбищной травосмеси в варианте без орошения в среднем за 2016-2018 гг. составила 73,4 ц/га. В варианте 70 % от НВ она была равна 94,2 ц/га; в варианте 80 % от НВ - 109,0 ц/га [5, 13, 14].

Кормовая питательность сенокосно-пастбищной травосмеси определялась в химико-экологической лаборатории «УО БГСХА». Влияние орошения на содержание органического вещества, макро и микроэлементов в сухом веществе в среднем за 2016-2018 гг. приведем в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние орошения на содержание органического вещества, макро и микроэлементов в сухом веществе в среднем за 2016-2018 гг.

Показатели	Вариант опыта		
	Без орошения	70 % от НВ	80 % от НВ
Сырой жир, %	1,60	1,83	1,86
Сырая клетчатка, %	16,71	16,75	17,85
Сырая зола, %	6,96	7,39	7,79
K ₂ O, %	2,81	3,03	3,22
P ₂ O ₅ , %	0,59	0,64	0,67
Медь, мг/кг	3,90	4,20	4,47
Цинк, мг/кг	12,86	14,88	20,78
Марганец, мг/кг	30,16	30,68	51,79
Железо, мг/кг	52,53	58,18	60,47

Анализ таблицы 2 показал, что количество сырого жира в варианте 80 % от НВ выше на 0,26 %, клетчатки на 1,14 %, сырой золы на 0,83 %, K₂O на 0,41 %, P₂O₅ на 0,08%, меди на 0,57 мг/кг, цинка на 7,92 мг/кг, марганца на 21,63 мг/кг и железа на 7,94 мг/кг по отношению к контролю.

Показатели энергетической эффективности сенокосно-пастбищной травосмеси в 2016-2018 гг. были рассчитаны в соответствии с [1] и приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты определения показателей энергетической эффективности

Показатели	Годы, вариант опыта								
	2016			2017			2018		
	Без орошения	70 % от НВ	80 % от НВ	Без орошения	70 % от НВ	80 % от НВ	Без орошения	70 % от НВ	80 % от НВ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Удельные затраты совокупной энергии на 1 ГДж выхода обменной энергии для КРС	Агроэнергет. коэффициент по обменной энергии	Дополнительные затраты энергии на орошение, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Прибавка выхода ОЭ для КРС, ГДж/га	Выход обменной энергии (ОЭ) для КРС, ГДж/га	1
1,09	0,91	-	57,90	-	52,96	2
0,89	1,12	5,26	63,16	17,93	70,89	3
0,75	1,33	7,02	64,92	33,15	86,11	4
0,86	1,17	-	60,00	-	69,96	5
0,70	1,43	3,34	63,34	20,74	90,70	6
0,65	1,53	5,01	65,01	29,75	99,71	7
0,84	1,19	-	53,90	-	64,26	8
0,78	1,29	7,16	61,06	14,45	78,71	9
0,68	1,47	8,95	62,85	27,88	92,14	10

Агроэнергетический коэффициент по обменной энергии в среднем за 3 года составил: без орошения — 1,09; 70 % от НВ — 1,28 и 80 % от НВ — 1,44. Удельные затраты совокупной энергии на 1 ГДж выхода обменной энергии для КРС в среднем за 3 года: без орошения — 0,92; 70 % от НВ — 0,78 и 80 % от

НВ — 0,69.

Показатели общей экономической эффективности были определены в соответствии с [12] и представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Результаты расчета показателей общей экономической эффективности

Показатели	Вариант опыта	Годы			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	В среднем за 2016-2018 гг.
Выход к. ед. с 1 га, ц. к. ед./га	Без орошения	52,96	69,96	64,26	62,39
	70 % от НВ	68,39	87,49	75,93	77,27
	80 % от НВ	85,10	98,53	91,06	91,56
Стоимость продукции к. ед. с 1 га, руб./га	Без орошения	74144	97944	89964	87351
	70 % от НВ	95746	122486	106302	108178
	80 % от НВ	119140	137942	127484	128189
Затраты на производство, руб./га	Без орошения	42480	46224	38736	42480
	70 % от НВ	46340	48798	43884	46341
	80 % от НВ	47628	50084	45171	47628
Условно чистый доход, руб./га	Без орошения	31664	51720	51228	44871
	70 % от НВ	49406	73688	62418	61837
	80 % от НВ	71512	87858	82313	80561
Рентабельность, %	Без орошения	74,5	111,9	132,2	106,20
	70 % от НВ	106,6	151,0	142,2	133,30
	80 % от НВ	150,1	175,4	182,2	169,20

Из таблицы 4 видно, что условно чистый доход в расчете на 1 га в среднем за 3 года составил: без орошения – 44871 руб./га; 70 % от НВ – 61837 руб./га и 80 % от НВ – 80561 руб./га, т.е. отмечается увеличение условно чистого дохода в зависимости от режима орошения. Рентабельность возделывания травосмеси (в том числе включая орошение) согласно приведенных данных таблицы 6.5 в среднем за 3 года составила: без орошения – 106,2 %; 70 % от НВ – 133,3 % и 80 % от НВ – 169,2 %, что показывает также увеличение и рентабельности в зависимости от режима орошения. При этом наиболее экономически эффективным явился вариант с нижним порогом влажности 80 % от НВ.

Заключение. 1. Прибавка урожайности сухого вещества при уровне минеральных удобрений $N_{120}P_{60}K_{120}$ для условий северо-восточной зоны Беларуси по сравнению с естественным увлажнением составила: в варианте 70 % от НВ – 20,8 ц/га или 28,3 %; в варианте 80 % от НВ – 35,6 ц/га или 48,5 %.

2. По результатам химического анализа травостоя видно, что с увеличением нижнего предполивного порога влажности все показатели органического вещества, макро и микроэлементов культуры возрастают.

3. Агроэнергетический коэффициент по обменной энергии в среднем за 3 года составил: без орошения – 1,09; 70 % от НВ – 1,28 и 80 % от НВ – 1,44. Удельные затраты совокупной энергии на 1 ГДж выхода обменной энергии для

КРС в среднем за 3 года: без орошения — 0,92; 70 % от НВ — 0,78 и 80 % от НВ — 0,69, что подтверждает энергетическую эффективность возделывания культуры.

4. Рентабельность возделывания травосмеси (в том числе включая орошение) в среднем за 3 года составила: без орошения 106,2 %; 70 % от НВ — 133,3 % и 80 % от НВ — 169,2 %, что подтверждает экономическую эффективность проведенных агромелиоративных мероприятий.

Библиографический список

1. Бречко Я.Н. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов. - Мн.: Национальная академия наук Беларуси, 2006. - 709 с.

2. Голченко М.Г. Потребность и эффективность орошения сельскохозяйственных угодий в условиях Могилевской области / М.Г. Голченко, В.И. Желязко, О.А. Шавлинский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №1. – С. 73-78.

3. Голченко М.Г. Научно – практические и экологические аспекты орошения сельскохозяйственных угодий на минеральных почвах Беларуси / М.Г. Голченко, В.И. Желязко // Социально-экономические и экологические проблемы сельского и водного хозяйства: матер. межд. науч.-практ. конф. – М., 2010. – Ч. 1. – С. 103-112.

4. ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. – М.: Издательство стандартов, 1985. - 3 с.

5. Дубенок Н.Н. Орошение дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси на дерново-подзолистых суглинистых почвах в условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь / Н.Н. Дубенок [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. - 2020. - №5. - С. 7-12.

6. Ковганов В.Ф. Продуктивность злакового травостоя после реконструкции суходольного луга в условиях северного региона Беларуси / В.Ф. Ковганов, Б.В. Шелюто // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. - №4. – С. 82-87.

7. Лапа В.В. Справочник агрохимика / В.В. Лапа. - Мн.: НАН Беларуси, Институт почвовед. и агрохимии, 2007. – 390 с.

8. Лихацевич А.П. Развитие оросительных мелиораций в Республике Беларусь / А.П. Лихацевич, М.Г. Голченко // Мелиорация и актуальные проблемы инновационного развития АПК: матер. межд. научн.-практ. конф. – Мн., 2013. – С. 84-86.

9. Мелихов В.В. Проектирование и расчёт систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.] – Волгоград, 2017. – 184 с.

10. Шелюто Б.В. Ботанический состав и урожайность клевера гибридного и травосмесей с ним при различных условиях увлажнения / Б.В. Шелюто // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. №4. – С. 74-77.

11. Шелюто А.А. Продуктивность и эффективность выращивания бобово-злаковых травостоев при разных условиях увлажнения / А.А. Шелюто, А.А. Киселев // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии – 2011. - №3. – С. 81-84.

12. Шундалов Б.М. Методические особенности комплексной рейтинговой оценки сельскохозяйственных культур / Б.М. Шундалов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4. – С. 5-10.

13. Яланский Д.В. Воздействие минеральных удобрений и орошения дождеванием на урожайность сенокосно-пастбищной травосмеси в условиях северо-восточной части Республики Беларусь / Д.В. Яланский // XXIV Докучаевские молодежные чтения: матер. межд. науч. конф. - СПб., 2021. – С. 224-225.

14. Яланский Д.В. Водный режим минеральных почв и его регулирование при орошении дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Д.В. Яланский. - М., 2022. – 24 с.

Bibliographic list

1. Brechko Ya.N. Handbook of labor and material expenditure standards for agricultural production / Ya.N. Brechko, M.E. Sumonov. - Mn.: National Academy of Sciences of Belarus, 2006. - 709 p.

2. Golchenko M.G. The need and efficiency of irrigation of agricultural lands in the conditions of the Mogilev region / M.G. Golchenko, V.I. Zhelyazko, O.A. Shavlinsky // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. – 2013. –No.1. – P. 73-78.

3. Golchenko M.G. Scientific and practical and ecological aspects of irrigation of agricultural lands on mineral soils of Belarus / M.G. Golchenko, V.I. Zhelyazko // Socio-economic and ecological problems of agriculture and water management: materials of the International scientific and practical conference – M., 2010. – Part 1. – P. 103-112.

4. GOST 26483-85 Soil. Preparation of salt extract and determination of its pH by the TSINAO method. – M.: Publishing House of Standards, 1985. – 3 p.

5. Dubenok, N.N. Irrigation by sprinkling of hay-pasture mixture on sod-podzolic loamy soils in the conditions of the north-eastern zone of the Republic of Belarus / N.N. Dubenok, D.V. Yalansky, Yu.A. Mazhaysky et al. // Melioration and water management. - 2020. - No.5. - P. 7-12.

6. Kovganov V.F. Productivity of grassland after reconstruction of a dry meadow in the conditions of the northern region of Belarus / V.F. Kovganov, B.V. Shelyuto // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. – 2012. - No.4. – P. 82-87.

7. Lapa V.V. Handbook of agrochemicals / V.V. Lapa. - Mn.: NAS of Belarus, Institute of Soil Science. and agrochemistry, 2007. – 390 p.

8. Likhatsevich A.P. Development of irrigation reclamation in the Republic of Belarus / A.P. Likhatsevich, M.G. Golchenko // Melioracija i aktual'nye problemy innovacionnogo razvitija APK: mate-rialy mezhd. nauchn.-prakt. konf. – Mn., 2013. – P. 84-86.

9. Melihov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.]. – Volgograd, 2017. – 184 p.
10. Shelyuto B.V. Botanical composition and yield of hybrid clover and grass mixtures with it under various humidification conditions / B.V. Shelyuto // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. – 2012. – No.4. – P. 74-77.
11. Shelyuto A.A. Productivity and efficiency of cultivation of wildcereal grass stands under different humidification conditions / A.A. Shelyuto, A.A. Kiselev // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy – 2011. - No.3. – P. 81-84.
12. Shundalov B.M. Methodological features of the integrated rating assessment of agricultural crops / B.M. Shundalov // Bulletin of the White Russian State Agricultural Academy. – 2015. – No.4. – P. 5-10.
13. Yalansky D.V. The impact of mineral fertilizers and irrigation by sprinkling on the yield of hay-pasture grass mixture in conditions The north-eastern part of the Republic of Belarus / D.V. Yalansky // XXIV Dokuchaevskie molodezhnye chtenija: materialy mezhd. nauch. konf. - St. Petersburg, 2021. – P. 224-225.
14. Yalansky D.V. Water regime of mineral soils and its regulation during irrigation by sprinkling of hay-pasture grass mixture: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 06.01.02 / D.V. Yalansky. - M., 2022. – 24 p.

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВСЯНИЦЫ
ТРОСТНИКОВОЙ НА СЕМЕНА И ЗЕЛЕНЬ КОРМ
В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

**FESCOW CULTIVATION TECHNOLOGY
CANE FOR SEEDS AND GREEN FOOD IN THE CONDITIONS
OF THE VOLGA-DON INTERFLUENCE**

И.П. Ивина

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия

I.P. Ivina

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia

Аннотация: Овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea* Schreb.) долгодлительный злак, отличающийся высокой продуктивностью, хорошим качеством корма, положительным влиянием на плодородие почвы. При орошении в условиях Нижнего Поволжья является гарантом расширения посевов долгосрочных бобово-мятликовых травосмесей, источника полноценных кормов для сельскохозяйственных животных. Привлечение в кормопроизводство региона этой мятликовой культуры способствует получению высоких и стабильных урожаев в течение пяти-семи лет. Объектом исследований является овсяница тростниковая (сорт Сура), возделываемая на семена и зеленый корм. Закладка полевых опытов и сопутствующие наблюдения проводились в соответствии с методиками Доспехова, ВИК и ВНИИОЗ на опытном поле Всероссийского НИИ орошаемого земледелия. Самой высокой семенной продуктивностью отличались посевы второго и третьего года жизни травостоя: 600-700 – при летнем и 400-600 кг/га при весеннем сроке посева. Ширококорядный способ (ширина междурядий 0,30 м) обеспечивал улучшение условий произрастания и формированию больших урожаев семян. По сравнению с рядовым (ширина междурядий 0,15 м) урожай семян на этих вариантах был на 12-15% выше. В результате исследований определены основные параметры создания продуктивных семенных травостоев овсяницы: летний срок посева (первая половина августа); ширококорядный способ размещения семян (0,30 м); норма высева 3,0 млн всхожих семян на гектар. Получение высоких урожаев зеленой массы во втором укосе на этих посевах зафиксировано на рядовом способе при норме высева 6,0 млн/га – 26,0-34,0 т/га. Определение накопления корневой массы в конце вегетации свидетельствует о поступательном увеличении её с 5,5 в первый до 16,0-17,0 т/га в пятый год жизни с содержанием 140-180 кг азота, 30-60 фосфора и 180-215 кг/га калия. Комбинированное использование овсяницы тростниковой на орошаемых землях способствует получению от 300 до 700 кг кондиционных семян и 20-30 т/га зеленой массы.

Ключевые слова: овсяница тростниковая, сроки, способы, нормы посева, продуктивность, семена, зеленая масса.

Annotation: Cane fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) is a long-term cereal, characterized by high productivity, good forage quality, and a positive effect on soil fertility. When irrigated in the conditions of the Lower Volga region, it is a guarantor of the expansion of crops of long-term legume-bluegrass grass mixtures, a source of complete feed for farm animals. Attracting this bluegrass culture to the forage production of the region contributes to obtaining high and stable yields for five to seven years. The object of research is reed fescue (Sura variety), cultivated for seeds and green fodder. The laying of field experiments and related observations were carried out in accordance with the methods of Dospekhov, VIK and VNIIOZ on the experimental field of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture. The highest seed productivity was observed in crops of the second and third years of grass stand life: 600-700 kg/ha during summer and 400-600 kg/ha during spring sowing. The wide-row method (row-spacing 0.30 m) ensured the improvement of growing conditions and the formation of large seed yields. Compared to the row row (row spacing 0.15 m), the seed yield in these variants was 12-15% higher. As a result of the research, the main parameters for creating productive seed fescue herbage were determined: summer sowing time (first half of August); wide-row seed placement (0.30 m), seeding rate 3.0 million germinating seeds per hectare. Obtaining high yields of green mass in the second cut on these crops was recorded on the row method at a seeding rate of 6.0 million/ha - 26.0-34.0 t/ha. Determination of the accumulation of the root mass at the end of the growing season indicates its progressive increase from 5.5 in the first to 16.0-17.0 t/ha in the fifth year of life with a content of 140-180 kg of nitrogen, 30-60 phosphorus and 180-215 kg /ha of potassium. The combined use of cane fescue on irrigated lands contributes to obtaining from 300 to 700 kg of conditioned seeds and 20-30 t/ha of green mass.

Key words: cane fescue, timing, methods, sowing rates, productivity, seeds, green mass.

Введение. Широкие масштабы работ по семеноводству открывают большие перспективы по увеличению площадей одновидовых и смешанных агрофитоценозы многолетних трав на орошаемых землях. Сложно найти культуру, которая превосходила бы овсяницу тростниковую по способности к долгому произрастанию (самый долговечный вид мятликовых трав), семенной и кормовой продуктивности в течение многих лет [1, 4, 13, 14]. Рост площадей под этой культурой сдерживается недостатком семян и малоизученностью технологии ее возделывания [2, 6, 11, 12].

Овсяница тростниковая произрастает в течение 7 - 12 лет, сохраняя при этом высокую продуктивность. Эта культура оставляет после себя в почве значительный объем корневых и пожнивных остатков, поэтому имеет большое агротехническое значение [5, 7].

Опыты, проведенные в Нижне-Волжском регионе, подтвердили возможность успешного выращивания новой мятликовой культуры овсяницы тростниковой в одновидовых и смешанных посевах [1, 2, 3, 4].

Материалы и методы. Почвы опытного поля по механическому составу относятся к средним и тяжелым разновидностям, характеризуются низким со-

держанием гумуса (1,5-1,7%), фосфора – 21,0-26,0, калия – 220-290 мг/кг. Наименьшая влагоемкость почвы изменяется от 19,7 до 22,2%, плотность почвы – 1,20-1,64 т/м³.

В изучение включены следующие варианты: по фактору А (срок посева): 1. весенний (начало апреля), 2. летний (первая половина августа); по фактору В (способ посева: 1. рядовой (междурядье 0,15 м), 2. широкорядный (0,30 м); по фактору С (норма высева) 4, 5, 6 при рядовом и 2, 3, 4 млн. всхожих семян на гектар при широкорядном посеве. В опытах использовался сорт Сура селекции Пензенского НИИСХ.

Варианты опыта имеют 4-х кратное повторение, площадь делянки по срокам - 1680, способам посева 210, нормам высева семян 70 м². Намеченные наблюдения проводились по общепринятым методикам опытного дела [9, 10].

Агротехника в опытах состояла из внесения доз NPK, рассчитанных на получение 400-700 кг семян и 24-40 т/га зеленой (6,0-10,0 т/га сухой) массы овсяницы.

Водный режим почвы на посевах всех лет складывался из проведения 5 - 8 вегетационных поливов нормой 450-500 м³/га для поддержания заданного уровня увлажнения в пределах 70-75 % НВ [8].

Для посева мятликовой культуры использовали сеялку точного высева СН-16ПМ. Уборку семян проводили напрямую комбайном Terrion 2010. На корм травостой скашивали косилкой - плющилкой Е 281.

Результаты и обсуждение. При определении динамики густоты стеблестоя овсяницы, установлено, что максимальная плотность травостоя характерна для посевов второго и третьего года жизни. Так, при весеннем рядовом способе посева количество побегов в фазу весеннего отрастания изменялось от 844-1225 до 1012-1615 шт./м². При этом число генеративных побегов составляло 125-200 шт. Лучшие условия для побегообразования сложились на вариантах летних широкорядных посевов, где число генеративных побегов увеличивалось до 194-285 шт./м². При этом повышение нормы высева сопровождалось снижением числа генеративных стеблей (табл.1).

Годы проведения исследований были разными по погодным условиям, в основном засушливые. В зависимости от сложившихся метеоусловий изменялось и количество поливов: от 3 до 7 за вегетационный период. В годы с достаточным количеством осадков формирование семян проходило в условиях естественного увлажнения или же требовался один полив. Самое высокое водопотребление травостоя овсяницы тростниковой характерно для травостоев второго и третьего года - 3121-3960, в последующие годы жизни оно изменялось в пределах 2784-3286 м³/га.

Доля оросительной воды по годам исследований колебалась в пределах от 46,3 до 68,2, на долю осадков приходилось от 15,4 до 43,2%, запасы почвенной влаги составляли 10,1 - 23,5%.

При анализе полученных данных, нами прослежен ряд закономерностей формирования урожайности овсяницы тростниковой:

1. Максимально высокой семенной продуктивностью во все годы исследований отличались травостой второго и третьего года жизни – 397-724 кг/га.

2. Летние сроки посева имели преимущество перед весенним – на 20,2-31,0 %

3. Математически достоверные прибавки урожая семян получены при высеве овсяницы нормой 5,0 млн - на рядовом и 3,0 млн всхожих семян – на ширококормном посеве (табл. 2).

Ширококорядные посева обеспечивали получению более высоких урожаев в сравнении с рядовым: во второй - 419-624, в третий - 543-724, в четвертый – 335-527, в пятый год – 305-400 кг/га.

Таблица 1 - Динамика густоты стеблестоя овсяницы тростниковой второго и третьего года жизни

Изучаемые факторы			2 год жизни			3 год жизни		
А	В	С	всего побегов, шт./м ²		в т. ч. генерат. к уборке	всего побегов, шт./м ²		в т. ч. генерат. к уборке
			весна	осень		весна	осень	
Весенний	Рядовой	4	844	920	125	1225	1270	200
		5	896	954	134	1400	1510	196
		6	1012	1076	131	1615	1633	190
	Ширококорядный	2	504	582	156	825	910	215
		3	576	603	163	900	933	225
		4	664	709	150	1015	1200	200
Летний	Рядовой	4	1010	1156	152	1434	1510	223
		5	1126	1243	145	1620	1800	240
		6	1302	1443	135	1700	1750	225
	Ширококорядный	2	607	762	194	975	995	260
		3	740	860	222	1075	1100	285
		4	784	830	219	1230	1360	258

Таблица 2 - Семенная продуктивность овсяницы тростниковой, кг/га семян

Изучаемые факторы			Урожайность семян кг/га по годам жизни			
А	В	С	второй	третий	четвертый	пятый
			4	5	6	7
Весенний	Рядовой	4	397	507	317	270
		5	455	572	328	305
		6	418	534	341	260
Весенний	Ширококорядный	2	419	543	335	305
		3	483	597	382	350
		4	462	561	361	310
Летний	Рядовой	4	525	621	421	300
		5	563	682	452	340
		6	508	635	407	315
	Ширококорядный	2	582	663	493	358
		3	624	724	527	400

1	2	3	4	5	6	7
		4	613	644	512	366
HCP ₀₅ /SSD ₀₅ A – 33,8-37,5, B – 26,8-31,4, C – 40,0-45,2						

Определение посевных качеств полученных семян овсяницы тростниковой Сура показало их соответствие ГОСТ-Р52325-2005: всхожесть их по вариантам опыта была в пределах 89-95%, энергия прорастания - 88-93%.

Уборка овсяницы на семена проводилась в первой декаде июля, до конца вегетации оставалось более 40 - 50 дней, сумма положительных температур в этот период составляла 970-1169°С, что способствовало формированию второго полноценного укоса на корм. Урожайность зеленой массы в опытах составляла 16,2-33,7 т/га (табл. 3).

Таблица 3 - Продуктивность второго укоса овсяницы тростниковой, т/га

Исследуемые факторы			Зеленая масса по годам жизни, т/га			
А	В	С	второй	третий	четвертый	пятый
Весенний	Рядовой	4	21,2	25,7	19,7	17,0
		5	24,8	29,2	23,3	19,0
		6	26,4	32,1	23,6	21,0
	Ширококорядный	2	18,2	20,3	19,4	16,2
		3	20,8	24,1	19,9	18,5
		4	24,5	26,0	20,5	20,0
Летний	Рядовой	4	24,7	28,7	25,2	22,0
		5	27,9	31,5	24,7	23,0
		6	30,2	33,7	25,9	23,0
	Ширококорядный	2	19,3	22,1	24,5	23,0
		3	23,7	25,4	26,2	24,2
		4	26,4	28,2	26,7	25,0
HCP ₀₅ /SSD ₀₅ A - 2,32-2,52, B – 2,12-2,98, C – 1,52-1,82						

Следует отметить, что кормовая продуктивность овсяницы летнего срока посева была выше весеннего, рядовой посев способствовал формированию 19,7-33,7, а на ширококорядном – 16,2-28,2 т/га зеленой массы.

Нами установлено, что биомасса корней овсяницы тростниковой в полуметровом слое почвы постепенно увеличивалась от первого к пятому году жизни травостоя. При весеннем сроке посева эти цифры составили 5,5-15,0, при летнем – 6,5-17,5 т/га. На ширококорядных посевах накопление корневых остатков было на 6-7% меньше, чем на рядовом способе посева.

Ежегодный анализ содержания основных элементов в корнях овсяницы тростниковой свидетельствуют о том, что с биомассой корней в 0,5 метровом слое почвы остается 140-180 кг азота, 30-60 – фосфора и 180-215 кг/га калия.

Заключение. Установлена реальная возможность получения на орошаемых землях Нижнего Поволжья двух урожаев (на семена и зеленый корм) новой для региона многолетней культуры овсяницы тростниковой.

Оптимизация водного (70-75 % НВ) и пищевого (внесение расчетных доз НРК) режимов, летние широкорядные посевы нормой 3,0 млн всхожих семян на гектар обеспечивают получение урожая кондиционных семян на уровне 500-700 кг/га. Кормовая продуктивность в пределах 220-34,0 т/га зеленой массы формируется также на летних посевах, но в вариантах с рядовым способом посева и нормой 4,0-6,0 млн всхожих семян на гектар.

Возделывание овсяницы тростниковой способствует накоплению 15,0-18,0 т/га органики с содержанием 140,0-180,0 кг азота, 30,0-60,0 фосфора и 180,0-215,0 кг /га калия.

Библиографический список

1. Волченкова И.И. Продуктивность овсяницы тростниковой при комбинированном использовании на корм и семена: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / И.И. Волченкова – М., 1994. – 18 с.

2. Дронова Т.Н. Формирование высокопродуктивных травостоев овсяницы тростниковой при орошении / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, И.П. Земцова // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. – Вып. 8 (№96). – С. 1219-1226.

3. Дронова Т.Н. Бобово-мятликовые травосмеси на орошаемых землях Нижнего Поволжья: монография / Т.Н. Дронова [и др.]. – Волгоград, 2022. – 214 с.

4. Золотарев В.Н. Состояние и перспективы семеноводства овсяницы тростниковой в России / В.Н. Золотарев, Н.И. Переправо // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №72. – С. 158-160.

5. Золотарев В.Н. Эффективность применения удобрений на семенных посевах овсяницы тростниковой / В.Н. Золотарев [и др.] // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ: матер. межд. науч.-практич. конф. – 2018. – С. 516-520.

6. Кшникаткина А.Н. Приемы повышения продуктивности овсяницы тростниковой / А.Н. Кшникаткина, О.А. Тимошкин, П.В. Ревнивцев // Нива Поволжья. – 2018. – №3 (48). – С. 38-44.

7. Кшникаткина А.Н. Влияние минеральных азотных удобрений на продуктивность многолетних злаковых трав / А.Н. Кшникаткина, О.А. Тимошкин, П.В. Ревнивцев // Роль вузовской науки в решении проблем АПК: сб. статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Г.Б. Гальдина. – 2018. – С. 96-100.

8. Мелихов В.В. Проектирование и расчёт систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.]. – Волгоград, 2017. – 184 с.

9. Методика полевого опыта в условиях орошения. – Волгоград: ВНИИ-ОЗ, 1989. – 56 с.

10. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав / М.А. Смурьгин [и др.]. - М.: ВИК, 1986. – 135 с.

11. Чеботарев В.П. Проблемы и перспективы производства семян трав в республике Беларусь / В.П. Чеботарев, И.В. Барановский, Е.Л. Жилич // Теоретический и научно-практический журнал ИАЭП. – 2017. – Вып. 92. – С. 93-97.

12. Frick R. Trials with meadow fescue: two new varieties recommended / R. Frick, D. Suter, H. Hirschi // *AGRAR FORSCHUNG SCHWEIZ.* – 2019. – V. 10. – No.8. – P. 276-281.
13. Houde S. Root growth and turnover in perennial forages as affected by management systems and soil depth / S. Houde [et al.] // *Plant and Soil.* – 2020. – V. 451. – P. 371-387.
14. Islam M. Nitrogen fertilization in tall fescue: Productivity, agronomic efficiency and relative profitability / M. Islam, A. Adjesiwar // *Grassland Science.* – 2020. – V. 66. – P. 67-73.

Bibliographic list

1. Volchenkova I.I. Productivity of reed fescue in combined use for feed and seeds : avtoref. diss. ... kand. s.-h. nauk. - M., 1994.- 18 p.
2. Dronova T.N. of highly productive grass stands of reed fescue during irrigation / T.N. Dronova, N.I. Burceva, I.P. Zemcova // *Scientific life.* – 2019. – V. 14. – Issue 8 (№96). – P. 1219-1226.
3. Dronova T.N. Bean-bluegrass grass mixtures on irrigated lands of the Lower Volga region: monograph / T.N. Dronova [et al.] . – Volgograd, 2022. – 214 p.
4. Zolotarev V.N. The state and prospects of seed production of reed fescue in Russia / V.N. Zolotarev, N.I. Perepravo // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2018. – No.72. – P. 158-160.
5. Zolotarev V.N. Efficiency of application of fertilizers on seed crops of reed fescue / V.N. Zolotarev [et al.] // *Nauchnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa regionov RF: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii.* – 2018. – P. 516-520.
6. Kshnikatkina A.N. Techniques for increasing the productivity of reed fescue / A.N. Kshnikatkina, O.A. Timoshkin, P.V. Revnivcev // *Niva Povolzh'ya.* – 2018. – No.3 (48). – P. 38-44.
7. Kshnikatkina A.N. The effect of mineral nitrogen fertilizers on the productivity of perennial grasses / A.N. Kshnikatkina, O.A. Timoshkin, P.V. Revnivcev // *Sbornik statej Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.B. Gal'dina "Rol' vuzovskoj nauki v reshenii problem APK".* – 2018. – P. 96-100.
8. Melihov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.] . – Volgograd, 2017. – 184 p.
9. Methodology of field experience in irrigation conditions. – Volgograd: VNIIOZ, 1989. – 56 p.
10. Methodological guidelines for conducting research in the seed production of many-year-old grasses / M.A. Smurygin [et al.]. – M.: VIK, 1986. – 135 p.
11. Chebotarev V.P. Problems and prospects of grass seed production in the Republic of Belarus / V.P. Chebotarev, I.V. Baranovskij, E.L. Zhilich // *Teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal IAEP.* – 2017. – Issue. 92. – P. 93-97.
12. Frick R. Trials with meadow fescue: two new varieties recommended / R. Frick, D. Suter, H. Hirschi // *AGRAR FORSCHUNG SCHWEIZ.* – 2019. – V. 10. –

No.8. – P. 276-281.

13. Houde S. Root growth and turnover in perennial forages as affected by management systems and soil depth / S. Houde [et al.] // *Plant and Soil*. – 2020. – V. 451. – P. 371-387.

14. Islam M. Nitrogen fertilization in tall fescue: Productivity, agronomic efficiency and relative profitability / M. Islam, A. Adjesiwar // *Grassland Science*. – 2020. – V. 66. – P. 67-73.

**ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ КОРНЕВОЙ
МАССЫ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО ПО ГОДАМ ЖИЗНИ**

**FEATURES OF THE DYNAMICS OF THE ACCUMULATION OF THE
ROOT MASS OF THE EASTERN GOAT BY YEARS OF LIFE**

Е.И. Молоканцева, кандидат сельскохозяйственных наук

Д.К. Кулик, кандидат сельскохозяйственных наук

О.В. Головатюк

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия

E.I. Molokantseva, Candidate of Agricultural Sciences

D.K. Kulik, Candidate of Agricultural Sciences

O.V. Golovatuk

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia

Аннотация: В статье представлены результаты исследований по влиянию способов посева и норм высева козлятника восточного на накопление корневой массы культурой по годам жизни в условиях орошения. Опыты проводились лабораторией многолетних кормовых культур на опытном поле ФГБНУ ВНИИОЗ. Козлятник восточный в наших опытах зарекомендовал себя культурой, которая отличается высокой и стабильной урожайностью зеленой массы, а, следовательно, и высоким накоплением подземной массы, зимостойкостью и холодоустойчивостью, долголетним и продуктивным использованием, хорошим качеством корма. Накопление органического вещества в почве под посевами козлятника происходит на протяжении всего периода возделывания. Как показывают результаты исследований, нарастание корневой массы козлятника восточного зависит от возраста травостоя, нормы высева, вида посева и способа посева. После распашки травостоев с корневыми остатками козлятника при пятилетнем его возделывании в почву поступает от 240-272 до 315-335 кг азота, 67-93 фосфора и 144-197 кг/га калия. В переводе на стандартные туки это количество элементов питания равноценно внесению 680-950 кг/га аммиачной селитры, 130-190 двойного суперфосфата и 320-435 кг/га калийной соли.

Ключевые слова: козлятник восточный, беспокровный посев, подпокровный посев, корневая масса.

Abstract: The article presents the results of studies on the influence of sowing methods and seeding rates of eastern goat's rue on the accumulation of the root mass of the crop by years of life under irrigation. The experiments were carried out by the laboratory of perennial fodder crops on the experimental field of the FGBNU VNIIOZ. Oriental goat's rue in our experiments proved to be a culture that is distinguished by a high and stable yield of green mass, and, consequently, a high accumu-

lation of underground mass, winter hardiness and cold resistance, long-term and productive use, and good feed quality. The accumulation of organic matter in the soil under goat's rue crops occurs throughout the entire period of cultivation. As the research results show, the growth of the root mass of the eastern goat's rue depends on the age of the herbage, the seeding rate, the type of sowing and the sowing method. After plowing grass stands with root residues of goat's rue during its five-year cultivation, from 240-272 to 315-335 kg of nitrogen, 67-93 phosphorus and 144-197 kg/ha of potassium enter the soil. In terms of standard fertilizers, this amount of nutrients is equivalent to applying 680-950 kg/ha of ammonium nitrate, 130-190 double superphosphate and 320-435 kg/ha of potassium salt.

Key words: eastern goat, uncovered sowing, subcover sowing, root mass.

Введение. Общеизвестна огромная роль корневой системы многолетних бобовых трав в улучшении водно-физических свойств и повышении почвенного плодородия за счет накопления большого количества органического вещества [5, 13].

Основатель отечественной травопольной системы земледелия В.Р. Вильямс [4] считал, что возделывание многолетних трав является важнейшим средством восстановления плодородия почвы и придания ей необходимого строения. Значение бобовых трав он связывал не только с обогащением почвы азотом за счет фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями в ризосфере растений, но и катионами кальция, который высвобождается в процессе разложения корневой массы, что придает почве свойство прочности.

Исследованиями, проведенными на орошаемых землях Нижнего Поволжья, установлено, что многолетние бобовые травы (люцерна, эспарцет, клевер) способны формировать к концу трехлетнего произрастания до 8,0-12,0 т/га сухих корней с содержанием в них 120-250 кг азота, 40-80 фосфора и 120-200 кг/га калия [6, 8, 11, 14].

Козлятник восточный обладает только ему присущими особенностями формирования и развития корневой системы. По данным П.П. Вавилова и В.И. Филатова [3] мощная корневая система козлятника состоит из стержневого корня, части которого проникают на глубину 0,8-1,0 м с многочисленными боковыми ответвлениями, оканчивающимися нитевидными корешками, в основном расположенными в слое 0,25-0,30 м. От главного корня отходит до 18 отпрысков корневищного типа длиной до 0,3 м. Ежегодное возобновление растений происходит за счет формирования зимующих почек, из которых вырастают стебли, обеспечивая увеличение плотности травостоя и корневых отпрысков корневищного типа, располагающихся на стержневом корне у поверхности почвы [1, 10].

В связи с привлечением в кормопроизводство Нижнего Поволжья новой для региона кормовой культуры козлятника восточного большой научный и практический интерес представляет изучение динамики накопления корневой массы по годам жизни этой ценной бобовой культуры. Эти вопросы изучались сотрудниками ВНИИОЗ.

Материалы и методы. Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ ВНИИОЗ. Изучались 2 способа посева – рядовой (0,15 м) и широко-рядный (0,30 м). Семена высевали разными нормами: 1,0, 2,0 и 3,0 млн всхожих

семян на 1 га.

Срок посева козлятника ранне-весенний. Почвы опытного участка светло-каштановые с редкими пятнами солонцов. Гумусовый горизонт маломощный – 0,18-0,20 м, содержание гумуса в пахотном слое – 1,52-1,7%.

Поливы посевов козлятника осуществляли дождевальными машинами «Baier» [12]. Запланированный предполивной порог влажности в активном слое почвы (0,7 м) – 70-75% НВ.

При закладке опытов использовали сорт козлятника Магистр, выведенный селекционерами Пензенского НИИ сельского хозяйства. Уборку травостоя на зеленый корм и сено проводили в фазу бутонизации - начало цветения.

Результаты и обсуждение. В наших опытах определялось накопление корневой массы в пахотном 0-0,25 и подпахотном 0,25-0,50 м слоях почвы в конце вегетации козлятника первого, второго, третьего, четвертого и пятого года жизни.

Травостои козлятника по вариантам опыта к концу вегетации первого года жизни оставили в полуметровом слое почвы от 2,65-2,78 до 2,78-3,25 т/га сухих корней, к концу вегетации второго года жизни их количество возросло в 1,4-2,2 раза и составило 4,04-6,72 т/га. Козлятник третьего года жизни накапливал 7,36-10,82, четвертого 9,84-14,15 и пятого года жизни – 10,20-15,75 т/га сухих корней (табл. 1).

Таблица 1 - **Накопление корневой массы козлятником разных лет жизни** (норма высева 2,0 млн всхожих семян на га)

Вид посева	Способ посева	Слой почвы, м	Сухих корней, т/га по годам жизни				
			первый	второй	третий	четвертый	пятый
Подпокровный	рядовой	0-0,25	2,08	3,14	5,87	6,38	7,50
		0-0,50	2,65	4,27	8,37	9,84	11,54
% корней в слое 0-0,25 м			78,5	73,5	70,1	64,8	65,0
Подпокровный	широко-рядный	0-0,25	2,13	3,87	7,25	8,65	9,80
		0-0,50	2,78	5,16	9,97	12,63	14,85
% корней в слое 0-0,25 м			76,6	75,0	72,7	68,5	66,0
Беспокровный	рядовой	0-0,25	2,39	4,28	6,83	7,17	8,50
		0-0,50	2,92	5,75	9,58	11,02	12,94
% корней в слое 0-0,25 м			81,8	74,4	71,2	65,1	65,8
Беспокровный	широко-рядный	0-0,25	2,10	4,90	7,20	9,17	9,60
		0-0,50	2,78	6,52	10,02	13,33	15,20
% корней в слое 0-0,25 м			75,5	75,1	72,0	68,8	63,2

Прирост корневой массы козлятника второго года в сравнении с первым изменялся от 1,62 до 3,80 т, третьего по сравнению со вторым – 3,83-4,81, чет-

вертого – 1,44-3,33 и пятого в сравнении с четвертым годом жизни – 1,60-2,22 т/га сухой массы.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что на накопление корневой массы оказывают влияние несколько факторов, которые можно расположить по убывающему ранжиру: возраст травостоя, нормы высева, вид посева и способ посева.

Таким образом, в течение пяти лет использования козлятника максимально интенсивно наращивал подземную массу на посевах третьего года жизни. Если сравнивать средние данные, то накопление корней посевами второго года жизни в сравнении с первым увеличилось на 2,65, третьего – на 4,16, четвертого – на 2,22 и пятого в сравнении с четвертым – на 1,86 т/га (рис.).

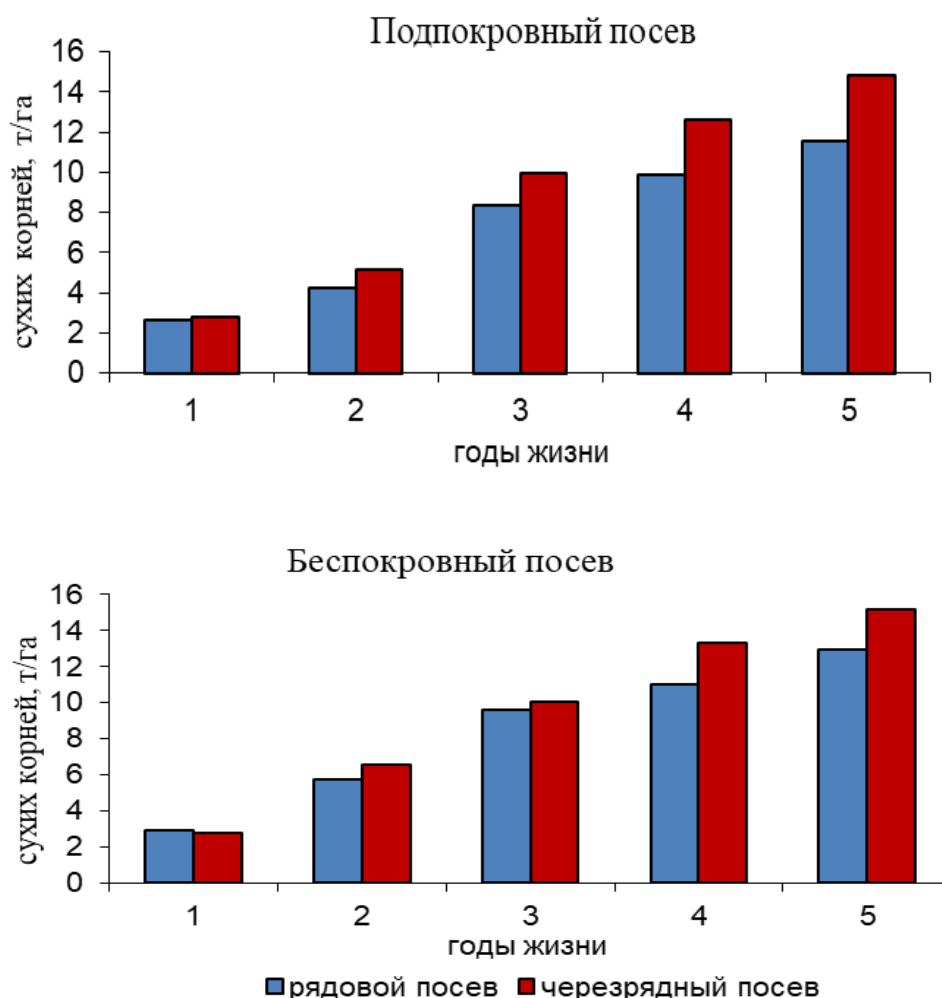


Рисунок - Прирост корневой массы на посевах козлятника разных лет жизни

Второй фактор, значительно повлиявший на накопление корней козлятника в наших опытах – это нормы его высева. При рядовом посеве растений повышение нормы с 1,0 до 2,0 млн всхожих семян увеличивало накопление корней по всем годам жизни козлятника на 0,84-2,74 т/га, дальнейшее увеличение нормы с 2,0 до 3,0 млн семян обеспечивало нарастание корневой массы за счет

большей густоты стояния до 3,25-15,75 т, но абсолютные прибавки были ниже 0,33-1,55 т/га сухой массы (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние норм высева на накопление корневой массы козлятником разных лет жизни (беспокровный посев)

Норма высева, млн всх.семян/га	Сухих корней, т/га в слое 0,5 м по годам жизни				
	первый	второй	третий	четвертый	пятый
Рядовой посев					
1,0	2,08	4,04	7,36	9,52	10,20
2,0	2,92	5,75	9,58	11,02	12,94
3,0	3,25	6,10	10,30	11,75	14,15
Ширококорядный посев					
1,0	1,95	4,82	8,50	10,90	11,55
2,0	2,78	6,52	10,02	13,33	15,20
3,0	3,12	6,72	10,82	14,15	15,75

Аналогичная тенденция прослеживается и при ширококорядном размещении растений. Максимальные приросты корневой массы 0,83-2,44 т/га характерны для варианта с нормой высева 2,0 млн, а увеличение нормы до 3,0 млн всхожих семян на гектар обеспечивало прибавку накопления корней в 0,24-1,55 т/га.

Третий фактор, влияющий на рост корней и накопление подземной массы – это вид и способ посева. Во все годы исследований беспокровный посев козлятника имел явное преимущество в сравнении с подпокровным как при рядовом, так и при ширококорядном посеве. В среднем за годы исследований беспокровные посева накапливали на 10,1-34,6% корней больше, чем вышедшие из-под покрова.

Это явление прослежено и в опытах П.П. Вавилова [3], Б.Х. Жерукова [9], отмечающих высокую зависимость козлятника от освещенности в первые 30-40 дней развития растений. В наших опытах негативное воздействие покровной культуры на накопление корней прослежено по всем годам жизни и даже травостой пятого года жизни, вышедшие из-под покрова четыре года назад, накапливали на 0,90-1,40 т/га сухих корней меньше, чем беспокровные.

Ширококорядные посева с междурядьем 0,30 м за счет интенсивного развития подземных побегов характеризовались большим накоплением корневой массы. Особенно заметно эта разница видна на посевах четвертого и пятого года жизни, где козлятник формировал 9,52-14,15 т/га сухих корней на рядовых и 10,90-15,75 т/га – на ширококорядных вариантах.

Общеизвестно, что многолетние бобовые травы при орошении большую часть корней формируют в верхнем (0,30 м) слое почвы. Нам было интересно проследить за распределением корней новой для региона культуры козлятника восточного. В результате проведенных исследований выяснилось, что с возрастом травостой козлятника происходит некоторое перераспределение корневой массы по слоям почвы. Так, если 75,5-81,8 % всех корней на посевах первого года жизни было сосредоточено в верхнем 0,25 м слое почвы, то на посевах

второго – 73,5-75,1, третьего – 70,1-72,7, четвертого – 64,8-68,8 и пятого года жизни – 63,2-66,0 % (табл. 2).

Козлятник восточный повышает плодородие почвы за счет обогащения ее органическими остатками, насыщенными свободным азотом из воздуха. По данным М.С. Борейши [2], В.П. Максименко [10] уже на третий год жизни в почве под этой культурой накапливается до 13,0 т/га корневых остатков или более 200 кг азота, а с учетом пожнивных остатков гектар пополняется органикой до 25,0 т/га, которая обогащает почву гумусовыми веществами.

Исследованиями ВНИИОЗ [6, 7, 15] установлено, что корневая масса козлятника восточного по содержанию основных питательных веществ не уступает люцерне и клеверу, а по количеству азота превосходит их. Определение содержания элементов питания в корневой массе козлятника показало, что в ней содержание азота составляет 2,08-2,13, фосфора 0,58-0,60 и калия 1,22-1,25 %. Заметного различия в их количестве в сухой биомассе корней по вариантам опыта нами не отмечено (табл. 3).

Таблица 3 - Химический состав корневой массы и накопление элементов питания при 5-тилетнем возделывании козлятника

Вид посева	Способ посева	Содержание, %			кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Подпокровный	Рядовой	2,08	0,58	1,25	240	67	144
	Ширококорядный	2,12	0,60	1,24	315	89	184
Беспокровный	Рядовой	2,10	0,60	1,22	272	78	158
	Ширококорядный	2,13	0,59	1,25	335	93	197

Заключение. Таким образом, с корневыми остатками козлятника при пятилетнем его возделывании в почве остается от 240-272 до 315-335 кг азота, 67-93 фосфора и 144-197 кг/га калия. В переводе на стандартные туки это количество элементов питания равноценно внесению 680-950 кг/га аммиачной селитры, 130-190 двойного суперфосфата и 320-435 кг/га калийной соли.

Библиографический список

1. Бондаренко А.Н. Технология возделывания козлятника восточного при орошении: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.02 / А.Н. Бондаренко. – Москва, 1995. – 23 с.
2. Борейша М.С. Культура оправдывает надежды (опыт выращивания козлятника на корм в колхозе-комбинате «Память Ильича» Брестского района) / М.С. Борейша // Сельское хозяйство Белоруссии. – 1987. – №6. – С. 29.
3. Вавилов П.П. Интенсивные кормовые культуры в Нечерноземье / П.П. Вавилов, В.И. Филатов. – М.: Московский рабочий, 1980. – С. 103-113.
4. Вильямс В.Р. Травопольная система земледелия на орошаемых землях / В.Р. Вильямс // Советская агрономия. – 1948. – №8. – С. 13-20.

5. Галиуллин А.А. Средообразующая роль многолетних трав / А.А. Галиуллин // Охрана биоразнообразия и экологические проблемы природопользования. – Пенза, 2021. – С. 35-39.
6. Дронова Т.Н. Клевер луговой на орошаемых землях Нижнего Поволжья / Т.Н. Дронова. – Волгоград: ВолГУ, 2004. – 186 с.
7. Дронова Т.Н. Особенности возделывания козлятника восточного на орошаемых землях Нижнего Поволжья / Т.Н. Дронова [и др.] // Перспективность возделывания бобовых культур на орошаемых землях Нижнего Поволжья. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2006. – С. 123-134.
8. Дронова Т.Н. Бобово-мятликовые травосмеси на орошаемых землях Нижнего Поволжья: монография / Т.Н. Дронова [и др.] – Волгоград, 2022. – 214 с.
9. Жеруков Б.Х. Козлятник восточный – ценная культура / Б.Х. Жеруков [и др.] // Земледелие. – 2003. – №2. – С. 23.
10. Максименко В.П. Галега восточная – реальность и перспектива / В.П. Максименко, А.Н. Бондаренко, Т.Л. Волчкова. – М.: ВНИИГиМ, 2005. – 94 с.
11. Медведев Г.А. Биологические основы повышения семенной продуктивности люцерны: монография / Г.А. Медведев. – Волгоград: ВГСХА, 2003. – 168 с.
12. Мелихов В.В. Проектирование и расчёт систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.]. – Волгоград, 2017. – 184 с.
13. Осипова В.В. Влияние способов посева и разных доз минеральных удобрений на рост и развитие подземной массы люцерны в условиях Якутии // В.В. Осипова / Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – №4. – С. 43-48.
14. Чурзин В.Н. Агробиологические особенности возделывания многолетних трав в Нижнем Поволжье / В.Н. Чурзин, Г.С. Егорова, С.В. Хусаинов. – Волгоград, 2001. – 95 с.
15. Burtseva N.I. Revisited the matter of the fodder galega new feed crop cultivation on the irrigated lands of the Lower Volga region / N.I. Burtseva, T.N. Dronova, O.V. Golovatyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – No.786 (1). – P. 012003.

Bibliographic list

1. Bondarenko A.N. The technology of cultivation of the eastern goat during irrigation: avtoref. dis. ...kand. s.-h. nauk: 06.01.02 / A. N. Bondarenko. – Moskva, 1995. – 23 p.
2. Borejsha M.S. The culture justifies the hopes (the experience of growing goat for food in the collective farm-combine "Memory of Ilyich" of the Brest region) / M.S. Borejsha // Sel'skoe hozjajstvo Belorussii. – 1987. – No.6. – P. 29.
3. Vavilov P.P. Intensive forage crops in the Non-Chernozem region / P.P. Vavilov, V.I. Filatov. – M.: Moskovskij rabochij, 1980. – P. 103-113.
4. Vil'jams V.R. Grass-field farming system on irrigated lands / V.R. Vil'jams // Sovetskaja agronomija. – 1948. – No.8. – P. 13-20.

5. Galiullin A.A. The environmental role of perennial grasses / A.A. Galiullin // *Ohrana bioraznoobrazija i jekologicheskie problemy prirodopol'zovanija*. – Penza, 2021. – P. 35-39.
6. Dronova T.N. Meadow clover on irrigated lands of the Lower Volga region / T.N. Dronova. – Volgograd: izd-vo VolGU, 2004. – 186 p.
7. Dronova T.N. Features of the cultivation of the Eastern goat on the irrigated lands of the Lower Volga region / T.N. Dronova [et al.] // *Perspektivnost' vozdeľvanija bobovyh kul'tur na oroshaemyh zemljah Nizhnego Povolzh'ja*. – Volgograd: VNIIOZ, 2006. – P.123-134.
8. Dronova T.N. Bean-bluegrass grass mixtures on irrigated lands of the Lower Volga region: monograph / T.N. Dronova [et al.]. – Volgograd, 2022. – 214 p.
9. Zherukov B.H. Eastern goat – a valuable culture / B.H. Zherukov, K.G. Magomedov, N.V. Berbekova, Z.M. Kardanova // *Zemledelie*. – 2003. – No.2. – P. 23.
10. Maksimenko V.P. Eastern goat – reality and perspective / V.P. Maksimenko, A.N. Bondarenko, T.L. Volchkova. – M.: VNIIGiM, 2005. – 94 p.
11. Medvedev G.A. Biological bases of increasing the seed productivity of alfalfa: monography / G.A. Medvedev. – Volgograd: VGSHA, 2003. – 168 p.
12. Melihov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.]. – Volgograd, 2017. – 184 p.
13. Osipova V.V. The influence of sowing methods and different doses of mineral fertilizers on the growth and development of the underground mass of alfalfa in Yakutia / V.V. Osipova // *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universi-teta*. – 2015. – No.4. – P. 43-48.
14. Churzin V.N. Agrobiological features of cultivation of perennial grasses in the Lower Volga region / V.N. Churzin, G.S. Egorova, S.V. Husainov. – Volgograd, 2001. – 95 p.
15. Burtseva N.I. Revisited the matter of the fodder galega new feed crop cultivation on the irrigated lands of the Lower Volga region / N.I. Burtseva, T.N. Dronova, O.V. Golovatyuk // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – No.786 (1). – P. 012003.

LOCUST AS A SOURCE OF HIGH QUALITY PROTEIN

А.Д. Тимофеева

В.Н. Храмова, доктор биологических наук

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

A.D. Timofeeva

V.N. Hramova, Doctor of Biological Sciences

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Аннотация: Через 30 лет ожидается увеличение потребления продуктов животноводства на 60-70%, что потребует огромных ресурсов. Стоимость традиционных кормов, таких как соевый шрот и рыбная мука, очень высока, и, более того, их доступность в будущем будет ограничена. К тому же с каждым годом население планеты растет, необходимо все больше сырья для питания людей, а выращивание скота требует больших финансовых затрат. Решением данной проблемы может служить разведение акрид с целью добавления в продукты питания и в корма для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Некоторыми учеными уже были проведены исследования по оценке насекомых, личинок насекомых или их муки в качестве ингредиента в рационах некоторых видов животных. В данной статье описаны методы сбора саранчи, находящейся в естественных условиях, способы выращивания саранчи в тепличных условиях и способы и методы проведения исследований химического состава саранчи, собранной в естественных условиях обитания. Ожидается, что собранную в естественных условиях саранчу можно будет после определенной обработки добавлять в состав кормов для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб, а специально выращенную саранчу – в продукты питания.

Ключевые слова: акриды, саранча, альтернативный источник белка, корм для животных, кормовая добавка, высокобелковый продукт.

Abstract: In 30 years, an increase in the consumption of livestock products by 60-70% is expected, which will require huge resources. The cost of traditional feeds such as soybean meal and fishmeal is very high, and moreover, their availability will be limited in the future. In addition, every year the world's population is growing, more and more raw materials are needed to feed people, and raising livestock requires large financial costs. The solution to this problem can be the cultivation of locust for the purpose of adding to food and feed for farm animals, birds and fish. Some scientists have already conducted research on the evaluation of insects, insect larvae or their meal as an ingredient in the diets of some animal species. This article describes the methods of collecting locusts in natural conditions, methods of growing locusts in greenhouse conditions, and methods and methods for conducting research

on the chemical composition of locusts collected in natural habitats. It is expected that the naturally collected locust, after some processing, can be added to the composition of feed for farm animals, birds and fish, and specially grown locust - to food.

Key words: locust, locust, alternative source of protein, animal feed, feed additive, high-protein product.

Введение. Саранча и кобылки, т. е. стадная и не стадная саранча, представляют собой короткохвостых прямокрылых насекомых, принадлежащих к семейству Acrididae отряда прямокрылых, в который также входят сверчки и кузнечики. Саранча в отличие от кобылок способна реагировать на изменения плотности. Когда они собираются вместе, их поведение, морфология, внешний вид, физиология и экология постепенно меняются (в течение нескольких поколений), что называется фазовыми изменениями. При переходе от одиночной к стадной фазе начинают формироваться плотные кулиги личинок и стаи взрослых особей (имаго).

Это фазовое превращение происходит, когда подходящие условия окружающей среды (достаточное количество растительности для еды и укрытия, достаточная влажность почвы для откладки яиц) позволяют успешно размножаться и обеспечивают низкую естественную смертность, что приводит к увеличению размера популяции [3].

На сегодняшний день во всех регионах, благоприятствующих по микроклимату для обитания и размножения саранчи, ведут активную борьбу с акридами. Известен способ сбора саранчи с помощью специального оборудования, воздействующего при обработке почвенных массивов электроимпульсными воздействиями с летальной для личинок дозой электрической энергии. Технически это реализуется при помощи энергетического мобильного средства, например, колесного трактора, служащего, одновременно, и как средство перемещения электротехнологического агрегата, и как источник первичной, механической энергии для привода электрического генератора – источника электрической энергии [5].

Умерщвленные таким образом особи саранчи после дальнейшей обработки измельчения или экструдирования можно использовать в качестве добавки в корма для сельскохозяйственных животных, рыб и птиц с целью обогащения его белком.

Перенаселение, эпидемии, растущий углеродный след, ограниченные ресурсы планеты – это все основные причины, по которым вскоре людям придется отказаться от продуктов животного происхождения или свести их потребление к минимуму. К этому подводят и этические вопросы, и дискуссии о полезности красного мяса и молочных продуктов. На сегодняшний день всё активнее развивается AltFood-рынок: альтернативные продукты станут массовым явлением и займут столько же полок в супермаркетах, как и привычное мясное и молочное сырье, в течение ближайших 7-10 лет или даже быстрее. Но, к сожалению, сегодня в Российской Федерации нет нормативно-технической документации, позволяющей применять белок насекомых в пищевой промышленно-

сти, однако за рубежом такая документация существует, и уже знаменитые и в России зарубежные компании начинают переходить на альтернативные источники белка – BurgerKing, KFC и др.

Целью исследования явилось определение химического состава акрид, рассмотрение способа их выращивания в тепличных условиях с целью дальнейшего использования в пищевой промышленности в качестве альтернативного источника белка.

Материалы и методы. Объектами исследования служили умерщвленные особи мароккской саранчи. Материал для исследований был собран на юге России на территории республики Калмыкия совместно с учеными Калмыцкого государственного университета.

Умерщвленные особи саранчи были подвергнуты измельчению для проведения дальнейших исследований, таких как определение массовой доли сырого протеина, сухого вещества, сырого жира, сырой клетчатки в сыром веществе, сырой золы, определение аминокислотного состава и минеральных веществ. Последний показатель был определен в лаборатории ООО «Микронутриенты», все остальные показатели – в лаборатории ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции». В каждую из лабораторий было отправлено 4 экспериментальных образца муки из умерщвленных акрид для определения в каждом из них всех показателей, упомянутых выше [7]. В результатах исследований представлены значения показателей всех 4 экспериментальных образцов.

Все исследования были проведены по стандартным общепринятым методикам: массовая доля сырого протеина – по ГОСТ 32044.1-2012 по методу Кьельдаля; массовая доля сухого вещества – по ГОСТ 31640-2012 путем высушивания навески испытуемой пробы с последующим количественным определением сухого вещества; массовая доля сырого жира – по ГОСТ 13496.15-2016 методом извлечения сырого жира из навески диэтиловым эфиром в аппарате Сокслета, удаления растворителя и взвешивания обезжиренного остатка; массовая доля сырой клетчатки в сыром веществе – по ГОСТ 31675-2012 методом, основанном на последовательной обработке навески исследуемой пробы растворами кислоты и щелочи, озолении и последующем количественном определении органического остатка гравиметрическим методом; массовая доля сырой золы – по ГОСТ 26226-95 методом определения массы остатка после сжигания и последующего прокаливания пробы; массовая доля кальция – по ГОСТ 26570-95 методом, основанном на образовании в щелочной среде малодиссоциированного комплексного соединения кальция с динатриевой солью и определении эквивалентной точки при титровании с использованием металл-индикаторов; массовая доля фосфора – по ГОСТ 26657-97 методом минерализации пробы способом сухого озоления с образованием солей ортофосфорной кислоты и последующим фотометрическим определением фосфора.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлены результаты физико-химических показателей муки из умерщвленных особей акрид.

Согласно данным, представленным в таблице 1, очевидно, что умерщвленные особи саранчи богаты белком, а также в них присутствует определенное

количество сырой клетчатки и сухого вещества. Внесение муки из саранчи в корма для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб может способствовать обогащению корма белком, который играет важную роль в развитии, росте и продуктивности животных [8]. К тому же большое значение массовой доли сухого вещества в акридах будет способствовать обогащению корма необходимыми веществами и увеличению его питательности. Возможное внесение подобной муки из саранчи в рецептуры пищевых продуктов может способствовать значительному увеличению содержания белка в продукте.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики переработанной саранчи

Наименование показателей	Среднее фактическое значение показателей
Массовая доля сырого протеина, %	65.51±0.03
Массовая доля сухого вещества, %	92.53±1.02
Массовая доля сырого жира, %	8.89±0.76
Массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %	11.95±1.4
Массовая доля сырой золы, %	6.5±0.3
Массовая доля кальция, %	1.655±0.12
Массовая доля фосфора, %	0.26±0.05

Роль минеральных веществ в питании человека и животных значительна. Они являются важным компонентом всех клеток, тканей, костей, поддерживают кислотно-щелочной баланс в организме и оказывают большое влияние на обмен веществ [1]. В исследуемом образце саранчи был определен состав минеральных веществ, представленный в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание минеральных веществ, мкг/г

Элемент	Результаты измерений			
	1 образец	2 образец	3 образец	4 образец
1	2	3	4	5
Al	88.56±8.86	41.29±4.13	106±11	102±10
As	0.13±0.015	0.07±0.01	0.18±0.022	0.13±0.015
B	7.53±0.75	6.23±0.62	6.49±0.65	12.84±1.28
Ca	2977±298	2032±203	1762±176	3201±320
Cd	0.21±0.025	0.32±0.038	0.22±0.027	0.26±0.031
Co	0.79±0.094	0.26±0.031	0.35±0.042	0.4±0.049
Cr	3.28±0.33	1.14±0.11	2.45±0.24	2.06±0.21
Cu	34.06±3.41	36±3.6	50.15±5.01	47.14±4.71
Fe	272±27	137±14	317±32	309±31
Hg	0.02±0.003	0.01±0.002	0.006±0.0011	0.008±0.0016
I	0.74±0.089	0.96±0.115	2.05±0.21	0.73±0.087
K	10395±1039	9784±978	9388±939	14621±1462
Li	0.25±0.03	0.91±0.109	0.41±0.05	0.28±0.034
Mg	1262±126	1205±121	1161±116	1723±172

1	2	3	4	5
Mn	38.07±3.81	25.57±2.56	15.93±1.59	20.21±2.02
Na	2341±234	2530±253	1756±176	2469±247
Ni	2.77±0.28	0.87±0.105	1.98±0.2	1.51±0.15
P	6675±667	7164±716	6332±633	9603±960
Pb	0.35±0.042	0.2±0.024	0.28±0.034	0.31±0.037
Se	0.42±0.051	0.54±0.065	0.4±0.048	0.59±0.071
Si	32.67±3.27	28.89±2.89	35.57±3.56	36.9±3.69
Sn	0.1±0.015	0.05±0.007	0.01±0.002	0.05±0.007
Sr	30.38±3.04	22.92±2.29	20.72±2.07	32.65±3.26
V	0.78±0.094	0.45±0.054	1.13±0.11	0.87±0.104
Zn	146±15	114±11	145±15	169±17

По данным таблицы 2 очевидно, что умерщвленные особи саранчи богаты кальцием, калием, магнием и фосфором. Все эти минеральные вещества положительно влияют на жизнедеятельность организма. Кальций обеспечивает свертываемость крови, сокращение мышц, прохождение нервных импульсов, выброс гормонов, деление клеток, калий – поддерживает в норме кровяное давление, регулирует кислотно-щелочной баланс крови и водно-солевой баланс внутри и вне клеток, принимает участие в передаче нервных импульсов; участвует в синтезе белка, магний – служит естественным антистрессовым фактором, тормозит процессы возбуждения в центральной нервной системе и снижает чувствительность организма к внешним воздействиям, фосфор – поддерживает нормальное функционирование почек [4].

Все проведенные исследования, результаты которых описаны выше, свидетельствуют о том, что акриды богаты белком, сырой клетчаткой, сухим веществом и минеральными веществами. Все эти компоненты крайне важны в рационе сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Сухое вещество способно увеличить сроки хранения кормов, сырая клетчатка оказывает механическое воздействие на стенки пищеварительного тракта и усиливает секрецию пищеварительных желез, белок выполняет структурную, каталитическую, защитную и энергетическую функции [2].

Согласно проведенным данным можно сделать предположение о пользе внесения муки из акрид в рецептуры продуктов питания, например, мясных и молочных изделий, кондитерских изделий и т.п. В полученной муке содержание белка в 3 раза больше, чем в говядине высшего сорта. Ее добавление в состав мясопродуктов значительно увеличит содержание белка, что даже может придать продукту функциональную направленность. Но в данных целях предполагается использовать саранчу, полученную не из естественных условий обитания, а специально выращенную. Данные особи акрид будут безопасны для употребления их человеком в пищу: без примесей зема, без вредных пестицидов и гербицидов.

Существует способ выращивания саранчи в искусственных условиях.

Данный способ представляет собой комплекс устройств, способствующих контролируемому выращиванию особей саранчи. Один инкубатор размером 600х600х800 мм позволит выращивать без вреда для окружающей биологиче-

ской системы до 300 особей саранчи за 2 месяца. Такое количество саранчи из одного инкубатора позволяет изготовить 1,2 кг муки из саранчи. Устройство простое в эксплуатации и представляет собой короб со специальными секциями для выведения и извлечения насекомого, устройствами для обогрева, контроля и регулирования необходимой температуры, умерщвления особей [6].

Таким образом, выращивание саранчи в сравнении с выращиванием сельскохозяйственных животных значительно выгоднее не только с финансовой точки зрения, но и с экологической.

Заключение. Согласно результатам проведенных исследований, умерщвленные особи мароккской саранчи богаты белком, сырой клетчаткой, сухим веществом и минеральными веществами. По своему аминокислотному составу саранча не уступает свинине. Таким образом, существует перспектива применения муки из саранчи не только в качестве добавки в корма для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб, но и в продукты питания. Внесение муки из акрид в состав продуктов питания будет способствовать увеличению белка и содержания микро- и макронутриентов, внесение в корма для животных – увеличению содержания белка, сухого вещества, сырой клетчатки и минеральных веществ.

Библиографический список

1. Бояринцев В.В. Метаболизм и нутритивная поддержка хирургического пациента / В.В. Бояринцев, М.А. Евсеев. – СПб.: Онли-Пресс, 2017. – 260 с.
2. Логинова Т.П. Зоотехнический анализ кормов: учебно-методическое пособие для лабораторных занятий студентов, обучающихся по направлению подготовки 36.03.02. «Зоотехния». – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО НГСХА, 2017. – 46 с.
3. Москвичев А.Ю. В борьбе с саранчой в Волгоградской области требуются новые подходы / А.Ю. Москвичев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №2 (26). – С. 1-7.
4. Панасенко Л.А. Роль основных минеральных веществ в питании детей / Л.А. Панасенко [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – Национальная педиатрическая академия науки и инноваций, 2018. – С. 122-126.
5. Пат. 2431956 Российская Федерация, МПК А01G7/04, А01M21/04. Мобильное устройство для борьбы с вредителями, использующий такое устройство / К.Тае-донг [и др.]. – опубл. 2008.
6. Пат. 93221 Российская Федерация, МПК А01M1/00. Устройство привлечения насекомых с использованием селективного источника электромагнитного излучения / А.М. Лихтер [и др.]. – 2010.
7. Храмова В.Н. Химический состав саранчи и перспективы ее применения в мясной отрасли / В.Н. Храмова, А.Д. Тимофеева, В.А. Эвиев // Пищевые инновации и биотехнологии: сб. тез. IX междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Кемерово, 17-19 мая 2021 г. - Т. 1. Технологии пищевых производств, качество и безопасность; под общ. ред. А.Ю. Просекова / ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». –

Кемерово, 2021. – С. 278-280.

8. Acridids' nutritional and biological values: application potential / B.H. Храмова [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 677: IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Krasnoyarsk, Russian Federation, 18-20 November 2020) / Krasnoyarsk State Agrarian University, Volgograd State Technical University, Volga region research Institute of manufacture and processing of meat-and-milk production [et al.]. – 2021. – 8 p. – DOI: 10.1088/1755-1315/677/3/032069. – Mode of access: <https://iopscience.iop.org/volume/1755-1315/677>.

Bibliographic list

1. Boyarintsev V.V. Metabolism and nutritional support of a surgical patient / V. V. Boyarintsev, M. A. Evseev. – St. Petersburg: Onli-Press, 2017. – 260 p.

2. Loginova T.P. Zootechnical analysis of feed: Educational and methodological manual for laboratory studies of students studying in the direction of training 36.03.02. "Zootechny". – Nizhny Novgorod, FGBOU VO NGSKhA, 2017. – 46 p.

3. Moskvichev A.Yu. New approaches are required in the fight against locusts in the Volgograd region / A.Yu. Moskvichev [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2012. – No.2 (26). – P. 1-7.

4. Panasenko L. A. The role of basic mineral substances in the nutrition of children / L.A. Panasenko [et al.] // Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics. – National Pediatric Academy of Science and Innovation, 2018. – P. 122-126.

5. Pat. 2431956 Russian Federation, IPC A01G7/04, A01M21/04 Mobile pest control device using such a device / Kim Tae-dong [et al.]. – 2008.

6. Pat. 93221 Russian Federation, MPK A01M1/00 Device for attracting insects using a selective source of electromagnetic radiation / A.M. Likhter [et al.]. – 2010.

7. Khramova V.N. Chemical composition of locusts and prospects for its use in the meat industry / V.N. Khramova, A.D. Timofeeva, V.A. Eviev // Food innovations and biotechnologies: sat. abstract IX Intern. scientific conf. students, graduate students and young scientists, Kemerovo, May 17-19, 2021. - V. 1. - Technologies of food production, quality and safety; ed. ed. A.Yu. Prosekova / FGBOU VO "Kemerovo State University". – Kemerovo, 2021. – P. 278-280.

8. Acridids' nutritional and biological values: application potential / B.H. Храмова [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 677: IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Krasnoyarsk, Russian Federation, 18-20 November 2020) / Krasnoyarsk State Agrarian University, Volgograd State Technical University, Volga region research Institute of manufacture and processing of meat-and-milk production [et al.]. – 2021. – 8 p. – DOI: 10.1088/1755-1315/677/3/032069. – Mode of access: <https://iopscience.iop.org/volume/1755-1315/677>.

**Секция 4. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, ЦИФРОВЫЕ
И РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ
ПРЕЦИЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

УДК 66.069.83

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОРОПЛАСТОВЫХ
КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ
ТЕПЛОМАССООБМЕННЫХ АППАРАТОВ**

**PROSPECTIVE DESIGNS OF POROUS PLASTIC CONTACT
DEVICES FOR HEAT AND MASS EXCHANGE APPARATUSES**

П.С. Васильев¹, кандидат технических наук

А.Е. Новиков^{1,2}, член-корреспондент Российской академии наук

К.В. Чёрикова¹

¹*Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград,
Россия*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия*

P.S. Vasilyev¹, Candidate of Technical Sciences

A.E. Novikov², Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

K.V. Tchyorickowa¹

¹*Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia*

²*All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd,
Russia*

Аннотация: В работе приведено описание конструкций и области практического применения насадочных и тарельчатых поропластовых контактных устройств. На основании результатов модельного расчёта доказана практическая эффективность их использования по сравнению с классическими конструкциями контактных устройств колонных теплообменников аппаратов.

Ключевые слова: переработка растительного сырья, теплообмен, поропласт, насадка, тарелка, эффективность.

Abstract: The paper presents a description of designs and practical application of packed-type and disk-shaped porous plastic contact devices. On the basis of results of model calculation their practical efficiency is proved in comparison with classical designs of contact devices of column heat and mass exchange apparatuses.

Key words: plant raw material processing, heat and mass transfer, porous plastic, nozzle, plate, efficiency.

Введение. Развитие современных технологий орошаемого земледелия, способствующих повышению урожайности сельскохозяйственных культур, обуславливает необходимость увеличения объёмов переработки полученного растительного сырья в конечные продукты.

Перерабатывающие производства представлены широким спектром различных технологических процессов, в том числе тепломассообменных.

Так, например, растительным сырьём для производства этилового спирта в основном являются различные виды зерна (пшеница, рожь, ячмень, овёс, кукуруза) и картофель. Глубина переработки сырья определяется конечной концентрацией спирта. При этом повышенную товарную ценность имеет высококонцентрированный этиловый спирт, выходящий из ректификационной колонны в качестве азеотропной смеси [4].

Глубокая переработка больших объёмов растительного сырья за счёт реализации различных тепломассообменных процессов возможна только при использовании эффективных контактных устройств, обеспечивающих развитую поверхность контакта газовой (паровой) и жидкой фаз. Разработка и внедрение таких устройств является актуальной задачей многих промышленных отраслей.

Материалы и методы. В настоящее время высокую эффективность проявили контактные устройства колонных тепломассообменных аппаратов, полностью или частично изготовленные из поропластовых материалов, обладающих развитой удельной поверхностью и невысоким гидравлическим сопротивлением [5, 6].

На рис. 1 представлена схема конструкция поропластовой насадки в виде колец Рашига [1], а на рис. 2 – поропластовой тарелки провального типа [2], разработанные коллективом авторов кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета.

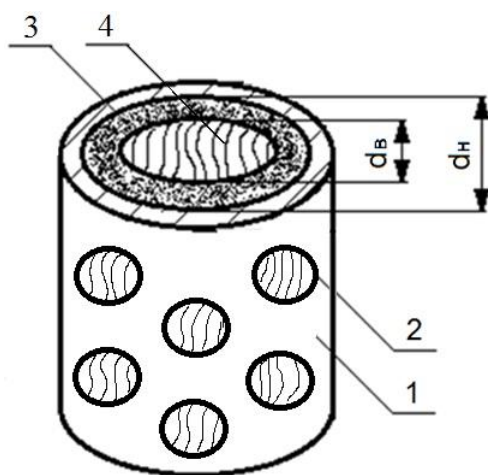


Рисунок 1 - Схема конструкции поропластовой насадки (кольцо Рашига) [4]:

(1 - металлический или полимерный цилиндр; 2 - отверстия перфорации; 3 - поропластовый цилиндр, $d_{в}=(0,65\div 0,75)\cdot d_{н}$; 4 - капилляры)

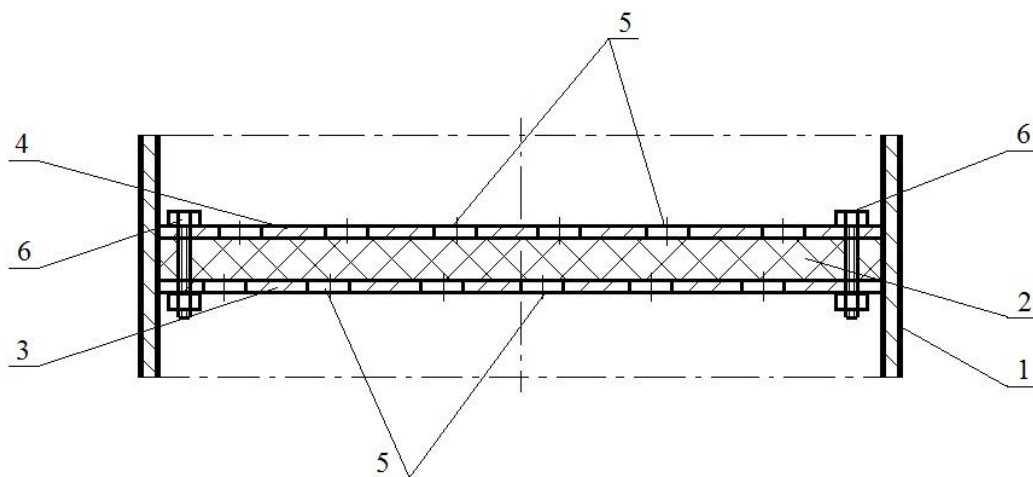


Рисунок 2 - Схема конструкции поропластовой тарелки провального типа [5]:

(1 - корпус теплообменного аппарата; 2 - поропластовый диск; 3, 4 - металлические или полимерные диски; 5 - отверстия перфорации; 6 - крепёжные элементы)

При этом необходимо отметить, что практический выбор насадки или тарелки, при прочих равных условиях, определяется механической прочностью поропластового материала, из которого они изготовлены. Если прочность материала относительно невысока, то под действием гидростатического давления жидкости в аппарате его поры сожмутся и не будут участвовать в обеспечении протекания теплообменного процесса. В этом случае целесообразно использовать поропластовую тарелку (рис. 2). Если же материал обладает относительно высокой прочностью, то наиболее целесообразно использовать поропластовую насадку (рис. 1).

Для повышения гидродинамической стабильности работы тарельчатых поропластовых контактных устройств предлагается использовать клапанные поропластовые тарелки [3]. На рис. 3 представлена схема конструкции клапана такой тарелки.

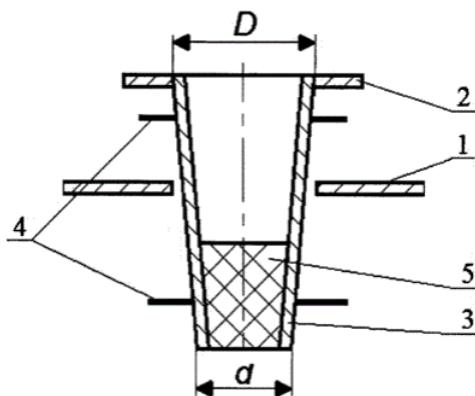


Рисунок 3 - Схема конструкции клапана поропластовой тарелки [6]:
 (1 - тарелка; 2 - клапан; 3 - опорный элемент, $d=(0,85\div 0,95)\cdot D$;
 4 - ограничительные уступы; 5 - вставка из поропластового материала)

Необходимо отметить, что такая конструкция (рис. 3) позволяет надёжно работать с загрязнёнными жидкостями (например брагой при производстве этилового спирта), обеспечивая постоянную самоочистку клапанов за счёт непрерывных колебательных движений их опорных элементов, вызывающих непрерывное истирание отложений в посадочных отверстиях тарелки.

Результаты и обсуждение. В результате выполнения модельного расчёта ректификационной колонны для разделения 10 т/ч бинарной смеси этиловый спирт – вода при атмосферном давлении (азеотропная смесь на выходе) с поропластовой насадкой в виде колец Рашига размером 10×10×2 мм в сравнении, при прочих равных условиях, с керамическими кольцами Рашига размером 10×10×1,5 мм были определены следующие параметры.

1. Ректификационная колонна с поропластовыми кольцами Рашига:

- диаметр 2,6 м;
- высота 11 м;
- гидравлическое сопротивление 1,2 кПа;
- масса загружаемой насадки 1 т.

2. Ректификационная колонна с керамическими кольцами Рашига:

- диаметр 2,6 м;
- высота 30 м;
- гидравлическое сопротивление 9,5 кПа;
- масса загружаемой насадки 13 т.

Полученные результаты подтверждают высокую эффективность работы поропластовых контактных устройств.

Заключение. Таким образом, практическое использование предложенных конструкций поропластовых контактных устройств теплообменных аппаратов позволит в среднем в несколько раз повысить эффективность процессов переработки больших объёмов растительного сырья в конечные продукты.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-1603.2022.4 «Разработка энергоресурсоэффективного оборудования для реализации теплообменных процессов с использованием множественного капельного кипения и высокопористых материалов на основе экспериментально-теоретических исследований».

Библиографический список

1. Пат.131311 Российская Федерация, МПК В01J19/00. Насадка для массообменного аппарата: №2013104528/05 / А.Б. Голованчиков [и др.]. - опубл. 20.08.2013.

2. Пат. 135522 Российская Федерация, МПК В01D3/00. Массообменная тарелка: №2013130814/05 / А.Б. Голованчиков [и др.]. - опубл. 20.12.2013.

3. Пат. 158005 Российская Федерация, МПК В01D3/00. Клапанная тарелка: №2015100432/05 / П.С. Васильев [и др.]. - опубл. 20.12.2015.

4. Справочник по производству спирта. Сырьё, технология и теххимконтроль / В.Л. Яровенко [и др.]. – Москва: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. – 336 с.

5. Porous plastic packing for heat and mass transfer processes / A.B. Golovanchikov [et al.] // Chemical and Petroleum Engineering. – 2018. – V. 53 (11-12). – P. 759-764.

6. Jou C.-J.G. A pilot study for oil refinery wastewater treatment using a fixed-film bioreactor / C.-J.G. Jou, G.C. Huang // Advances in Environmental Research. – 2003. – V. 7 (2). – P. 463-469.

Bibliographic list

1. Pat. 131311 Russian Federation, IPC B01J19/00. Nozzle for a mass-exchange apparatus: № 2013104528/05 / A.B. Golovanchikov [et al.]. - publ. 20.08.2013.

2. Pat. 135522 Russian Federation, IPC B01D3/00. Mass-exchange plate: № 2013130814/05 / A.B. Golovanchikov [et al.]. - publ. 20.12.2013.

3. Pat.158005 Russian Federation, IPC B01D3/00. Valve plate: №. 2015100432/05 / P.S. Vasilyev [et al.]. - publ. 20.12.2015.

4. Reference book on alcohol production. Raw materials, technology and technochemical control / V.L. Yarovenko [at al.]. – Moscow: Light and food industry, 1981. – 336 c.

5. Porous plastic packing for heat and mass transfer processes / A.B. Golovanchikov [et al.] // Chemical and Petroleum Engineering. – 2018. – V. 53 (11-12). – P. 759-764.

6. Jou C.-J.G. A pilot study for oil refinery wastewater treatment using a fixed-film bioreactor / C.-J.G. Jou, G.C. Huang // Advances in Environmental Research. – 2003. – V. 7 (2). – P. 463-469.

**ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
КАРТОФЕЛЯ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРАБОТАННОЙ КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКИ**

**ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES OF POTATO CULTIVATION
IN IRRIGATED AGRICULTURE USING
THE DEVELOPED POTATO PLANTER**

А.Н. Цепляев¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В.А. Цепляев², кандидат технических наук, доцент

Р.А. Непокрытый¹

¹*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия*

²*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт, орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия*

A.N. Tseplyaev¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

V.A. Tseplyaev², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

R.A. Nepokrytiy¹

¹*Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia*

²*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

Аннотация: На урожайность картофеля влияют многие факторы: сорта, почва, агроклиматические условия, удобрения и т.д. Наиболее важным из них является влагообеспеченность. При орошении картофеля в условиях Нижнего Поволжья требуется не менее 60M^3 воды на гектар. Однако существенная часть воды при поливе, особенно дождеванием, затрачивается на испарение и на её перемещение в нижние слои почвы. Поэтому для сохранения влаги в корнеобитаемом горизонте использован синтетический препарат – гидрогель. Он позволяет накапливать влагу за счет её адсорбции, а по мере её уменьшения в почве – увлажнять корневую систему растений. По выражению академика РАН Кружилина И.П. за счет гидрогеля в почве создаются «мини-водохранилища». Его применение существенно повышает влагообеспеченность растений, а наибольшая эффективность достигается при локальном внесении одновременно с посадкой клубней картофеля. Особенность его размещения в том, что он подается ниже дна посадки клубней картофеля на 5...10 см. Для выполнения этой операции разработана картофелесажалка, оборудованная синхронным устройством для накопления определенной дозы гидрогеля в дозаторе и последующей ее подаче под клубень картофеля. Образование борозды под гидрогель обеспечивает специальный нож с полым каналом, который движется перед сошником картофелесажалки и ниже дна борозды. Его установка вызывает увеличения сопротивления почвы и, соответственно, тягового сопротивления. Поэтому рассмотрена методика теоретического нахождения сопротивления ножа при посадке картофеля при использовании гидрогеля.

Ключевые слова: гидрогель, орошаемое земледелие, картофелесажалка, клубни картофеля, нож, тяговое сопротивление, сила трения, сопротивление резанию.

Abstract: Potato yield is influenced by many factors: port, soil, agro-climatic conditions, fertilizers, etc. The most important of them is moisture availability. When irrigating potatoes in the conditions of the Lower Volga region, at least 10 m^3 of water per ton of products is required. However, a significant part of the water during irrigation, especially by sprinkling, is spent on evaporation and on its movement to the lower layers of the soil. Therefore, a synthetic preparation – hydrogel - was used to preserve moisture in the root-inhabited horizon. It allows you to accumulate moisture due to its adsorption, and as it decreases in the soil – to moisten the root system of plants. In the words of Academician of the Russian Academy of Sciences I.P. Kruzhilin, "mini reservoirs" are created due to hydrogel in the soil. Its use significantly increases the moisture supply of plants, and the greatest efficiency is achieved with local application simultaneously with the planting of potato tubers. The peculiarity of its resolution is that it is fed below the bottom of planting potato tubers by 5...10 cm. To perform this operation, a potato planter has been developed, equipped with a synchronous device for accumulating a certain dose of hydrogel in the dispenser and then feeding it under the potato tuber. The formation of a furrow under the hydrogel is provided by a special knife with a hollow channel that moves in front of the potato planter below the bottom of the furrow, its installation causes an increase in soil resistance and, accordingly, traction resistance. Therefore, the method of theoretical finding of the load on the tractor hook is considered.

Key word: hydrogel, irrigated agriculture, potato planter, potato tubers, knife, traction resistance, friction force, cutting resistance.

Введение. Картофель – одна из основных продовольственных культур в питании человека. Она конкурирует наравне с хлебом, а в некоторых странах, например, Белоруссии, занимает господствующее положение.

В России картофель возделывается на значительных площадях, а его валовой сбор достигает 7,5 млн тонн [8,9].

Урожайность картофеля зависит от многих факторов: сортовые особенности, почва, климатические условия, агротехника и т.д.

Что касается сортов картофеля, то наиболее перспективными считаются сорта Невский, Луговской, Жуковский.

Они имеют высокую урожайность от 40 до 45 т с гектара, хорошие вкусовые качества, характеризующиеся содержанием крахмала до 12 %.

В последнее время для получения хороших урожаев картофеля используют гибриды Белла Роса, Галла и др. Что касается почв, то картофель к ним весьма требователен, так как наилучшие его показатели достигаются на легких, высокогумусных почвах, с хорошей структурой и большим содержанием питательных веществ. При их недостатке урожайность картофеля резко снижается, вкусовые качества ухудшаются, что влияет на ценность получаемой продукции. Запасы питательных веществ в почве увеличивают за счет внесения органиче-

ских и минеральных удобрений. Наиболее предпочтительными при возделывании картофеля, являются органические удобрения (перегной от КРС), торф и другие подобные субстанции [13,16]. Что касается органических удобрений, то они имеют долговременное действие, а их эффективное использование растениями начинается по прошествии определенного времени (не менее года, а иногда до трех лет). Минеральные удобрения больше востребованы, их чаще всего применяют для пополнения питательной среды почвы и обеспечения самих растений при получении гарантированных урожаев с соответствующими показателями качества.

Однако получение урожая на картофельных полях напрямую связано с их обеспечением водой. Картофель весьма требователен к влаге и на один гектар его производства приходится не менее 60 м³ воды [4,5,6,9,17].

Следует учитывать, что эффективность использования воды при обычной технологии возделывания не превышает 70%, так как часть ее испаряется, если при орошении применяют дождевание, а существенное количество уходит в более глубокие слои почвы, вызывая ее засоление [2,10,12].

Кроме этого, следует учитывать также факт бесконтрольного расходования водных ресурсов, особенно в условиях глобального изменения климата в сторону повышения температур и участившихся засух [14].

Материалы и методы. Аналитическое определение зависимости тягового сопротивления при установке ножа на секцию картофелесажалки проводилось с использованием теоретических исследований, выполненных в работах по теории почвообрабатывающих машин под редакцией Г.Е. Листопада, Г.Н. Синеекова, Е.Н. Босого и т.д., Наиболее значимыми факторами в них отмечают: глубина обработки почвы, трение почвы о рабочую поверхность, а также физико-механические свойства.

Результаты и обсуждение. Разработана картофелесажалка для посадки клубней картофеля с одновременным внесением гидрогеля на 5...10 см ниже дна борозды. Исходя из параметров установленного на ней ножа для подачи гидрогеля, теоретически определено увеличение тягового сопротивления агрегата.

Нами предлагается способ выращивания картофеля с использованием сорбирующих сополимеров. Одним из них может быть искусственный сополимер, способный накапливать влагу, расширяясь в объеме, а затем, при ее снижении, в почве передавать влагу корням растений.

О возможном использовании гидрогеля при возделывании сельскохозяйственных культур отмечается в публикациях различных исследователей [6, 10,13,15]. При этом, в исследованиях гидрогеля отмечается не только его роль как сорбента, но и продукта, способного улучшать структуру почвы за счет колебаний объема в больших пределах при насыщении влагой с последующей ее передачей растениям. Однако серьезным аргументом против применения гидрогеля на больших площадях может быть отсутствие специальных машин для его внесения. Особенность корневой системы растений в том, что она развивается в нижние слои почвы, следовательно, для более эффективного использования гидрогеля, он должен вноситься ниже дна посадочной борозды при заделе

клубней картофеля [7,8,9]. Учитывая эту особенность конструкции существующей типовой картофелесажалки изменена, и ее схема представлена на рисунке 1.

Модифицированная секция картофелесажалки для внесения гидрогеля содержит бункер для клубней картофеля 1, вычерпывающий аппарат 2, представляющий собой диск с двенадцатью ложечками, туковысевающий аппарат 3, тукопровод 4, бороздообразующие диски 5, копирующее колесо 6, сошник 7. На секцию установлен бункер для гидрогеля 8, на дне которого расположено дозирующее устройство 9, его работа синхронизирована с вращением лопастей ротора, также расположена накопительная камера с активным сбрасывателем.

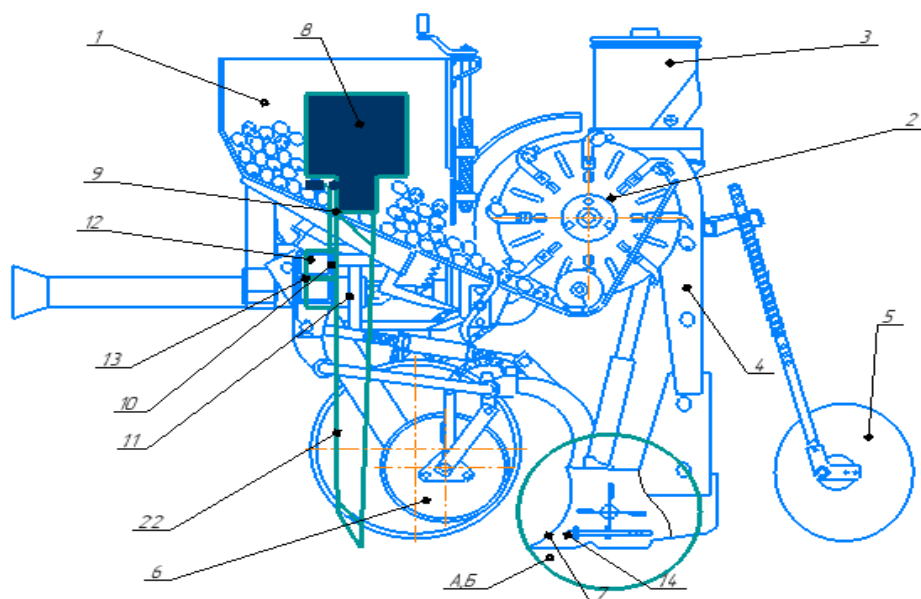


Рисунок 1 - Секция картофелесажалки

(1- бункер для клубней картофеля, 2 - вычерпывающий аппарат, 3 - туковысевающий аппарат, 4 - тукопровод, 5- бороздообразующие диски, 6 - копирующее колесо, 7 - сошник, 8 - бункер для гидрогеля, 9 - дозирующее устройство, 10 - накопительная камера 11- активный сбрасыватель, 12 - втягивающее устройство, 13 - реле, 14 - пьезоэлектрический датчик, 15 – штанга, 16 - пружина, 17 - концевой выключатель, 18 - датчик, 19 - ротор, 20 -двуплечие рычаги, 21 - подвижные пластины, 22 - подвижный рабочий орган, 23 - ременная передача, 24 - электрические провода)

Работает машина следующим образом: подвижный рабочий орган 22, секции устанавливают на заданную глубину, после чего заполняют бункер для клубней картофеля 1 и бункер для гидрогеля 8. После начала движения по полю вычерпывающий аппарат 2 подает клубни картофеля на ротор 19, находящийся в сошнике 7. Далее лопастями ротора 19 клубни направляются в бороздку, образованную сошником. Лопасти ротора воздействуют на двуплечие рычаги 20, включающие электрическую систему управления активным сбрасывателем 11. При повороте сбрасывателя гидрогель подается в канал подвижного рабочего органа 22 (ножа), а далее в отдельную бороздку ниже клубня картофеля.

По предварительным опытам гидрогель нужно вносить на 5-10 см глубже дна борозды. Такое внесение обеспечивает более эффективное развитие клубней картофеля, способствует наилучшему сохранению влаги в субстанции гидрогеля. Следовательно, увеличение глубины хода ножа для подачи гидрогеля приведет к возрастанию сопротивления ножа.

Теоретическое определение сопротивления рассмотрим исходя из сил, действующих на нож [1,3].

Воспользуемся схемой ножа и приложим все силы, действующие на него

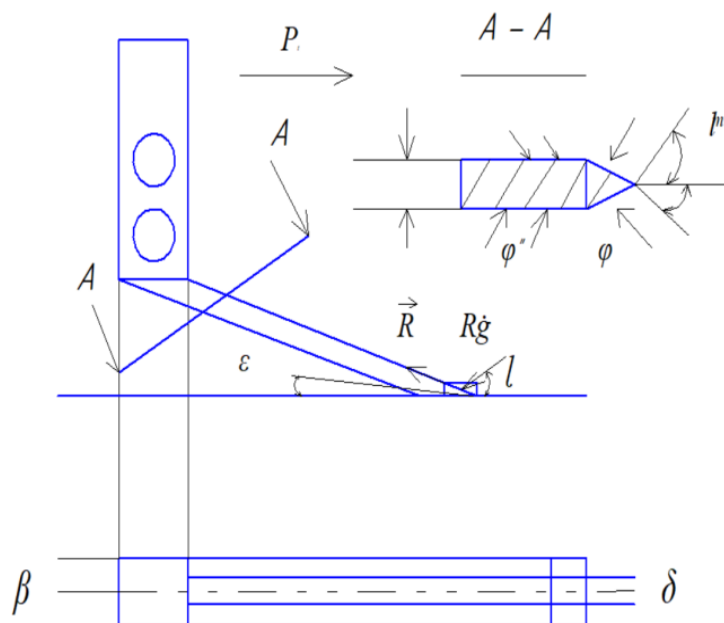


Рисунок 2 - Схема сил, действующих на нож, для подачи гидрогеля в почву

Общее сопротивление рабочего органа будет представлено уравнением:

$$R_{\Sigma} = R_{gr} + R_{л} + R_{\tau} + R_{\tau} + R_p, \quad (1)$$

где R_{Σ} – суммарное сопротивление, возникающее при работе ножа, кН;

R_{gr} – горизонтальная составляющая долота ножа, зависящая от типа почвы и влажности, кН;

$R_{л}$ – лобовое сопротивление лезвию ножа, кН;

R_{τ} – касательная составляющая сопротивления лезвию ножа, кН;

R_{τ} – касательная составляющая ножевой, кН;

R_p – сопротивление в почве при работе ножа, кН.

Рассмотрим каждую из сил, представленных в уравнении, и выразим их.

Сила, действующая на долото, будет направлена под углом, соответственно ее составляющая R_{gr} определится:

$$R_{gr} = R_g * \cos \alpha. \quad (2)$$

Сила сопротивления долота может быть найдена по формуле:

$$R_{gr} = \frac{a * b * \mu}{g} * v^2 [\sin \alpha * \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_t) - 2 \sin^2 \alpha], \quad (3)$$

где $\frac{a \cdot b \cdot \mu}{g} \cdot v^2 = \frac{d_m}{\lambda}$ – масса почвы, проходящая через нож в единицу времени, кг/с;

φ_t – угол трения почвы о лезвие долота;

v – поступательная скорость перемещения долота, м/с.

Соппротивление $R_{л}$ находится по известной формуле:

$$R_{л} = (a_n \cdot \delta C_{уд} \cdot q_v \cdot V_g)^{1/2} \cdot 10^{-2}, \quad (4)$$

где a_n – глубина хода ножа, м;

$C_{уд}$ – удельное сопротивление от работы лезвия ножа, н/м²;

q_v – объемное сопротивление от деформации почвы ножом, н/м³;

V_g – объем деформированной почвы от действия лезвия ножа, м³.

Судя по методике расчета деформируемого участка почвы при ее взаимодействии с рабочими органами, это будет трапеция [1,3].

$$S_{тр} = \frac{(\delta + \frac{2b}{\omega})}{2} \cdot tg \frac{\omega}{2} \cdot a_n \cdot tg \varphi_t,$$

где ω – угол внутреннего трения почвы о почву;

φ_t – угол трения почвы о рабочий орган.

Тогда объем будет равен:

$$V_g = S_{тр} \cdot a_n = \frac{\delta (tg \frac{\omega}{2} + 2b)}{tg \frac{\omega}{2}} \cdot a_n^2 \cdot tg \varphi_t,$$

Тогда сопротивление лезвия будет равно

$$R_{л} = [a_n^3 \frac{\delta \cdot tg \frac{\omega}{2} + 2b}{tg \frac{\omega}{2}} \cdot C_{уд} \cdot q_v \cdot tg \varphi_t] \cdot 10^{-2}. \quad (5)$$

В конструкции рабочего органа лезвие ножа крепится непосредственно к патрубку подачи гидрогеля, а его ширина равна ширине основания лезвия, отсюда примем условия, что сопротивление основания ножевой полосы о почву будет отсутствовать (т.к. почва будет разрыхлена лезвием ножа), то есть $F=0$. Кроме того, посадка картофеля выполняется в весенний период в заранее подготовленную почву, то есть растительные остатки удалены из почвы, следовательно, $R=0$.

Соответственно, следует определить F_t .

$$F_t = a_n \cdot C_{уд} \cdot k_x \cdot d_{np} \cdot k_f, \quad (6)$$

где k_x – коэффициент, учитывающий увеличение горизонтального сопротивления в зависимости от износа ножа;

d – приведенный диаметр ножа, м;

$d = \sqrt{0,5 \cdot h \cdot \delta}$, где h – высота треугольника в сечении ножа, м;

k_f – коэффициент трения, зависящий от глубины, $k_f = \frac{F_t}{F_t}$, где $F_t =$

$f_t \cdot N \cdot \beta \cdot S_a$;

β_n – удельное трение, н/м²;

S_a – площадь трения, м².

Общее сопротивление будет представлено формулой, учитывающей выражения 5,6:

$$R_{\Sigma} = [a_{\text{н}}^3 \frac{\delta * tg \frac{\omega}{2} + 2b}{tg \frac{\omega}{2}} * C_{\text{уд}} * q_v * tgy_t] * 10^{-2} + (a_{\text{н}} * C_{\text{уд}} * k_x * d_{\text{уп}} * \frac{N_{ft} + S_a * \beta}{N * f_t}) * 10^{-2} = a_{\text{н}} * 10^{-2} \{ [a_{\text{н}}^2 \frac{\delta * tg \frac{\omega}{2} + 2b}{tg \frac{\omega}{2}} * C_{\text{уд}} * q_v * tgy_t]^2 + C_{\text{уд}} * k_x * (0.5Vh)^{1/2} + \frac{N_{ft} + S_a * \beta}{N * f_t} \} \quad (7)$$

Полученное выражение (7) достаточно сложно решить аналитическим путем, в нем учитываются различные вводные коэффициенты и при подстановке экспериментальных данных можно получить в приемлемом для практически расчетов варианте значение общего сопротивления ножа при работе картофеле-сажалки.

Заключение. Для сохранения водных ресурсов в условиях орошения для выращивания сельскохозяйственных культур применяют различные приемы. Одним из них может быть использование гидросорбентов, например, гидрогеля. Он способен накапливать влагу при ее избытке (при поливе), а затем подпитывать растения. Опыты проводились на опытном поле ВНИИОЗ, изучалось использование гидрогеля при посадке картофеля. Для внесения гидрогеля была сконструирована картофелесажалка, оборудованная специальным ножом с полым внутри каналом. Поскольку нож создает дополнительное сопротивление, то в статье представлена методика и теоретический расчет суммарного сопротивления ножа. Судя по выражению 7, оно зависит от глубины работы ножа, удельных величин сопротивления объема деформированной почвы, а также параметров самого ножа. Существенное влияние на сопротивление оказывает трение элементов ножа о почву.

Библиографический список

1. Бердышев В.Е. Теория и расчет технологических параметров сельскохозяйственных машин: учебное пособие / В.Е. Бердышев [и др.] // Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 112 с.
2. Годунова Е.И. Использование гидрогеля и влагообеспеченность культур в зоне неустойчивого увлажнения Ставрополя / Е.И. Годунова, С.Н. Шкабарда, В.Н. Гундырин // Земледелие. - 2014. - №6. - С. 37-38.
3. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учеб. пособие для вузов по спец. 1509 «Механизация сел. хоз-ва» и 1516 «Сел. хоз-во» / Г.Е. Листопад [и др.]. - Агропромиздат, 1986. - 688 с.
4. Пат. 2743058 С1 Российская Федерация. Культиватор для обработки посадок семенного картофеля / А.Е. Новиков [и др.]. - опубл. 15.02.2021.
5. Пат. 2726435 С1 Российская Федерация. Машина для посадки картофеля на семена с активными грядообразователями / В.А. Моторин [и др.]. - опубл. 14.07.2020.
6. Ревенко В.Ю. Использование гидрогелей в растениеводстве / В.Ю. Ревенко, О.М. Агафонов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2018. - №11-2. - С. 59-65.

7. Старовойтов В.И. Возделывание картофеля с использованием влагосберегающих полимеров / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // Техника и технологии АПК. - 2015. - №1. - С. 15-18.
8. Старовойтова О.А. Влияние водных абсорбентов на урожайность картофеля / О.А. Старовойтова [и др.] // День Балтийского моря: сб. матер. XIV междунар. экологического форума. - СПб.: Человек, 2013. - С. 56–58.
9. Старовойтов В.И. Технология возделывания картофеля с использованием влагосберегающих полимеров / В.И. Старовойтов [и др.]. - М.: ФГБНУВ-НИИКХ, 2014. - 27 с.
10. Тимошенко В.В. Перспективы использования влагоудерживающих сополимеров при возделывании сельскохозяйственных культур в засушливых зонах / В.В. Тимошенко // Материалы VIII международной науч.-практич. конф. молодых исследователей, посвященной 70-летию Волгоградского государственного аграрного университета, г. Волгоград, апрель 2014 г. - Волгоград, 2014. – Ч. I. – 448 с.
11. Тимошенко В.В. Эффективность использования сошника для посева и внесения гидрогеля и жидких удобрений / В.В. Тимошенко, А.Н. Цепляев // Стратегические инновационного развития АПК в современных экономических условиях, 26-28 января 2016 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2016. – Т. 2. – 400 с.
12. Цепляев А.Н. Машины и оборудование для природообустройства и водопользования: учебное пособие для вузов / А.Н. Цепляев, В.Г. Абезин, Д.В. Скрипкин. - Юрайт, 2016. - 137 с.
13. Цепляев А.Н. Сохранение плодородия почвы при использовании различных способов механизированного внесения тукобогащенного гидрогеля / А.Н. Цепляев, В.В. Тимошенко // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2016. - №1. - С. 195-201.
14. Advanced nanomaterials in agriculture under a changing climate: The way to the future /A. Ioannou [et al.]// Environmental and Experimental Botany. - 2020. - №176. - article number 104048.
15. Deficit Irrigation Scheduling and Superabsorbent Polymer Hydrogel Enhance Seed Yield, Water Productivity and Economics of Indian Mustard Under SemiArid Ecologies / S.S. Rathore [et al.] // Irrigation and Drainage. - 2019. - No.68 (3). - P. 531-541.
16. Kabir M.H. A low cost sensor based agriculture monitoring system using polymeric hydrogel / M.H. Kabir, K. Ahmed, H. Furukawa // Journal of the Electrochemical Society. - 2017. - No.164 (5). - P. 3107-3112.
17. Motorin V.A. Development of a machine model for planting potatoes for seeds with active bed formers / V.A. Motorin, D.S. Gapich, A.E Novikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2. "Mathematical Modeling of Technical and Economic Systems in Agriculture II". - 2020. - P. 012007.

Bibliographic list

1. Berdyshev V.E. Theory and calculation of technological parameters of agri-

cultural machines: textbook / V.E. Berdyshev [et al.]. - Volgograd State Agrarian University, 2018. - 112 p.

2. Godunova E. I. The use of hydrogel and moisture availability of crops in the zone of unstable humidification of Stavropol / E.I. Godunova, S.N. Shkabarda, V.N. Gundyryn // Agriculture. - 2014. - No.6. - P. 37-38.

3. Listopad G.E. Agricultural and reclamation machines: textbook for universities on spec. 1509 "Mechanization of rural households" and 1516 "Rural households" / G.E. Listopad [et al.]. - Agro-promizdat, 1986. - 688 p.

4. Pat. 2743058 C1 Russian Federation. Cultivator for processing seed potato plantings / A.E. Novikov [et al.]. - publ. 15.02.2021.

5. Pat. 2726435 C1 Russian Federation. Machine for planting potatoes on seeds with active seeders / V.A. Motorin [et al.]. – publ. 14.07.2020.

6. Revenko V.Yu. The use of hydrogels in crop production / V.Yu. Revenko, O.M. Agafonov // International Journal of Humanities and Natural Sciences. - 2018. No.11-2. - P. 59-65.

7. Starovoitov V.I. Potato cultivation using moisture-saving polymers / V.I. Starovoitov, O.A. Starovoitova, A.A. Manokhina // Technique and technologies of agroindustrial complex. - 2015. - No.1. - P. 15-18.

8. Starovoitova Yu.A. Influence of water absorbents on potato yield / Yu.A. Starovoitova [et al.] // Baltic Sea Day: collection of materials of the XIV International Ecological Forum. - St. Petersburg: Man, 2013. – P. 56-58.

9. Starovoitov V.I. Cultivation technology potatoes using moisture-saving polymers / V.I. Starovoitov [et al.]. - Moscow: FGBNU VNIKH, 2014. - 27 p.

10. Timoshenko V.V. Prospects for the use of moisture-retaining copolymers in the cultivation of agricultural crops in arid zones: materials at the VIII Scientific and Practical International Conference of Young Researchers dedicated to the 70-th anniversary of the Volgograd State Agrarian University, Volgograd, April 2014. - Volgograd, 2014. - Part I. - 448 p.

11. Timoshenko V.V. Efficiency of using a coulters for sowing and applying hydrogel and liquid fertilizers / V.V. Timoshenko, A.N. Tseplyaev // Strategic innovative development of agro-industrial complex in modern economic conditions January 26-28, 2016. - Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2016. – V. 2. - 400 p.

12. Tseplyaev A.N. Machines and equipment for home improvement and water use: textbook for Universities / A.N. Tseplyaev, V.G. Abezin, D.V. Skripkin. - Yurayt, 2016. - 137 p.

13. Tseplyaev A.N. Preservation of soil fertility by using various methods of mechanized application of a fat-enriched hydrogel / Tseplyaev A.N., V.V. Timoshenko // Izvestia of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: Science and higher professional education. - 2016. - No.1. - P. 195-201.

14. Advanced nanomaterials in agriculture under a changing climate: The way to the future /A. Ioannou [et al.]// Environmental and Experimental Botany. - 2020. - №176. - article number 104048.

15. Deficit Irrigation Scheduling and Superabsorbent Polymer Hydrogel Enhance Seed Yield, Water Productivity and Economics of Indian Mustard Under Sem-

iArid Ecologies / S.S. Rathore [et al.] // Irrigation and Drainage. - 2019. - No.68 (3). - P. 531-541.

16. Kabir M.H. A low cost sensor based agriculture monitoring system using polymeric hydrogel / M.H. Kabir, K. Ahmed, H. Furukawa // Journal of the Electrochemical Society. - 2017. - No.164 (5). - P. 3107-3112.

17. Motorin V.A. Development of a machine model for planting potatoes for seeds with active bed formers / V.A. Motorin, D.S. Gapich, A.E Novikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2. "Mathematical Modeling of Technical and Economic Systems in Agriculture II". - 2020. - P. 012007.

**Секция 5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА
И МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ
СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ**

УДК 332.1:639.4

**ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОТИВАТОРОВ
РАЗВИТИЯ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
В МАЛЫХ ГОРОДАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**JUSTIFICATION OF ECONOMIC MOTIVATIONS FOR THE
DEVELOPMENT OF SMALL BUSINESS IN SMALL TOWNS OF THE
VOLGOGRAD REGION**

И.С. Букатина¹

А.Л. Федоров²

П.В. Ильченко³

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия. г. Волгоград, Россия*

²*Администрация городского поселения Котельниково, г. Котельниково, Россия*

³*Южно-Российского государственного политехнического университета имени М.И. Платова, Ростовская область, Россия*

I.S. Bukatina¹

A.L. Fedorov²

P.V. Ilchenko³

¹*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

²*Administration Urban Settlement Kotelnikovo, Kotelnikovo, Russia*

³*South-Russian State Polytechnic University named after M.I. Platova, Rostov region, Russia*

Аннотация: В статье представлена информация о развитии предпринимательства в малых городах на региональном уровне. Мировой тренд – концентрация населения в агломерациях, в обозримом будущем, может привести к дисбалансу пространственного развития, что станет одной из серьезных проблем. Статистика показывает, что в России 154 города с населением от 50 тыс. до 100 тыс., 788 городов с населением до 50 тыс. чел. Лишь 2,5 % малых городов демонстрируют значительный рост, 9,1% относительное благополучие, а многие находятся в стадии стагнации. На федеральном уровне нет понимания, как будут развиваться экономика в малых городах, какие механизмы федерального и регионального уровня должны инициировать развитие бизнеса, какие государственные субсидии должны этому способствовать. Целью работы стала

разработка научного подхода в определении роли малого предпринимательства в развитии сельских территорий, поиск новых продуктов для бизнеса. В ходе исследования были: выделены факторы, которые в наибольшей мере влияют на развитие новых видов бизнеса в малых городах Волгоградской области, построен региональный кластер, обеспечивающий развитие предпринимательства. Для малых городов, как локальных центров сельских территорий, представлена идея развития новых форм бизнеса. Практическая значимость работы сводится к определению условий для развития новых видов бизнеса – аквакультуры. Рассчитанная интегрированная емкость предпринимательского потенциала – 7,63 % указывает на потенциал в производстве продуктов из микроводорослей.

Ключевые слова: тренды мировой экономики, микроводоросли, малое предпринимательство, малые города, региональный кластер, экономико-математическое моделирование.

Abstract: The article provides information on the development of entrepreneurship in small towns at the regional level. The global trend - the concentration of the population in agglomerations, in the foreseeable future can lead to an imbalance in spatial development, will become one of the serious problems. Statistics show that in Russia there are 154 cities with a population of 50 thousand to 100 thousand, 788 cities with a population of up to 50 thousand people. Only 2.5% of small towns show significant growth, 9.1% are relatively well-off, and many are in a stagnation stage. At the federal level, there is no understanding of how the economy of small towns will develop, what mechanisms at the federal and regional levels should initiate the development of small businesses, what state subsidies should contribute to this. The aim of the work was the development of a scientific approach in determining the role of small business in the development of territories, the search for new products for business. In the course of the study, factors were identified that have the greatest impact on the development of new types of business in small towns of the Volgograd region; a regional cluster was built to ensure the development of entrepreneurship. For small towns, as local centers of rural areas, the idea of developing new forms of business is presented. The practical significance of the work comes down to determining the conditions for the development of new types of business - aquaculture. The calculated integrated entrepreneurial potential capacity of 7.63% indicates potential in the production of microalgae products.

Key words: global economic trends, microalgae, small business, small towns, regional cluster, economic and mathematical modeling.

Введение. В Российской Федерации на сельских территориях проживает более 36 млн человек. Малые города Юга России, в силу исторической привязанности к сельским территориям, являют собой весьма многоконтурный объект исследования. Это резерв для размещения промышленного, транспортного и жилищного строительства, поскольку здесь более низкие цены на землю, объекты недвижимости, рабочую силу, хорошая экология, наличие уникальных природно-ландшафтных объектов и памятников историко-

культурного наследия, а также тесная связь с сельскими территориями[1,11]. К преимуществам малых городов можно отнести сильные коммуникативные связи (люди знают друг друга, местная власть более тесно связана с населением). Среди проблем малых городов можно выделить: низкий уровень конкурентоспособности, высокий уровень миграции активной части населения, низкий уровень среды обитания (устаревший жилой фонд, высокий уровень износа инженерной инфраструктуры)[8]. Одно из перспективных направлений развития малого предпринимательства – получение продуктов из микроводорослей. Первые практики промышленного производства уже сложились: британская компания Agri Protein выпускает ежедневно: 7 тонн кормовой муки, 3 тонн жира из водорослей, а корпорация Big Cricket Farms на площадке бостонского стартапа Six Foods спроектировала завод по переработке насекомых (сверчков) и микроводорослей на протеин [6,7]. Исследования, проводимые учеными ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоград, Россия), показывают, что перспективными для получения протеина, масел, витаминов и ферментов могут стать микроводоросли [6,12]. Первые эксперименты по промышленному использованию микроводорослей были проведены в Германии в середине XX века – получали биомасла. Почему сегодня, в XXI веке, микроводоросли вновь оказались в центре внимания? Ответ отнюдь не прост, как может показаться на первый взгляд. Одна из причин – значительный рост населения и нехватка продовольствия; вторая – это способность микроводорослей быстро размножаться, обитать в любой экосистеме; наличие в их составе уникального комплекса ингредиентов необходимых для человека: белков, углеводов, витаминов, микро - и макроэлементов (железа, йода калия, селена, жирных кислот Омега-3 [12]. Сегодня многофункциональные исследования по микроводорослям проводятся в МГУ им. М.В. Ломоносова (Россия), Cyanotech (Гавайи, США), Vision (США), Cyanotech (Гавайи, США), ManufacturingCo. (Тайвань), Cognis (Австралия), Algatechnologies, Ltd. (Израиль), *Roquette Klötze GmbH & CoKG* (Клетце, Германия), AstaREAL AB (Густавсберг, Швеция) [3]. Отдельные виды и штаммы микроорганизмов обладают столь уникальными свойствами, что в природе трудно найти аналоги. Корпорация DSM (Нидерланды) и Evonik Industries (Германия) создали совместное производство по получению жирных кислот Омега-3 из микроводорослей, а израильская Algatech разработала уникальный способ получения астаксантина. В докладе «Глобальный рынок аквакультуры 2018-2022 годах» ежегодный темп роста (CAGR) мировой индустрии прогнозируется – 4,46 %.[7] Видовое разнообразие водорослей и микроводорослей Российской Федерации достаточно высоко (1/10 всего мирового биоразнообразия), однако о промышленном производстве разговор не ведется. В отчете о развитии и поддержке аквакультуры, подготовленным Минсельхозом России, в соответствии с Федеральным законом от 2 июля 2013 г. № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве), Федеральным законом от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», раздела о применении микроводорослей не имеется.

Материалы и методы. Методологическую основу исследования соста-

вили научные труды российских и зарубежных ученых в области управления территориями и предпринимательством, а также результаты НИР ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоград) с 2006 по 2021 годы. Цитировались научные статьи, размещенные в базах РИНЦ, Web of Science, Scopus, Cloud Shell. В ходе исследования применялись методы синтеза, обобщения, экспертных оценок. Источниками информации послужили данные Росстата, материалы Минэкономразвития РФ, Администрации Волгоградской области. Для определения потенциала кластера аквакультуры применялось экономико-математическое моделирование, для определения роли малых городов статистическое наблюдение. На 1 января 2022 года в регионе насчитывается 466 муниципальных образований, 32 муниципальных района, 399 сельских поселений [2]. Численность населения – 2449781 чел., плотность населения – 21,70 чел /км². Науке известно более 25 тыс. видов микроводорослей, в коммерческих целях используется не более 17. К наиболее перспективным можно отнести следующие микроорганизмы, состоящие из одной эукариотической клетки: *Dunaliella tertiolecta*, *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana*, *Euglena gracilis*, *Tetraselmis suecica*, *Diacronema vlkianum*, *Porphyridium cruentum*, *Cryptocodinium cohnii*, *Schizochytrium sp.*, *Nannochloropsis oculata*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Nitzschia sp.*, *Dunaliella salina*, *Haematococcus pluvialis*, *Porphyridium cruentum*, *Haematococcus pluvialis*, *Cryptocodinium cohnii*, *Dunaliella salina*, *Spirulina (Arthrospira) platensis*. В микроводорослях: *Chlorella vulgaris*, *Senecococcus elongates* в большой концентрации имеются: тиамин, рибофлавин, фолиевая кислота; микроводоросль *Spirulina platensis* способна синтезировать йодсодержащие соединения гормональной природы – тироксин и трийодтиронин; микроводоросли родов *Nostoc* и *Microcystis* способны накапливать в больших количествах витамин В12. В качестве кормовых добавок в животноводстве и птицеводстве используются: *Chlorella vulgaris*, *Chlorococcum*, *Spirogyra*, *Scenedesmus*, *Nostoc*, *Navicula*, *Nitzschia*; микроводоросль *Scenedesmus spinosa* в мелиорации и повышении плодородия почв [6,12]. Математическая модель регионального кластера – «Потенциал микроводорослей» строилась в форме многофакторной задачи линейного программирования на основе данных об объемах инвестиций и производства, полученной доходности, движении денежных потоков (доходов и расходов) МСП. При построении экономико-математической модели кластера использовались следующие обозначения:

y_k – объем производства по k -му виду продукции из микроводорослей, тыс. т;

q_k – прогнозный спрос на продукцию k -го вида в стоимостном выражении, руб;

V_k – проектная производительность основных производственных фондов по k -му продукту, руб;

T_k – срок службы основных производственных фондов k -го вида, год;

P_k – стоимость единицы продукции k -го вида, руб;

T – период, год.

Инвестиции в приобретаемые основные производственные фонды k -го типа обозначены:

$$x_k = c_k m_k, \quad (k = 1, \dots, n) \quad (1)$$

где x_k – приобретаемые основные производственные фонды k -го типа, руб.;

c_k – среднегодовая стоимость основных производственных фондов k -го вида продукции из микроводорослей, руб.;

m_k – количество приобретаемых основных производственных фондов для производства k -го вида продукции из микроводорослей, ед.;

Выручка от продажи продукции k -го типа:

$$x_{nk} = P_k m_k y_k, \quad (k = 1, \dots, n) \quad (2)$$

где x_{nk} – выручка, руб.

Выпуск продукции k -го вида, который может быть функцией $y_k(t)$ времени t .

$$y_{k(t)} = \frac{x_{nk}}{P_k m_k}, \quad (k = 1, \dots, n) \quad (3)$$

Суммарные инвестиции в приобретение основных производственных фондов, руб., составят:

$$X = \sum_{k=1}^n x_k, \quad (4)$$

где X – суммарные инвестиции, руб.

Суммарная выручка от реализации по всем видам продукции из микроводорослей составит:

$$R = \sum_{k=1}^n P_k m_k y_k, \quad (5)$$

где R – суммарная выручка, руб.

Фонд оплаты труда, определяемый как заданный экспертно процент β выручки от реализации R всей продукции, выразим из (6):

$$F = \beta R, \quad \text{руб} \quad (6)$$

Сумму амортизационных отчислений за период планирования T по всем видам основных производственных фондов выразим:

$$Am = T \sum_{k=1}^n \frac{c_k m_k}{T_k}, \quad (7)$$

Am – сумма амортизационных отчислений, руб

Эффективность k -го вида основных производственных фондов может оцениваться безразмерным отношением:

$$\delta_k = \frac{P_k V_k}{c_k}, \quad (8)$$

где δ_k – относительный показатель эффективности по k -го вида основных производственных фондов.

Чистая прибыль после налогообложения, которую получают предприниматели кластера, выглядит следующим образом:

$$W = (1 - \alpha_3)(R - (Am + F(1 + \alpha_4) + X + z)), \quad (9)$$

где α_3 – ставка налога МСП;

α_4 – ставка отчислений с фонда оплаты труда на обязательное страхование;

z – суммарные материальные затраты, определяемые в виде заданного

процента от общих затрат деятельности кластера «Микроводоросли», руб.

С учетом приведенных выше обозначений, прибыль выглядит так

$$W = (1 - \alpha_3) [-\sum_{k=1}^n \theta_k x_k + (1 - \beta) \sum_{k=1}^n x_{nk}], \quad (10)$$

где $q_k = T/T_k$.

Для наглядности в записи введем безразмерные параметры:

$$\gamma_k = \alpha_3 \frac{T}{T_k} - 1, \quad (k = 1, \dots, n); \quad (11)$$

$$\sigma_k = \alpha_3 \frac{T}{T_k} = \gamma_k + 1; \quad (12)$$

$$\gamma = (1 - \alpha_3)(1 - \beta) \quad (13)$$

Эффективность (собственные средства) кластера «Потенциал микроводорослей» можно представить в виде:

$$D_S = A_m + W \quad (14)$$

или, с учетом введенных обозначений,

$$D_S = \sum_{k=1}^n \gamma_k x_k + \gamma \sum_{k=1}^n x_{nk} \quad (15)$$

Зависимость (15) является линейной относительно переменных x_k и x_{kn} .

При выполнении условия $D_S \geq 0$, кластер будет являться платежеспособным. Данные, собранные по регионам Южного федерального округа, позволили определить: $D_S = 0,017$.

Результаты и обсуждение. Первые упоминания об использовании микроводорослей для производства пищевых продуктов относятся к XVI веку: на базаре в Мехико продавалась сушёная *Spirulina platensis*. Во многих странах применение суспензий из микроводорослей становится обычной практикой: в Японии *Chlorella vulgaris* добавляют в продукты питания человека (ежедневно до 4 т сухой *Chlorella vulgaris* используется для приготовления молочных напитков). В Малайзии и на Филиппинах в пищевой отрасли ежегодно используется – 500 т микроводорослей, в числе которых: *Arthrospira platensis*, *Arthrospira maxima*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella sorokiniana*, *Dunaliella salina*, *Nostoc pruniforme* [3,7]. Компания Nestle в рамках внутреннего проекта Nestle Institute проводит исследования по включению микроводорослей в линейку персонализированного питания (рисунок 1).



Рисунок 1 - Пирог с использованием биологической добавки
- хлореллы

Сегодня питательные смузи из *Chlorella vulgaris* хорошо используют спортсмены и люди, придерживающиеся культуру здорового питания. В 1977 году из вод Нурекского водохранилища был выделен планктонный штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. К настоящему времени известны семь планктонных штаммов: *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111, *Chlorella vulgaris* BIN, *Parachlorella nurekis* 1904 КИЕГ, *Chlorella kessleri* ARW, *Chlorella kessleri* NF, *Chlorella vulgaris* GKO, *Chlorella sorokiniana* FAT. Здоровое питание и косметология уже не просто модный тренд, а стиль жизни. На рисунке 2-4 получение биомассы микроводорослей и схема применения альготехнологий в косметологии.



Рисунок 2 - Российские альгобиотехнологии для получения косметических субстанций

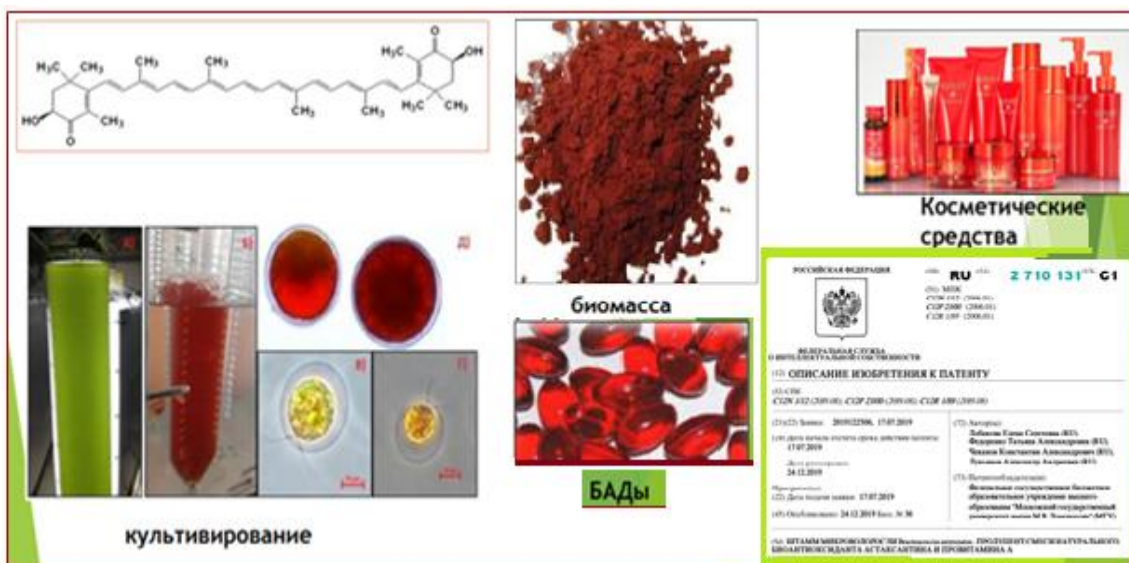


Рисунок 3 - Культивирование астаксатина из микроводорослей

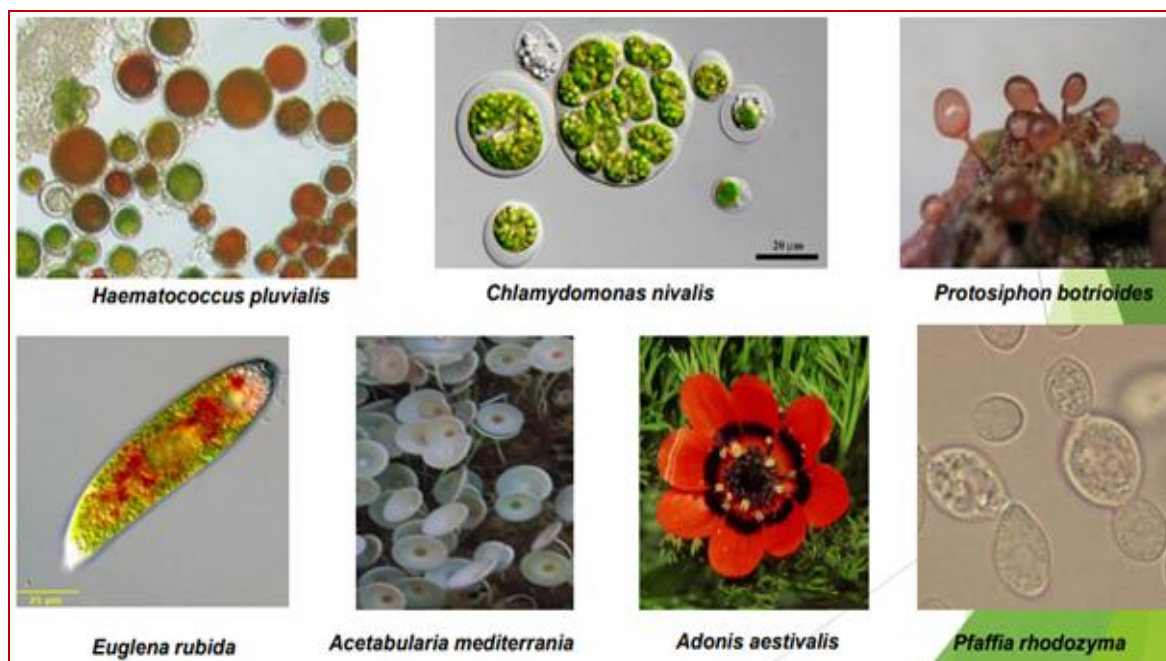


Рисунок 4 - Потенциальные продуценты природного астаксантина

Израильская компания Algatech разработала уникальный способ массового производства микроводорослей для последующего получения из них астаксантина, корпорации DSM (Нидерланды) и Evonik Industries (Германия) создали совместное производство по получению жирных кислот Омега-3 из микроводорослей [3]. Астаксантин, получаемый из микроводорослей, является кето-каротиноидом, имеющим применение в пищевой и медицинской отраслях. Его красноватый цвет обусловлен удлиненной цепью сопряженных (чередующихся двойных и одинарных) двойных связей в центре соединения. Сегодня синтетический астаксантин в основном используется в качестве кормовой добавки для придания окраски животным и рыбам. Синтетические каротиноидные пигменты желтого, красного или оранжевого цвета составляют около 15-25% стоимости производства коммерческого корма для лосося. Стоимость 900 кг натурального астаксантина в год составляет 1,47 млн долл. Мировой рынок астаксантина оценивается в 80 млн долл в год. Переход многих стран на натуральный астаксантин вызовет рост производств микроводорослей [13]. Аквакультура, получение продуктов из микроводорослей, может обеспечить дальнейшее развитие регионального предпринимательства и стать платформой для развития малых городов и сельских территорий [4,5,8,10].

Заключение. В современных условиях развития общества – появления тренда на здоровое питание, способствует появлению продуктов из микроводорослей. Разработанные экономико-математические модели построения регионального кластера и оценки емкости малого предпринимательского позволяют спрогнозировать производство и реализацию продуктов из микроводорослей. Микроводоросли, благодаря их способности синтезировать широкий спектр ценных для человека химических веществ, вкупе с возможностями быстрого

увеличения биомассы, становятся все более частыми объектами биотехнологических исследований.

Библиографический список

1. Бухвальд Е.М. Малые города в системе пространственного регулирования российской экономики / Е.М. Бухвальд, О.Н. Валентик // Региональная экономика. Юг России. - 2018. - №1. - С. 169-180.
2. Волгоградская область в цифрах. 2020 / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области. – Волгоград, 2021. – 205 с.
3. Глебова И.А. Место России на мировом рынке водорослей / И.А. Глебова, А.К. Пономарев, М.В. Шатохин // Дельта науки. - 2019. - №1. - С. 13-15.
4. Иванов О.Б. Малое и среднее предпринимательство как фактор пространственного развития экономики / О.Б. Иванов, Е.М. Бухвальд // Экономическая Теория. Анализ. Практика. - 2018. - №5. - С. 7–24.
5. Ковалев С.П. Молодежное предпринимательство в России: основания для выделения бизнес – групп / С.П. Ковалев, А.В. Медведев // Россия: тенденции и перспективы развития. - М., 2017. - С. 790-794.
6. Медведева Л.Н. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов / Медведева Л.Н. [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. - 2019. - №4. - С. 126 -140.
7. Никифоров-Никишин А.Л. Развитие мирового рынка аквакультуры / А.Л. Никифоров-Никишин, М.В. Шатохин // Дельта науки. - 2019. - №1. - С.4-6.
8. Смирнов О.О. Потенциал развития секторов экономики малых городов России: современные тенденции / О.О. Смирнов, В.А. Безвербный // Социум и власть. - 2022. - №1. - С. 62 -74.
9. Тишина Е.В. Вопросы устройства городских парков в малых и средних городах России на примере города Урюпинска / Е.В. Тишина, Э.С. Косицына // Актуальные вопросы в науке и практике. - 2019. - №2. - С. 192 -198.
10. Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 № 209-ФЗ. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document> (дата обращения 03.07.2022).
11. Khassenova K.E. Role of regions in the economic development of the country on the example of small cities / K.E. Khassenova, L.Z. Parimbekova, A.K. Ibraeva // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. - 2021. - No.1. - P. 34-40.
12. Roiss O. New Horizons for the Application of Microalgae in the National Economy / O. Roiss // ICT Systems and Sustainability Proceedings of ICT4SD. - 2020. – V. 1. - P. 733-740.
13. The European Union and the African Union. Statistical books. Luxembourg. - Publications Office of the European Union, 2015. - 103 p. - Mode of access: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7142142> (accessed 15.06.2022).

Bibliographic list

1. Bukhvald E.M. Small towns in the system of spatial regulation of the Russian economy / E.M. Bukhvald, O.N. Valentik // *Regional economy. South of Russia*. 2018. - No.1. - P. 169-180.
2. Volgograd region in numbers. 2020 / Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Volgograd region. – Volgograd, 2021. – 205 p.
3. Glebova I.A. The place of Russia in the world market of algae / I.A. Glebova, A.K. Ponomarev, M.V. Shatokhin // *Delta of Science*. - 2019. - No.1. - P.13-15.
4. Ivanov O. B. Small and medium business as a factor in the spatial development of the economy / O.B. Ivanov, E.M. Bukhvald // *STAGE: Economic Theory. Analysis. Practice*. - 2018. - No. 5. - P. 7-24.
5. Kovalev S.P. Youth Entrepreneurship in Russia: Grounds for Separating Business Groups / S.P. Kovalev, A.V. Medvedev // *Russia: Trends and Development Prospects*. – Moscow, 2017. - P. 790-794.
6. Medvedeva L.N. Implementation of nature-saving technologies as an ecological imperative in the development of regions / L.N. Medvedeva [et al.] // *Bulletin of the Volgograd State University. Economy*. - 2019. - No.4. - P. 126–140.
7. Nikiforov-Nikishin A.L. Development of the world aquaculture market / A.L.Nikiforov-Nikishin, M.V. Shatokhin // *Delta of Science*. - 2019. - No.1. - P. 4-6.
8. Smirnov O.O. Potential for the development of sectors of the economy of small towns in Russia: modern trends / O.O. Smirnov, V.A. Bezverbny // *Socium and power*. - 2022. - No.1. - P. 62-74.
9. Tishina E.V. Issues of arrangement of urban parks in small and medium-sized cities of Russia on the example of the city of Uryupinsk / E.V. Tishina, E.S. Kositsyna // *Topical issues in science and practice*. - 2019. - No.2. - P.192 -198.
10. Federal Law "On the development of small and medium-sized businesses in the Russian Federation" dated July 24, 2007 N209-FZ - Mode of access: <http://www.consultant.ru/document> (accessed 03.07.2022).
11. Khassenova K.E. Role of regions in the economic development of the country on the example of small cities / K.E. Khassenova, L.Z. Parimbekova, A.K. Ibraeva // *Ученые записки Российской Академии предпринимательства*. - 2021. - No.1. - P. 34-40.
12. Roiss O. New Horizons for the Application of Microalgae in the National Economy / O. Roiss // *ICT Systems and Sustainability Proceedings of ICT4SD*. - 2020. – V. 1. - P. 733-740.
13. The European Union and the African Union. Statistical books. Luxembourg. - Publications Office of the European Union, 2015. - 103 p. - Mode of access: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7142142> (accessed 15.06.2022).

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
ОКРУГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ECONOMIC AND MATHEMATICAL EVALUATION
OF THE RECLAIMING COMPLEX OF THE SOUTHERN FEDERAL
DISTRICT OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Л.Н. Медведева^{1,2}, доктор экономических наук

¹*Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград,
Россия*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия*

L.N. Medvedeva^{1,2}, Doctor of Economics Sciences

¹*Volgograd state technical University, Volgograd, Russia*

²*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

Аннотация: В статье представлены инвестиционно-экономические расчеты, отражающие функционирование и перспективы дальнейшего развития мелиоративного комплекса республик и областей, входящих в состав Южного федерального округа Российской Федерации. Показаны размеры государственной поддержки (субсидий) региональных программ развития мелиорации и увеличения орошаемых сельскохозяйственных земель. В соответствии со стратегией развития АПК и обеспечения Продовольственной безопасности страны определены прогнозные значения развития мелиорации на Юге России до 2023 года. Освещены вопросы состояния водных ресурсов, предложены мероприятия по регулированию водного стока. На основе анализа региональных программ развития сельского хозяйства ЮФО выделены основные проблемы развития мелиоративного комплекса, показано состояние материально-технической базы. *Цель:* провести анализ использования водных ресурсов, дать оценку состояния мелиоративного комплекса, определить уровень государственной поддержки в ЮФО. *Материалы и методы:* анализ использования водных ресурсов и распределения государственных субсидий выполнен на основании данных федеральной статистики, региональных программ развития АПК, отчетов мелиоводхозов ЮФО. *Результаты:* естественный дефицит стока рек в ЮФО приводит к низкой наполняемости водохранилищ и снижению подачи воды на орошение. Наиболее благоприятная ситуация по орошению в Волгоградской области и Адыгеи. Система государственного субсидирования мелиоративных мероприятий направлена на реновацию оросительных систем и введение в оборот новых орошаемых земель. *Выводы:* несмотря на сложившиеся природно-климатические условия обязательства государства по подаче воды на орошение и обводнение населенных пунктов – выполняются в полном объеме. Значительную поддержку регионам и сельхозтоваропроизводителям по обеспечению во-

дой на орошение оказывают государственные субсидии.

Ключевые слова: Южный федеральный округ, орошаемое земледелие, государственные субсидии, государственные программы по мелиорации, дефицит водных ресурсов, площади орошаемых земель.

Abstract: The article presents investment and economic calculations that reflect the functioning and prospects for further development of the reclamation complex of the republics and regions that are part of the Southern Federal District of the Russian Federation. The size of state support (subsidies) for regional programs for the development of melioration and the increase in irrigated agricultural land is shown. In accordance with the strategy for the development of the agro-industrial complex and ensuring the food security of the country, the forecast values for the development of melioration in the South of Russia until 2023 were determined. Questions of the state of water resources are covered, measures are proposed to regulate the water flow. Based on the analysis of regional programs for the development of agriculture in the Southern Federal District, the main problems of the development of the reclamation complex are identified, and the state of the material and technical base is shown. Purpose: to analyze the use of water resources, to assess the state of the reclamation complex, to determine the level of state support in the Southern Federal District. Materials and methods: the analysis of the use of water resources and the distribution of state subsidies was carried out on the basis of federal statistics, regional programs for the development of the agro-industrial complex, and reports from melioration districts of the Southern Federal District. Results: the natural deficit of river flow in the Southern Federal District leads to low filling of reservoirs and a decrease in water supply for irrigation. The most favorable situation for irrigation is in the Volgograd region and Adygea. The system of state subsidies for reclamation measures is aimed at the renovation of irrigation systems and the introduction of new irrigated lands into circulation. Conclusions: despite the prevailing natural and climatic conditions, the obligations of the state to supply water for irrigation and watering of settlements are fulfilled in full. State subsidies provide significant support to regions and agricultural producers in providing water for irrigation.

Key words: Southern Federal District, irrigated agriculture, state subsidies, state programs for land reclamation, shortage of water resources, areas of irrigated land.

Введение. Огромную роль в социально-экономическом развитии страны играет Южный Федеральный округ (ЮФО) уникальный с точки зрения территориального расположения и природно-ресурсного и экономического потенциала [13] (рисунок 1). Это ведущая производственная и материально-ресурсная база страны, рассматривается как стратегический фактор развития отраслей агропромышленного комплекса. Округ характеризуется высокой степенью межрегиональных связей, что положительно отражается на объемах торговли и показателях экономики. Согласно статистическим данным, доля производства продукции сельского хозяйства по ЮФО в 2020 году составляла 19,5% или 1033327,7 млн. руб. Особый вклад в повышение показателей производства

продукции сельского хозяйства вносят Краснодарский край (41,35%), Ростовская (29,33%) и Волгоградская области (14,15%) [5].

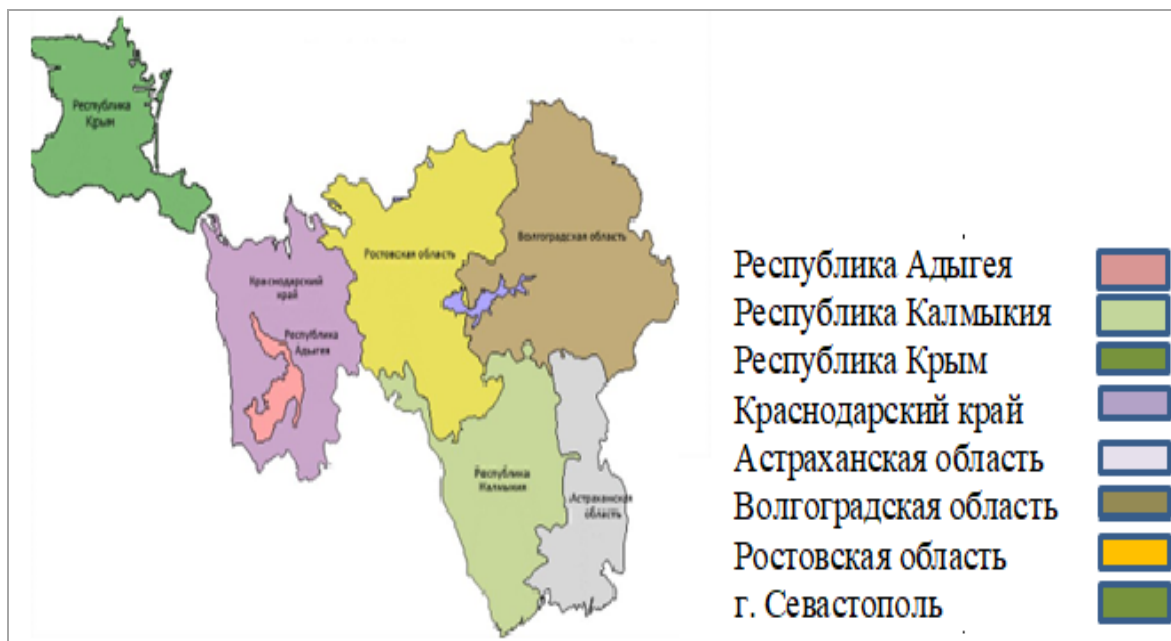


Рисунок 1 - Состав регионов и областей, входящих в ЮФО, 2022 год

Эффективность развития сельского хозяйства в значительной степени зависит от состояния земельных угодий, особенностям возделывания сельскохозяйственных культур, водного режима питания растений. Орошаемое земледелие является гарантом стабильного производства сельскохозяйственной продукции независимо от климатических изменений и природных условий. Об этом свидетельствует показатель – доля орошаемых земель от площади пашни в стране. В Китае этот показатель составляет – 55 %, в Индии – 36 %, США – 40 % [12]. В России имеется 9,45 млн га мелиорированных земель, из них 4,67 млн га – орошаемых и 4,78 млн га – осушенных, показатель равняется – 8%. Естественная биопродуктивность сельскохозяйственных угодий в России в 2,2–2,7 раза ниже, чем в США, что является следствием дефицита атмосферных осадков. Для устойчивого развития сельского хозяйства, обеспечения продовольственной безопасности необходимо постоянно увеличивать площади мелиорированных земель, реконструировать оросительные каналы, поднимать материально-техническую базу государственных мелиоводхозов. По данным ФГБНУ ВНИИ-ОЗ в Волгоградской области урожайность озимой пшеницы в 2020 г. составила при орошении – 29,8 ц/га, на богаре – 1 ц/га, ярового ячменя на орошении – 16,4 ц/га, на богаре – 4,1 ц/га; сои – 12,0 ц/га, гречихи – 3,3 ц/га [5]. В Краснодарском крае урожайность озимой пшеницы на орошаемых землях составила – 75 ц/га (что в 3 раза выше, чем на богарных), урожайность кукурузы на зерно – 118 ц/га против 63 ц/га на богаре, т. е. в 2 раза выше, люцерны на зеленый корм – в 2,5 раза (соответственно 110 и 280 т/га) [5]. Дальнейшее увеличение площадей орошаемых земель сдерживается ограниченностью водных и финансовых ресурсов. Поскольку в округе водные ресурсы практически все задействованы,

то рост орошаемых земель возможен через оптимизацию водораспределения, введения в оборот бросовых земель по определенным территориям [1].

Материалы и методы. При проведении исследования использовались методы анализа, сопоставления, сравнения и математического моделирования. Анализ использования водных ресурсов выполнен на основе фактических данных, полученных за период 2018–2022 гг по государственным мелиоводхозам. Исследования проводились по показателям: площади фактически политых земель и данные о планируемом и фактическом заборе воды на орошение; объемы финансирования мелиоративных мероприятий по регионам. Данные о государственной поддержке сельхозтоваропроизводителей на региональном уровне получен с сайта МСХ РФ.

Результаты и обсуждения. По прогнозам экспертов мелиоративный комплекс ЮФО к 2030 году может быть увеличен до 2 млн. га [1,5,10]. Реализовать поставленную цель предполагается за счет использования водных ресурсов реки Волги и расширения орошаемых площадей в Республике Калмыкии и Волгоградской области, а также переброски части водных ресурсов из реки Волги в реку Дон для развития орошения в Ростовской области. Для реализации столь масштабных планов потребуются серьезные финансовые вливания. Итоги распределения государственных субсидий на осуществление мелиоративных мероприятий представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение субсидий из федерального бюджета бюджетам ЮФО РФ на развитие мелиоративного комплекса, тыс. руб [10]

	Распределение субсидий из федерального бюджета на реализацию мероприятий по развитию мелиорации		
	2020 г.	2021 г.	2022г.
Всего по РФ	6 190 292,00	3 491 715,60	3 492 877,00
Всего ЮФО	1 396 936,00	992 780,90	1 048 034,30
Республика Адыгея	31 313,00	2 303,90	20 764,00
Республика Калмыкия	215 025,00	200 874,00	179 799,30
Республика Крым	393 583,00	350 586,00	135 442,00
Краснодарский край	104 163,00	119 607,00	146 455,00
Астраханская область	196 809,00	156 996,00	116 554,00
Волгоградская область	349 390,00	162 414,00	265 160,00
Ростовская область	106 653,00	0,00	147 961,00
г. Севастополь	0,00	0,00	35 899,00

Очевидно, что государственная комплексная программа по развитию мелиоративного комплекса не располагает достаточными финансовыми ресурсами, наблюдается неравномерность распределения, а в отдельных случаях снижение субсидий как по отдельным областям ЮФО (рисунок 2) [10].

Эффективность проводимых мероприятий по мелиорации различна по регионам, в связи с разными видами и приемами их осуществления. Считается, что наибольший эффект можно получить от применения водных мелиораций (таблица 2, 3, рисунок 3) [10].

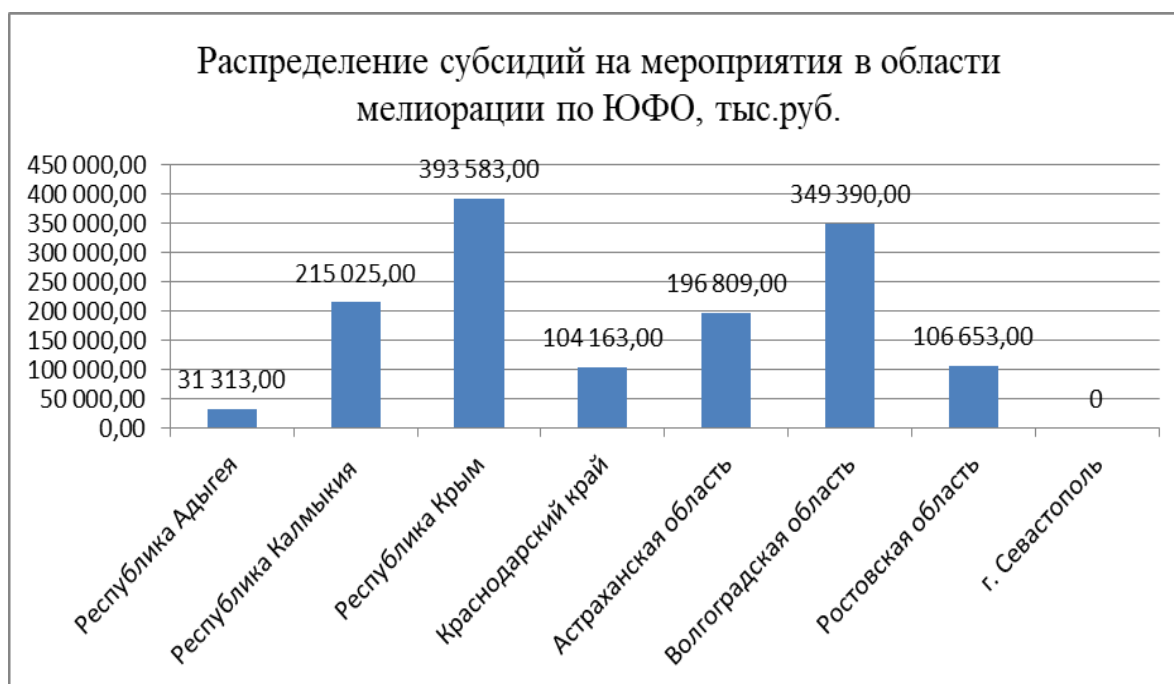


Рисунок 2 - Распределение субсидий на мероприятия в области мелиорации по регионам ЮФО, 2020 год

Таблица 2 - Параметры использования водных ресурсов по Управлениям мелиорации земель в регионах ЮФО

Год	Суммарный забор из водоемного источника, млн м ³	Суммарная подача на все нужды хозяйств и систем, млн м ³	Подача воды на орошение, млн м ³	Среднее потребление воды на 1 га орошаемой площади, тыс. м ³
1	2	3	4	5
ФГБУ «Управление «Астраханьмелиоводхоз»				
2018	393,5	393,5	140,4	8,7
2019	307,8	307,8	118	8,6
2020	581,14	581,14	208,56	16,4
ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»				
2018	417,89	314,89	108,31	3,5
2019	484,39	371,02	108,97	3,1
2020	425,24	316,38	124,28	3,7
ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз»				
2018	737,52	547,33	121,73	7,1
2019	704,19	512,39	157,86	7,3
2020	486,66	304,45	127,60	6,1
ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз»				

1	2	3	4	5
2018	3834,92	2835,20	2520,14	17,7
2019	4042,26	3200,49	2738,83	18,5
2020	3307,45	2536,09	2300,93	14,9
ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз»				
2018	1956,64	1388,34	857,74	16,7
2019	1700,71	1202,71	820,41	14,0
2020	1412,63	966,13	718,93	14,4
ФГБУ «Управление «Адыгеемелиоводхоз»				
2018	135,25	111,22	111,22	20,4
2019	151,09	120,93	120,93	18,3
2020	156,3	121,88	121,88	15,3

Таблица 3 - Динамика объема воды, поданной на орошение земель

Наименование ФГБУ	Показатель площади		
	среднее за 2015–2019 гг., млн м ³	за 2020 г., млн м ³	динамика, %
Астраханьмелиоводхоз	14,564	12,7	-13
Волгоградмелиоводхоз	30,088	33,67	12
Калммелиоводхоз	19,228	20,9	9
Кубаньмелиоводхоз	148,122	154,6	4
Ростовмелиоводхоз	63,07	49,81	-21
Адыгеемелиоводхоз	5,846	7,95	36
Всего	280,918	279,63	0

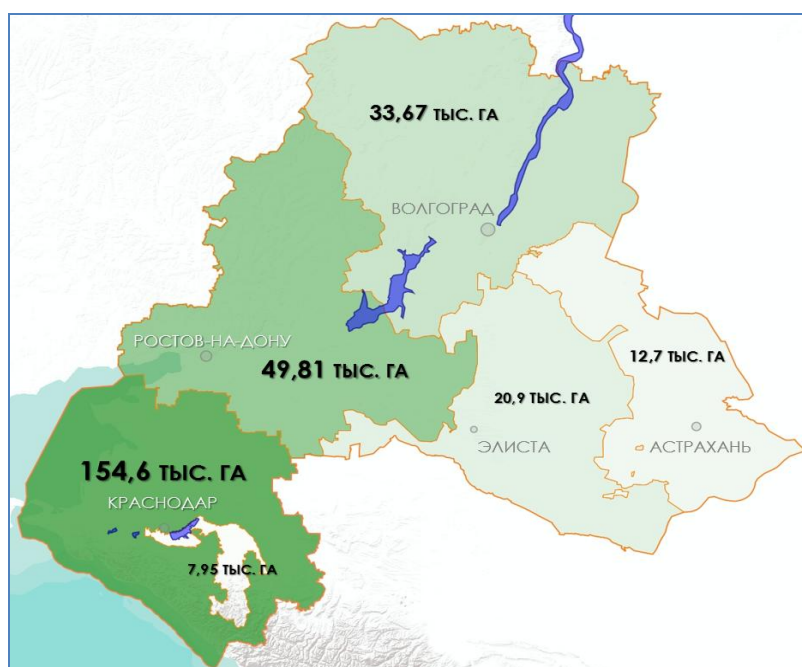


Рисунок 3 - Орошаемые площади земель по регионам ЮФО, 2021 год

Состояние мелиоративного комплекса значительно различается по регионам Южного федерального округа [6] (таблица 4). Рассмотрим на отдельных при-

мерах.

Таблица 4 - Прирост мелиорированных земель по регионам ЮФО РФ

	Площадь мелиорированных земель, гидромелиорация, га.		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Всего по Российской Федерации	77 869,33	59 313,85	54 300,00
Южный федеральный округ	23 350,44	15990,00	16 815,00
Республика Адыгея (Адыгея)	449,44	40,0	297,00
Республика Калмыкия	5 000,00	5000,0	4 150, 00
Республика Крым	3 601,00	2 500,00	1 018,00
Краснодарский край	2 500,00	2 500,00	2 500,00
Астраханская область	3 300,00	2950,0	2 100,00
Волгоградская область	6 000,00	3000,0	4 000,00
Ростовская область	2 500,00	0,00	2 500,00
г. Севастополь	0,00	0,00	250,00

В республике Адыгеи мелиоративный водно-хозяйственный комплекс был сформирован в 1980-м году [4]. С 2014 по 2020 годы было введено в эксплуатацию более 2 тыс. га мелиорируемых земель; израсходовано 92 млн. рублей бюджетных средств. В состав мелиоративного комплекса республики входят: Афиписипскую оросительная система (ОС) – 2116 га орошаемых земель, Чибийскую ОС – 4063 га, Адыгейскую ОС – 11023 га, Ходзь-Неволька-Чехракскую ОС – 4634 га, а также: 6 головных водозаборов, 64 гидросооружения, 7 насосных станций, 25 водомерных устройств, 4 водохранилища (Шапсугское, Октябрьское, Шенджийское, Четукское). Действует три филиала ФГБУ «Управление «Адыгеямелиоводхоз» в Тахтамукайском, Шовгеновском, Кошехабльском районах (рисунок 4) [4].

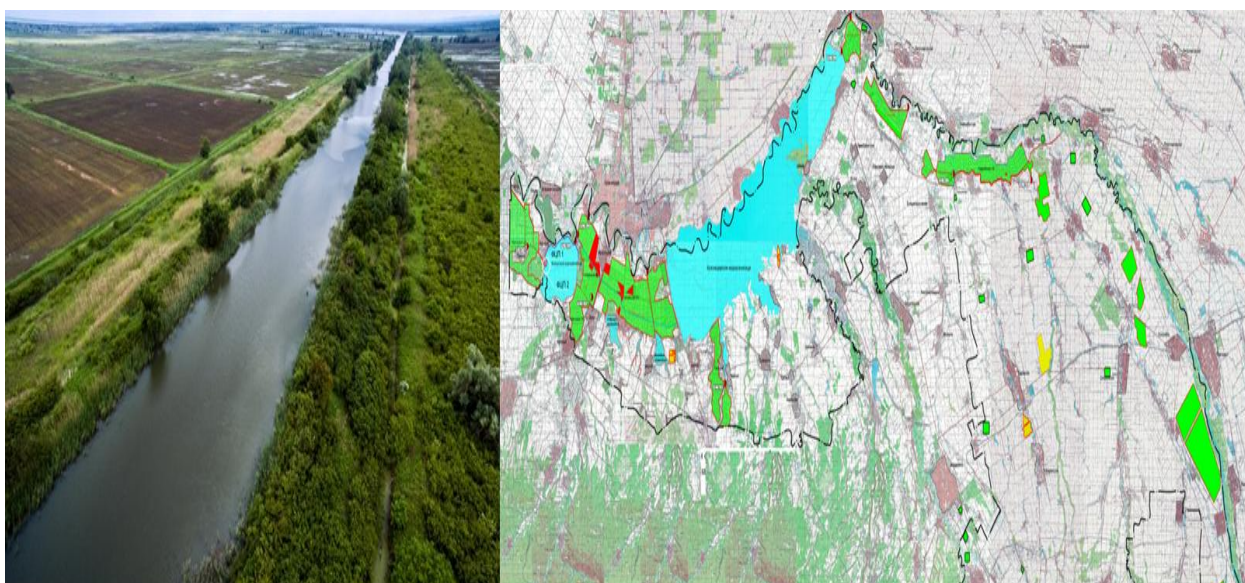


Рисунок 4 - Оросительный канал и схема мелиоративного комплекса республики Адыгея, 2020 год

Территория Республики Калмыкия относится к маловодообеспеченным [1,7]. Расположенные здесь пять крупных обводнительно-оросительных систем: Сарпинская, Калмыцко - Астраханская, Право-Егорлыкская, Черноземельская, Каспийская позволяют поливать 90,3 тыс. га земель, из них: 53,1 тыс. га регулярным орошением, 37,2 тыс. га лиманным. Кроме того, из межхозяйственной оросительной сети обводняется 1167,2 тыс. га пастбищных земель. Показатели состояния орошаемых земель, следующие: в хорошем состоянии - 3%, удовлетворительном - 31%, неудовлетворительном - 66%. Для оценки состояния плодородия мелиорированных земель постоянно проводят агрохимическое обследование, в 2020 году было обследовано – 383,4 тыс. га. (рисунок 5) [7].



Рисунок 5 - Оросительный канал в Калмыкии
(Источник: ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз», 2020 год)

В Краснодарском крае общая площадь оросительных систем составляет около 313 тыс. га, на которых выращиваются зерновые, овощные и плодовые культуры [11]. Ежегодно из всех источников орошения забирается около 4 млрд. м³ воды, в том числе 3,2 млрд. м³ из бассейна Кубани, на орошение подается порядка 2,8 млрд. м³, из которых на рис – 2,5 млрд. м³. В водно-хозяйственный мелиоративный комплекс, находящийся в ведомстве ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз», входят 16 государственных оросительных систем, два крупных гидроузла – Федоровский и Тиховский, с пропускной способностью по 1500 куб. метров в секунду каждый, два водохранилища общей емкостью 377 млн. куб. метров и система обвалования рек протяженностью защитных противопаводковых дамб – 637 км, –3179 км оросительных и дренажно-сбросных каналов, 557 гидротехнических сооружений, 104 насосные станции с 580 агрегатами производительностью 870,43 куб. метров в секунду обеспечивают подачу воды на орошение в течение года. Амортизация межхозяйственных фондов составляет 75% (рисунок 6) [11].



Рисунок 6 - Мелиоративный комплекс Краснодарского края, 2021 год

В Республике Крым имеются 23 водохранилища, в том числе 8 наливных, с общим объемом водных ресурсов – 398,4 млн. м³, 94 водонакопительных бассейна и 143 скважины на воду, используемых для орошения сельскохозяйственных культур (площадь полива – 17,9 тыс. га). В целях повышения водообеспеченности мелиоративного комплекса Республики Крым Минсельхоз России предоставляет из федерального бюджета субсидии на возмещение части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей, понесенных при выполнении мелиоративных мероприятий. Площадь орошаемых земель в 2022 году за счёт Днепровской воды из Северо-Крымского канала составила 21 тысячу гектаров. Анализ показывает, что Крым сможет восстановить орошение на всех 124 тысячах га к 2025 году (рисунок 7) [4].

В Республике Крым имеются 23 водохранилища, в том числе 8 наливных, с общим объемом водных ресурсов – 398,4 млн. м³, 94 водонакопительных бассейна и 143 скважины на воду, используемых для орошения сельскохозяйственных культур (площадь полива – 17,9 тыс. га). В целях повышения водообеспеченности мелиоративного комплекса Республики Крым Минсельхоз России предоставляет из федерального бюджета субсидии на возмещение части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей, понесенных при выполнении мелиоративных мероприятий. Площадь орошаемых земель в 2022 году за счёт Днепровской воды из Северо-Крымского канала составила 21 тысячу гектаров. Анализ показывает, что Крым сможет восстановить орошение на всех 124 тысячах га к 2025 году (рисунок 7) [4].

В Астраханской области мелиоративный фонд составляет – 210,9 тыс. га, при этом в сельскохозяйственном производстве используется лишь – 81,8 тыс. га [8]. Оросительная система мелиоративного комплекса области включают:

360 насосных станций, 10,5 тыс. км оросительных каналов (из них 8,3 тыс. км выполнены в земляном русле), 94 тыс. гидротехнических сооружений сельскохозяйственного назначения и около 9 тыс. км коллекторно-дренажной и сбросной сети. В последнее время в Астраханской области наблюдается ухудшение технического состояния мелиоративных объектов, основные фонды оросительных систем изношены более чем на 70%, потери воды в оросительной сети из-за неисправного состояния составляют от 40 до 60% от величины водозабора на орошение, что требует проведения неотложных работ по реконструкции, ремонту и модернизации агротехнического оборудования, осуществлению комплекса мероприятий по сохранению и восстановлению земель сельскохозяйственного назначения. Реализация мероприятий Программы по развитию мелиоративного комплекса в Астраханской области в 2022 году позволит получить экономический эффект в размере более 4,89 млрд. рублей (рисунок 8) [8].



Рисунок 7 - Северо-Крымский оросительный канал, заполненный днепровской водой, 2022 год



Рисунок 8 – Работы по созданию оросительного канала в Астраханской области, 2022 год

Волгоградская область является регионом рискованного земледелия, поэтому развитие мелиоративного комплекса входит в число приоритетов [3]. Планируется к 2024 году увеличить площадь орошаемых земель до 80 тыс. га. На территории области есть Заволжская и большая Волгоградская оросительные системы, которые включают две головные насосные станции, около 160 километров каналов и два десятка гидротехнических сооружений, 26 подкачивающих установок. В рамках федерального проекта в 2019 году общий объем земель, в целях культивации сельскохозяйственных культур вырос на 7,9% и составил 41,38 тыс. га., с помощью проведения культуртехнических мероприятий было вовлечено в оборот более 14 тыс. га. земель. Запланировано дополнительно выращивать сельхозпродукцию на площади более 3 тыс. га [2]. Важнейшими проблемами мелиоративного комплекса Волгоградской области являются: изношенность основных фондов и дождевальными машин (рисунок 9) [15]. Сдерживающим фактором использования орошаемых земель являются высокие тарифы на электроэнергию. За последние 7 лет они увеличились в 12 раз при том, что цена на овощную продукцию за тот же период возросла всего в 2 раза.



Рисунок 9 - Насосная станция на реке Волга, 2022 год [7]

Ростовская область – один из ведущих регионов по наличию орошаемых земель, наряду с Краснодарским краем, несмотря на засушливый климат [12]. В области находится более 260 тысяч га мелиорируемых земель. На территории Ростовской области расположены: 34 оросительных системы, функционирует 800 дождевальных широкозахватных машин. Общее состояние мелиоративных систем (включая техническое состояние гидротехнических сооружений и оросительных систем) ухудшается, наблюдается физический износ мелиоративной техники более чем на 70%. Реализация Программы развития мелиорации направлена на повышение урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях области на 2,3 т/га зерновых единиц за счет снижения объема водозабора и использования ресурсосберегающих технологий на 5%, а также

повышение продукционного потенциала за счет оптимизации гидротехнических мелиораций на площади 70,0 тыс. га. За счет использования субсидий из федерального бюджета в области планировалось увеличение земельных площадей для выращивания сельскохозяйственной продукции, в 2020 году – 2,5 тыс. гектаров, в 2021 году – 1,3 тыс. гектаров, в 2022 году – 1,5 тыс. гектаров. Прогнозируется повышение показателя прироста доходов сельхозтоваропроизводителя на мелиорированных землях: 431,9 тыс. руб., в т.ч. 7,8 тыс. руб. на 1 га [12].

Желаемого результата по развитию мелиоративного комплекса в ЮФО можно достичь за счет реконструкции, технического перевооружения и строительства новых мелиоративных систем государственного и индивидуального назначения. Применение современных методов орошения, ресурсосберегающей поливной техники и инновационных технологий будет способствовать увеличению биопродуктивности сельскохозяйственных земель почти в 2,5-3 раза [13,14,15]. Развитие комплексной мелиорации на региональном уровне возможно при осуществлении учета интегрального характера мелиоративной политики. При этом критерии оценки эффективности реализации региональных мелиоративных Программ развития должны носить обобщенный, комплексный характер с учетом региональной и отраслевой значимости. Модель оценки эффективности и полезности региональных программ развития мелиоративного комплекса представлена на рисунке 10.

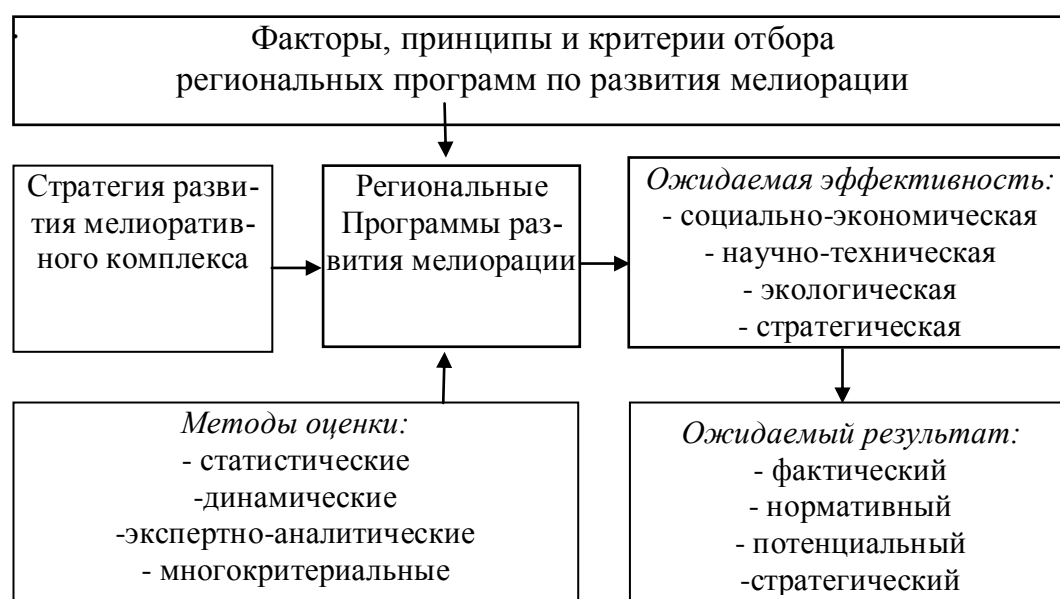


Рисунок 10 - Концептуальная модель оценки эффективности Программ по развитию мелиорации земель на региональном уровне

Использование экономико-математических методов при обосновании региональных Программ по развитию мелиоративного комплекса способствует рациональному использованию имеющихся и выделяемых ресурсов, эффективной оценки влияния различных параметров на разработку и реализацию программных мероприятий [9,2]. Эффективность региональных

Программ по развитию мелиорации земель можно представить как экономико-математическую функцию с учетом существующих факторов и критериев оценки:

$$S = f(U; Z; X; R; t), \quad (1)$$

где U – это критерий оценки *параметров окружающей среды* (U_i), описывающий внешние по отношению к системе факторы, которые могут быть спрогнозированы, учтены (экологические, научно-технические, социально-экономические факторы и т.д.), определены по формуле:

$$U = \sum_{i=1}^n w_i * U_i, \quad (2)$$

где w_i – вес параметра, который найден экспертно-аналитическим путем.

Z – критерий оценки *возмущающих параметров* (Z_i), которые описывают внутренние факторы системы (например, затраты, состояние трудовых ресурсов) рассчитываются по формуле:

$$Z = \sum_{i=1}^n w_i * Z_i \quad (3)$$

X – критерий оценки *управляющих параметров* (X_i), представляющие собой реакцию системы на внешние и внутренние воздействия, и которые направлены на максимальное достижение цели (оптимальное управление, технические процессы оптимизации и т.п.) определяются по формуле:

$$X = \sum_{i=1}^n w_i * X_i \quad (4)$$

R – критерий оценки *факторов риска и неопределенности* (R_i) (финансовые, экономические, социально-экологические риски, неопределенность природно-климатических условий и т.п.); при этом $R \rightarrow \min$.

$$R = \sum_{i=1}^n w_i * R_i \quad (5)$$

где t – критерий оценки *временного фактора* (сроки реализации проекта; период окупаемости мелиоративного проекта и т.п.), при этом $t \rightarrow \min$.

Обобщенный критерий, позволяющий оценить эффективность региональных Программ по развитию мелиорации земель можно представить как взвешенную сумму ключевых параметров, в которую каждый из критериев входит с определенным весом коэффициентом (w_i) его значимости (важности). На основе полученной модели можно спрогнозировать потенциальную значимость Программы для развития мелиорации земель на региональном уровне. Следовательно, при экономическом обосновании общественной и коммерческой эффективности Программ по развитию мелиорации земель на региональном уровне целесообразно использовать оптимизационные модели комплексной оценки результатов таких мероприятий и учета их финансовой реализуемости за определенный расчетный период. В Российской Федерации разработана Методика общей оценки эффективности реализации государственных программ (ГП), которая рассчитывается по формуле (6) [2]:

$$ОД_{п} = \frac{k1 * \sum_{i=1}^M ОД_{пi} + k2 * \sum_{j=1}^I ОД_{пj}}{k1 + k2}, (6)$$

где $ОД_n$ – общая оценка достижения плановых показателей ГП;

$ОД_{ni}$ – общая оценка достижения планового значения i -ого целевого показателя ГП;

M – количество целевых показателей ГП;

$k1$ – коэффициент значимости для показателей ГП;

$ОД_{nj}$ – общая оценка достижения планового значения j -ого целевого показателя ГП;

I – количество целевых показателей (индикаторов) ГП;

$k2$ – коэффициент значимости для показателей (индикаторов) ГП; в случае отсутствия таких показателей – ($k2=0$).

При расчете интегральной оценки эффективности реализации ГП учитываются: оценка степени достижения показателей, эффективности реализации основных мероприятий, кассовое исполнение, эффективность деятельности ответственного исполнителя.

Интегральная оценка эффективности реализации ГП рассчитывается по формуле (7):

$$ГПОЭ = \%11 \times ОДп + \%12 \times ОРОМ + \%13 \times КУИ + \%14 \times ОЭД, (7)$$

где ГПОЭ – интегральная оценка эффективности реализации государственной программы;

ОДп – общая оценка достижения плановых значений показателей (индикаторов) государственной программы, также показателей подпрограмм и федеральных целевых программ;

$k11$ – весовой коэффициент общей оценки достижения плановых значений показателей (индикаторов) государственной программы (подпрограмм и федеральных целевых программ) ($k11=0,4$);

ОРОМ – общая оценка эффективности реализации основных мероприятий государственной программы в отчетном году;

$k12$ – весовой коэффициент общей оценки эффективности реализации основных мероприятий государственной программы в отчетном году ($k12=0,3$);

Куи – уровень использования бюджетных ассигнований при реализации государственной программы;

$k13$ – весовой коэффициент уровня использования бюджетных ассигнований при реализации государственной программы ($k13=0,1$);

ОЭД – оценка эффективности деятельности ответственного исполнителя государственной программы в отчетном году;

$k14$ – весовой коэффициент оценки эффективности деятельности ответственного исполнителя государственной программы в отчетном году ($k14=0,2$).

Рейтингование ГП на основе интегральных оценок эффективности позволяет установить степень выполнения:

I – «Высокая степень эффективности реализации ГП РФ»;

II – «Степень эффективности реализации ГП РФ выше среднего уровня»;

- III – «Степень эффективности реализации ГП РФ ниже среднего уровня»;
 IV – «Низкая степень эффективности реализации ГП РФ»

В таблице 5 представлены задачи по выполнению подпрограммы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России», которые были определены на период 2017-2019 гг.

Таблица 5 - Достижение целевых значений показателей направления (подпрограммы) «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России», тыс. га [5,10]

Показатели	2017 год	2018 год	2019 год
Площадь введенных в эксплуатацию мелиорируемых земель за счет реконструкции, технического перевооружения и строительства новых мелиоративных систем, включая мелиоративные системы общего и индивидуального пользования	101,1	100,7	104,3
Защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии и опустынивания за счет проведения агролесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий	126,3	99,2	99,9
Вовлечение в оборот выбывших сельскохозяйственных угодий за счет проведения культуртехнических работ сельскохозяйственными товаропроизводителями	74,0	127,5	101,2
Защита земель от водной эрозии, затопления и подтопления за счет проведения противопаводковых мероприятий, расчистки мелиоративных каналов, технического оснащения эксплуатационных организаций	131	100	100,5

Заключение. По результатам проведенных исследований можно сделать определенные выводы. Несмотря на сложившиеся природно-климатические условия, необходимые для орошения объемы воды в Южном федеральном округе своевременно подаются организациям агропромышленного округа. Дальнейшее развитие мелиоративного комплекса в условиях низкой водообеспеченности существенно замедлится без применения перспективных мероприятий по сохранению и рациональному использованию водных ресурсов.

К этому можно отнести:

- согласование действий по обеспечению режима работы водохранилищ региональных мелиоводхозов с МСХ РФ, Росводресурсы, Росгидрометом;
- строительство и реконструкцию оросительных систем и гидрометрических сооружений;
- переход на закрытые оросительные сети;
- установление оросительных норм с учетом типа почв и культуры растений.

Анализ региональных Программ по развития мелиоративного комплекса ЮФО позволяет выявить общие сложившиеся проблемы, которые без серьез-

ной государственной финансовой поддержки невозможно решить в современных условиях. Рациональное распределение финансовых вложений позволит реализовать долгосрочные стратегии развития в сфере агропромышленного комплекса во взаимосвязи с осуществлением эффективной работы по развитию мелиорации на региональном уровне.

Библиографический список

1. Актуальные вопросы развития мелиоративного комплекса маловодных регионов Российской Федерации. – Режим доступа: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/103748/> (дата обращения 26.08.2022).
2. Вакарев А.А. Продовольственная безопасность: управление рисками производства зерна на Юге России (на примере Волгоградской области) / А.А. Вакарев [и др.] // Научные труды Вольного экономического общества России. - 2021. - Т. 230. - №4. - С. 324-331.
3. Волгоградской области пущены в работу новые плавучие насосные станции. – Режим доступа: <https://www.volgograd.ru/news/189401/> (дата обращения 26.07.2022).
4. Мелиоративно-водохозяйственный комплекс Республики Адыгея / Официальный сайт ФГБУ Управление Адыгеемелиоводхоз. – Режим доступа: <http://www.adygvodhoz.ru/melioratsiya-v-adygee/meliorativno-vodokhozyajstvennyj-kompleks-respubliki-adygeya> (дата обращения 13.05.2022).
5. Мелихов В.В. Мелиорация – потенциал и стратегия развития АПК и сельских территорий России / В.В. Мелихов // Мелиорация в России: потенциал и стратегия развития. - Волгоград, 2016. - С. 7–14.
6. Нагалеvский Э.Ю. Региональная мелиоративная география / Э.Ю. Нагалеvский, Ю.Я. Нагалеvский, И.Н. Папенко // Краснодар: КубГАУ, 2013. - 280 с.
7. Об утверждении республиканской целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель Республики Калмыкия на период до 2020 года». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/460202029>.
8. О государственной программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Астраханской области на 2014-2020 годы». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/460224391> (дата обращения 26.05.2022).
9. Сизов Ю.И. Экономико-математическая модель оценки государственных программ развития мелиорации в субъектах Южного Федерального округа / Ю.И. Сизов [и др.] // Научные труды ВЭО России. - 2020. - Т. 223. - №3. - С. 478-487.
10. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство. – Режим доступа: https://www.gks.ru/enterprise_economy (дата обращения 26.08.2022).
11. Фролов М. Мелиоративный комплекс - важнейшая ресурсная составляющая агропромышленного комплекса Кубани / М. Фролов // Вестник агропромышленного комплекса. – Режим доступа:

<https://vestnikapk.ru/articles/portret-regiona/mikhail-frolov-meliorativnyy-kompleks-vazhneyshaya-resursnaya-sostavlyayushchaya-agropromyshlennogo> (дата обращения 26.05.2022).

12. Щедрин В.Н. Стратегические направления развития мелиоративного сектора в АПК / В.Н. Щедрин, С.М. Васильев // Стратегические направления развития АПК стран СНГ. - Краснообск, 2017. - Т. 2. - С. 167-169.

13. Южный федеральный округ. Вода России. – Режим доступа: https://water-rrf.ru/Регионы_России/2198/ЮФО (дата обращения 26.09.2022).

14. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate / T.S. Koshkarova [et al.] // IOP Conference Series. - Earth and Environmental Science. – 2020. - V. 577. - Issue 1. - Article number: 012013. - DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.

15. Roiss O. Logical architecture for green technology applications in Roehren-und Pumpenwerk Bauer gmbh (Austria) / O. Roiss, V.V. Melikhov // IOP Conference Series. - Earth and Environmental Science, 2020. - P. 012016.

Bibliographic list

1. Actual issues of the development of the reclamation complex of low-water regions of the Russian Federation - Mode of access: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/103748/> (accessed 26.08.2022).

2. Vakarev A.A. Food security: risk management of grain production in the South of Russia (on the example of the Volgograd region) / A.A. Vakarev [et al.] // Scientific works of the Free Economic Society of Russia. - 2021. - V. 230. - No.4. - P. 324-331.

3. New floating pumping stations were put into operation in the Volgograd region. - Mode of access: <https://www.volgograd.ru/news/189401/> (accessed 26.07.2022).

4. Land reclamation and water management complex of the Republic of Adygea. Official website of the Federal State Budgetary Institution Department of Adygeyameliiovodkhoz. - Mode of access: <http://www.adygvodhoz.ru/melioratsiya-v-adygee/meliorativno-vodokhozyajstvennyj-kompleks-respubliki-adygeya> (accessed 13.05.2022).

5. Melikhov V.V. Land reclamation – the potential and strategy for the development of the agro-industrial complex and rural areas of Russia / V.V. Melikhov // Land reclamation in Russia: potential and development strategy. - Volgograd, 2016. - P. 7–14.

6. Nagalevsky E.Yu. Regional ameliorative geography / E.Yu. Nagalevsky, Yu.Ya. Nagalevsky, I.N. Papenko // Krasnodar: KubGAU, 2013. - 280 p.

7. On approval of the republican target program "Development of melioration of agricultural lands of the Republic of Kalmykia for the period up to 2020". – URL: <http://docs.cntd.ru/document/460202029>.

8. About the state program "Development of melioration of agricultural lands of the Astrakhan region for 2014 - 2020" - Mode of access: <http://docs.cntd.ru/document/460224391> (accessed 26.05.2022).

9. Sizov Yu.I. Economic-mathematical model for evaluating state programs for the development of land reclamation in the subjects of the Southern Federal District / Yu.I. Sizov [et al.] // Scientific Works of the VEO of Russia. - 2020. - V. 223. - No.3. - P. 478-487.
10. Federal State Statistics Service. Agriculture, hunting, forestry. - Mode of access: https://www.gks.ru/enterprise_economy (accessed 26.08.2022).
11. Frolov M. Ameliorative complex - the most important resource component of the agroindustrial complex of the Kuban / M. Frolov // Bulletin of the agro-industrial complex - Mode of access: <https://vestnikapk.ru/articles/portret-regiona/mikhail-frolov-meliorativnyy-kompleks-vazhneyshaya-resursnaya-sostavlyayushchaya-agropromyshlennogo> (accessed 05/26/2022).
12. Shchedrin V. N. Strategic directions for the development of the reclamation sector in the agro-industrial complex / V.N. Shchedrin, S.M. Vasiliev // Strategic directions for the development of the agro-industrial complex of the CIS countries. FGBNU "SFSC RAS". - Krasnoobsk, 2017. - V. 2. - P. 167-169.
13. Southern Federal District. Water of Russia. - Mode of access: https://water.rf.ru/Regions_of_Russia/2198/Southern_Federal_District (accessed 26.09.2022).
14. Organization of water accounting and water saving of irrigation water based on world experience in the conditions of changing climate / T.S. Koshkarova [et al.] // IOP Conference Series. - Earth and Environmental Science. – 2020. - V. 577. - Issue 1. - Article number: 012013. - DOI: 10.1088/1755-1315/577/1/012013.
15. Roiss O. Logical architecture for green technology applications in Roehren- und Pumpenwerk Bauer gmbh (Austria) / O. Roiss, V.V. Melikhov // IOP Conference Series. - Earth and Environmental Science, 2020. - P. 012016.

**ЭКОНОМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ПОЛЕВОЙ КУЛЬТУРЫ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

**ECONOMIC AND TECHNOLOGICAL JUSTIFICATIONS FOR
INCREASING THE EFFICIENCY OF FIELD CROP CULTURE
IN THE LOWER VOLGA REGION**

Ю.Г. Оноприенко¹, кандидат экономических наук

Л.Н. Медведева², доктор экономических наук

¹*Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия*

J.G. Onoprienko¹, Candidate of Economic Sciences

L.N. Medvedeva², Doctor of Economics Sciences

¹*Volgograd state technical University, Volgograd, Russia*

²*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы разработки и применения технологических карт в сельском хозяйстве, позволяющих учитывать и распределять материальные, трудовые, энергетические и финансовые потоки. Показано, что разрабатывать технологические карты целесообразно в программе Microsoft Excel – 2003, дающей возможность производить дополнительные расчеты. При разработке карт, проблемой остается отсутствие на рынке современных нормативов и расценок, утверждаемых соответствующими ведомствами. В технологических картах в хронологической последовательности размещается информация об использовании сельскохозяйственной и поливной техники при производстве полевой культуры, применении агроприемов, обосновании плановой себестоимости. Критерием отбора лучших приемов выращивания полевых культур на орошении и включении в технологические карты является урожайность и экономичность. При подготовке технологической карты выращивания картофеля на поливе использовались результаты исследований, проводимых в ФГБНУ ВНИИОЗ в области применения сортов картофеля, удобрений, гербицидов, норм полива. Показано, что при составлении технологической карты целесообразно учитывать результаты опытов, что внесение удобрений, позволяет значительно снизить коэффициент водопотребления, а максимальную урожайность можно получить при соблюдении режима орошения с поддержанием 80% НВ в слое почвы 0,4 м в течение вегетационного периода. Формирование технологических карт должно производиться с учетом местных условий и достижений российской науки. В статье представлены экономические расчеты и технологические решения по выращиванию полевой культуры картофеля в условиях Нижнего Поволжья.

Ключевые слова: технологические карты, полевые культуры, планирование, агротехнология, орошение, картофель, себестоимость.

Abstract: The article deals with the development and application of technological maps in agriculture, allowing to take into account and distribute material, labor, energy and financial flows. It is shown that it is advisable to develop technological maps in the Microsoft Excel - 2003 program, which makes it possible to make additional calculations. When developing maps, the problem remains the lack of modern standards and prices on the market, approved by the relevant departments. In technological maps, in chronological order, information is placed on the use of agricultural and irrigation equipment in the production of field crops, the use of agricultural practices, and the rationale for the planned cost. The criterion for selecting the best methods of growing field crops under irrigation and including them in technological maps is productivity and efficiency. When preparing a technological map for growing potatoes on irrigation, the results of research conducted at the Federal State Budgetary Scientific Institution VNIIOZ in the field of the use of potato varieties, fertilizers, herbicides, and irrigation rates were used. It is shown that when compiling a technological map, it is advisable to take into account the results of experiments, that the application of fertilizers can significantly reduce the water consumption coefficient, and the maximum yield can be obtained by observing the irrigation regime while maintaining 80% НВ in a 0.4 m soil layer during the growing season. The formation of technological maps should be carried out taking into account local conditions and the achievements of Russian science. The article presents economic calculations and technological solutions for growing field crops of potatoes in the conditions of the Lower Volga region.

Key words: technological maps, field crops, planning, agricultural technology, irrigation, potatoes, prime cost.

Введение. В последние годы разработка и применение технологических карт в сельском хозяйстве занимает важное место, позволяя оптимизировать материальные, трудовые, энергетические и финансовые ресурсы [6,16]. Серьезной проблемой является тот факт, что большинство используемых ранее технологических карт стали неактуальными из-за устаревших нормативов и стандартов. Обновленные типовые технологические карты целесообразно разрабатывать в программе Microsoft Excel – 2003, позволяющей проводить дополнительные расчеты. Возможно, что на одну культуру, но для разных типов полей, необходимо иметь вариации типовых карт. Что же представляет собой технологическая карта, и какова методика её разработки на выращивание и уборке полевых культур на поливных землях? Технологические карты разрабатываются с учетом способов и техники посадки и полива культуры, дозировки и видов вносимых удобрений, способов уборки продукции. В технологические карты включаются виды используемой универсальной техники, основные приемы агротехнологий, разработанные наукой и проверенные практикой. Критерием отбора лучших приемов выращивания полевых культур на орошении и включения их в технологические карты является урожайность и экономичность. В кар-

тах в хронологической последовательности перечисляются все виды работ, рекомендуемые технологией, потребности в технике, трудовых ресурсах, воде для полива, минеральных удобрениях и ядохимикатах, в денежных средствах. Технологические карты содержат исходный материал для калькуляции плановой себестоимости продукции, а также в нее вносится информация, отражающая местные почвенно-климатические условия, мелиоративно-техническое состояние пахотных земель, организационно-хозяйственные возможности сельхозтоваропроизводителя [4,5]. Целесообразно использовать технологические карты двух видов: текущие и перспективные. Текущие карты составляются на площадь, занимаемую данной полевой культурой в планируемом году и на применяемую технологию. Перспективные на более передовую технологию с использованием новой техники на площади в 100 га. При разработке технологических карт учитываются компоненты, представленные на рисунке 1.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА			
	Агротехническая часть включает:		Экономическая часть включает:
Технологический компонент	<ul style="list-style-type: none"> - перечень видов работ в порядке их проведения - устанавливаются агротехнические требования по их выполнению - указывают единицы измерения объем работ в физическом выражении, условных га - сроки выполнения работ 	Вводный компонент	<ul style="list-style-type: none"> - возделываемая культура, сорт площадь посева (посадки) - норма высева (посадки) в физических единицах - урожайность и валовой сбор основной продукции - дозы вносимых удобрений и гербицидов - предшественник, тип почвы
Технический компонент	<ul style="list-style-type: none"> - состав машинно-тракторных агрегатов - количество рабочих для их обслуживания 	Расчетный компонент	<ul style="list-style-type: none"> - расчет затрат труда - расчет материально-технических средств - расчет совокупной энергии технологии возделывания

Рисунок 1 - Компоненты технологических карт по возделыванию полевых культур

Применение технологических карт существенно улучшает организации управленческого труда. Агротехнические сроки выполнения работ принимаются к среднегодовым климатическим условиям зоны Нижнего Поволжья, а продолжительность исполнения указывается в рабочих декадах. Большое внимание при составлении технологических карт уделяется подбору машин и оборудования с целью высокопроизводительного использования. Затраты труда и тарифный фонд оплаты труда обслуживающего персонала указывается в технологических картах, чтобы в последствии за высокое качество работ начислять доплаты (за классность, непрерывный стаж работы). Общая сумма заработной платы определяется суммированием тарифного фонда со всеми видами доплат и начислений. Отчисления на амортизацию рассчитываются по общепринятой

методике, исходя из балансовой стоимости основных фондов и установленных годовых норм отчислений. Поливной режим сельскохозяйственных культур, число и величина поливных норм вегетационных поливов разрабатывается исходя из суммарного водопотребления для почвенно-климатических условий Нижнего Поволжья [3, 9]. Технологические карты позволяют учитывать основные затраты на культуру, которые связаны с производством, уборкой и доставкой урожая до места хранения и послеуборочной его доработкой [4,5,15]. Различают прямые основные затраты (на заработную плату со всеми видами начислений, горючее и смазочные материалы, на семена, удобрения, ядохимикаты, электроэнергию, на услуги автотранспорта, живой тягловой силы) и распределяемые затраты: амортизация основных средств, затраты на ремонт, техническое обслуживание, а также прочие прямые затраты на мелкий инвентарь, тару и др. В заключительной графе технологической карты подсчитываются все расходы на выполнение каждой технологической операции, как в отдельности, так и в целом. Технологические карты позволяют учитывать в натуральном и стоимостном выражении расход материальных ценностей, затрачиваемых на выращивание, уборку и хранение продукции. Насколько будут оправданы затраты на возделывание культуры можно просчитать по формуле, в которой определяется прибыль (убыток) от реализации (П):

$$П = V_{\text{реал}} - Z_{\text{произ-ва}} = K_{\text{прод}} \times C_{\text{ед.прод}} - Z_{\text{произ-ва}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{реал}}$ – выручка от реализации,
 $Z_{\text{произ-ва}}$ – затраты на производство,
 $K_{\text{прод}}$ – количество выращенной продукции,
 $C_{\text{ед.прод}}$ – цена единицы продукции.

Материалы и методы. Методологическую основу исследования составили разработки российских ученых, в том числе ФГБНУ ВНИИОЗ. В ходе исследования применялись методы анализа, обобщения, сопоставления, сравнения. Источниками информации послужили материалы Министерства сельского хозяйства РФ, научные отчеты и публикации ученых ФГБНУ ВНИИОЗ.

Результаты и обсуждение. Картофель – высоко востребованный продукт питания, приносящий прибыль благодаря своей урожайности. ФГБНУ ВНИИОЗ в течение многих лет занимается разработкой и усовершенствованием технологии возделывания картофеля на орошаемых землях [2,4,8,9,13,14]. По результатам научных исследований были определены рациональные сочетания режимов орошения, доз удобрений и гербицидов, сортового состава для получения стабильных урожаев картофеля в пределах 30 – 50 т/га [11]. Рассмотрим особенности выращивания картофеля, сорт Жуковский на полях ФГБНУ ВНИИОЗ (рисунки 2, 3).

Выращивание картофеля в Волгоградской области в летние месяцы усложняется жесткими климатическими условиями: высокой температурой воздуха, частыми ветрами и скудными неравномерными осадками. Обеспечить население картофелем в весенний и зимний период можно двумя способами – выращивание двух урожайной культуры летними посадками.



Рисунок 2 - Картофель сорт Жуковский на полях ФГБНУ ВНИИОЗ, 2019 год

В технологическую карту вносятся особенности возделывания картофеля начиная с операций осенью, когда производится зяблевая вспашка на глубину 0,25 – 0,30 м [10,12]. Весенние технологии включают: боронование поперек борозды бороной БЗТС-1 на глубину 0,05 м, внесением удобрений перед посадкой, обработкой поля доминатором Румп-стад, формированием гребней культиватором КР-3, посадкой клубней картофеля картофелесажалкой VL20KLZ с одновременной обработкой инсектофунгицидом Престиж, междурядными обработками пропашной фрезой RF-4, обработкой гербицидом Зенкор (0,50 кг/га), инсектицидом Танрек (200 г/га) дважды за вегетацию при появлении личинок колорадского жука и фунгицидом Сектин (1,25 кг/га) [4,10,12,13]. Лучшими предшественниками для картофеля, по мнению ученых ФГБНУ ВНИИОЗ, являются бобовые, яровые культуры, капуста, корнеплоды. Выращивать картофель после многолетних трав, подсолнечника и пасленовых не рекомендуется. При подготовке почвы необходимо создать грунтовую среду, максимально насыщенную кислородом, обеспечивающую здоровое развитие растений и формирование клубней. Оптимальный грунт для картофеля – рыхлый, плодородный, содержанием гумуса более 2%. Довольно эффективным методом подготовки посадочного материала является проращивание, когда клубни до того, как высадить в землю за 30 дней выкладывают на свет с обеспечением температуры 10-12⁰ С, влажности воздуха – 80%, что позволяет накопиться в клубнях достаточному количеству хлорофилла [2,4]. Если учесть, что картофель отличается высокими показателями выноса питательных веществ из почвы, перед осенней обработкой грунта необходимо вносить органические удобрения из расчета 35 т /га. Почву обогащают сидератами и минеральными удобрениями, дозировка которых может зависеть от насыщенности грунта питательными элементами, но не ниже: N90 P90 K90 [9]. Высадка производится на глубину 60-80 мм от поверхности. Оптимальной густотой для ранних сортов считается

65-70 тыс/га, а для сортов средней спелости – 55-60 тыс/га [9,10]. Окучивают картофель в целях повышения урожайности, а также защиты от воздействия картофельной моли. Наиболее эффективными препаратами для борьбы с сорняками являются Раундап, Зенкор. Орошение является чрезвычайно важным для Нижнего Поволжья, поскольку ограниченность влаги в этих регионах не лучшим образом влияет на продуктивность [1,17]. Отношением всей суммы осадков к суммарной температуре является так называемый гидротермический коэффициент или ГТК. Наиболее благоприятным показателем ГТК для картофеля является от 1 до 2, при этом в Нижнем Поволжье ГТК редко достигает 0,7 [9]. Именно поэтому дополнительное орошение буквально необходимо для получения урожая [13]. Наиболее экономичным методом орошения является капельное. Дождевание позволяет не только увлажнять почву, но и создает микроклимат около поверхностного слоя грунта. Показатели водопотребления картофеля: 2200 – 4000 м³/га. В России технология уборки картофеля зависит от региона [7]. Так в зависимости от модификации картофелеуборочного комбайна варьируется ширина захвата подкапывающего устройства. В настоящее время используются картофелеуборочные комбайны: AVR 220 ВК Variant, DR 1500, «ПАЛЕССЕ РТ25», ПКК-2-05 и др.

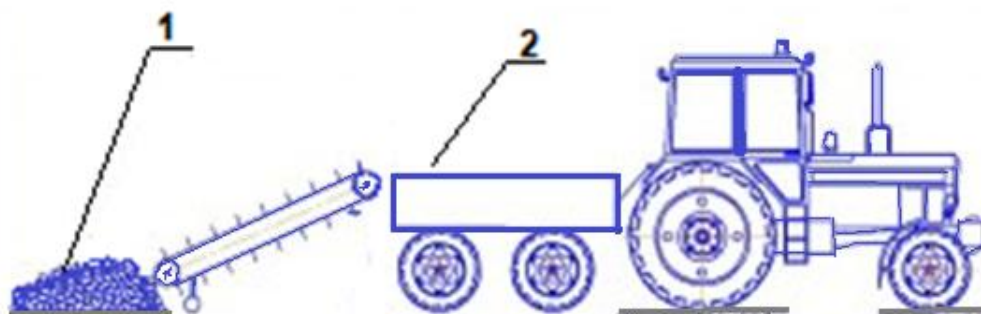


Рисунок 3 - Прямочная технология уборки картофеля с поля, ФГБНУ ВНИИОЗ

(1- выгрузка на транспортер, 2 - загрузка в прицеп трактора Беларус)

Важным методом для обеспечения длительности хранения собранного картофеля является его сушка, что обеспечивает устойчивость клубней к инфекционным заболеваниям. Режим хранения картофеля во многом зависит от температуры: не выше +5°C, относительной влажностью до 91%, достаточным воздухообменом.

Представим примерный вариант технологической карты по возделыванию картофеля на полях ФГБНУ ВНИИОЗ, пос. Водный Волгоградская область: площадь –100 га, норма высева семян: 30 – 40 ц на 1 га, планируемая урожайность 300 ц/га, предшественник – зерновые, полив – дождевание (таблица 1).

Таблица 1 – Технологическая карта выращивания картофеля на светло-каштановых почвах с орошением, 2019 год

Технологические операции	Единица измерения	Объем работ	Состав агрегата					Срок выполнения работ		Тарифный разряд работы	Норма выработки за смену, га (т)	Количество нормосмен	Затраты, чел. ч.			Расход горючего		Полные энергетические затраты, МДж/га
			марка трактора	прицепные орудия		количество обслуживающего персонала		календарный	рабочих дней				механизаторов	Других работников	всего	на единицу работ, кг	всего, ц	
				марка	количество в агрегате	механизаторов	других работников											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Лущение почвы	га	100	БЕЛА-РУС	БДТ-7	1	1	-	VIII	4	5	16,5	6,1	42,7	-	42,7	5,5	5,5	157
2. Погрузка фосфорных и калийных удобрений	т	30	-	ЭО-2621	1	1	-	VIII	2,5	4	140	0,03	0,21	-	0,21	0,1	0,06	51
3. Смешивание минеральных удобрений	т	17,5	БЕЛА-РУС	СУ-20	1	1	-	IV	2,5	4	7	2,5	17,5	-	17,5	2,0	2,0	118
4. Транспортировка и внесение удобрений	га	100	БЕЛА-РУС	РУМ-8	1	1	-	VIII	2,5	4	40	2,5	17,5	-	17,5	2,05	2,05	162
5. Погрузка органических удобрений	т	7000		Амкодор	1	1	-	VIII	10	5	240	29,2	204,2	-	204,2	0,39	0,27	153

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
6. Транспортировка органических удобрений на поле	т	7000	БЕЛА-РУС	ПТС-9	1	1	-	IX	10	5	71	98,6	690,2	-	690,2	0,76	53,2	4771
7. Формирование бурта	т	700	-	ТО-323	1	1	-	IX	10	5	530	13,2	92,4	9	92,4	0,55	38,5	414
8. Погрузка органических удобрений из бурта	т	7000	-	Амкодор	1	1	-	IX	10	5	240	29,2	204,2	-	204,2	0,55	38,5	755
9. Внесение органических удобрений	т	7000	БЕЛА-РУС	РОУ-6	1	1	-	IX	10	5	129	54,3	380,1	-	380,1	0,25	17,5	1397
10. Заделка органических удобрений	га	100	БЕЛА-РУС	БДТ-7	1	1	-	IX	6	5	20	5,0	35	-	35	7,62	7,62	627
11. Зяблевая вспашка	га	100	БЕЛА-РУС	ПГПО5-35	1	1	-	IX	14	5	6,0	16,7	16,7	-	16,7	13,74	13,74	874
12. Культивация с боронованием	га	100	БЕЛА-РУС	КПС-6	1	1	-	X	5	6	18	5,6	39,2	-	39,2	4,8	4,8	258
13. Погрузка азотных удобрений	т	17,5	-	ЭО-2621	1	1	-	IV	2,5	4	140	0,1	0,7	-	0,7	0,24	0,04	51
14. Транспортировка и внесение минеральных удобрений	га	100	БЕЛА-РУС	РУМ-8	1	1	-	IV	2	4	50	2	14,0	-	14,0	2,05	0,04	162
15. Культивация с боронованием	га	100	БЕЛА-РУС	КПС-6	1	1	-	IV	3,8	4	18	5,6	39,2	-	39,2	4,8	4,8	258

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
16. Нарезка гребней	га	100	БЕЛА-РУС	КОН-2,8	1	1	-	IV	8	5	8	12,5	87,5	-	87,5	6,4	6,4	433
17. Переборка картофеля с загрузкой в контейнеры	т	400	-	вручную	-	-	1	IV	8	3	0,7	571,4		4000	4000	-	-	-
18. Погрузка посадочного материала	т	400	-	Эл. кара	1	1	-	IV	8	4	48	8,3	58,1	-	58,1	-	-	51
19. Транспортировка и загрузка сажалок	т	400	ГАЗ	-	1	1	-	IV	8	-	-	-	-	-	-	-	-	432
20. Посадка картофеля	га	100	БЕЛА-РУС	КСМ-4А	1	1	-	IV	8	6	6	16,7	116,9	-	116,9	10,8	10,8	1052
21. Окучивание с боронованием до всходов	га	100	БЕЛА-РУС	КОН-2,8	1	1	-	V	6	4	7	14,3	100,1	-	100,1	9,0	9,0	433
22. Погрузка азотных удобрений	час	17,5	БЕЛА-РУС	ПФ-0,5	1	1	-	V	2,5	4	7	2,5	17,5	-	17,5	0,89	0,89	51
23. Окучивание с внесением удобрений	га	100	БЕЛА-РУС	КОН-2,8	1	1	-	V	6	4	8,2	12,2	85,4	-	85,4	9,0	9,0	433
24. Подвоз воды и приготовление раствора	т	40	БЕЛА-РУС	РЖТ-5	1	1	1	V	2	5	20	2	14	14	28	0,43	0,2	54
25. Химическая прополка зенкором	га	100	БЕЛА-РУС	ОП-2000	1	1	-	V	4	7	25	4	28	-	28	1,25	1,25	58

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
26. Транспортировка воды, приготовление раствора	т	120	БЕЛА-РУС	РЖТ-5	1	1	-	VII	4	5	27	4,4	30,8	-	30,8	1,29	1,6	54
27. Обработка против колорадского жука, фитофторы	га	300	БЕЛА-РУС	ОП-2000	1	1	-	VII	4	7	20	15	105	-	105	1,5	4,5	58
28. Скашивание ботвы	га	100	БЕЛА-РУС	КИР-1,5	1	1	-	IX	30	3	3	33,3	233	-	233	15,2	15,2	1225
29. Уборка картофеля комбайном	га	80	БЕЛА-РУС	КПК-3	1	1	4	IX	30	7/4	4,7	17	119	476	595	30,8	24,6	4122
30. Выкапывание картофеля картофелекопалкой	га	20	БЕЛА-РУС	КТА-2,6	1	1	-	IX	30	5	1,8	11,1	77,7	-	77,7	10,2	10,2	2102
31.. Подбор клубней вручную	т	600	-	вручную	1	1	6	IX	30	4	0,7	857,1	-	5142,6	5142,6	-	-	-
32. Транспортировка клубней	т	3000	ГАЗ	-	1	1	-	IX	30	-	-	-	-	-	-	-	-	2249
33. Сортировка картофеля	т	3000	КСП	-	1	1	6	IX	20	5	60	50	350	2100	2450	-	-	1400
34. Отвоз картофеля в хранилище	т	2850	ГАЗ	-	1	1	-	IX	30	-	-	-	-	-	-	-	-	2249

Важным в процессе возделывания остается полив [17]. Объем необходимой для орошения воды определяется в зависимости от поливной культуры, планируемой площади и водности текущего года. В общем виде лимит воды на орошение для сельхозтоваропроизводителя можно выразить в формуле:

$$V_{\text{Л}} = \sum_{l=1}^m \sum_{i=1}^n M_{\text{Сл}i} S_{\text{Сл}i} / \eta_{\text{л}i} \quad (2)$$

где $M_{\text{Сл}i}$ – средняя оросительная норма i -го севооборотного участка в l -ом севообороте хозяйства, $\text{м}^3/\text{га}$;

$S_{\text{Сл}i}$ – площадь i -го севооборотного участка в l -ом севообороте хозяйства, га;

$\eta_{\text{л}i}$ – проектное КПД внутривозделываемой оросительной системы, подающей воду к i -ому севооборотному участку в l -ом севообороте хозяйства.

Заключение. Применение технологических карт в сельском хозяйстве позволяет регулировать материальные, трудовые, энергетические и финансовые потоки. Проблемой остается тот факт, что до сих пор используются устаревшие нормативы и расценки. При разработке технологических карт целесообразно использовать программу Microsoft Excel – 2003, что позволяет производить дополнительные расчеты. В технологические карты в хронологической последовательности включаются: сельскохозяйственная и поливная техника, агросистемы основных мероприятий. Карты содержат информацию, позволяющую производить калькуляцию плановой себестоимости возделываемой культуры. При подготовке технологической карты, выращивания картофеля на полях ФГБНУ ВНИИОЗ, были учтены результаты исследований, проводимые в институте, в частности, что внесение удобрений позволяет снижать коэффициент водопотребления, а максимальную урожайность можно обеспечить применением режима орошения с поддержанием 80% НВ в слое почвы 0,4 м в течение вегетации культуры, что качество урожая сказывается количеством крахмала и сухого вещества в клубнях. Учеными НИИ было доказано, что внесение удобрений повышает количество крахмала в клубнях изучаемых сортов от 13,0 до 15,8%, сухого вещества от 20,0 до 22,4%. Формирование технологических карт должно производиться с учетом местных условий и достижений российской науки.

Библиографический список

1. Воеводина Л.А. Формирование поясов сельскохозяйственных культур для развития национальных инновационных кластеров / Л.А. Воеводина, Л.Н. Медведева, И.В. Митрофанова // Региональная экономика. Юг России. - 2020. - Т. 8. - №4. - С. 154-165.
2. Гиченкова О.Г. Эколого-географическая оценка сортов картофеля отечественной селекции на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / О.Г. Гиченкова [и др.] // Мелиорация и гидротехника. - 2022. - Т. 12. - №1. - С. 34-48.

3. Гурина И.В. Дальнейшее развитие сельского хозяйства на Юге России через увеличение мелиорированных земель и применение рациональных севооборотов / И.В. Гурина, Л.Н. Медведева // Мелиорация и водное хозяйство. - 2020. - С. 13-19.
4. Дронова Т.Н. Технология возделывания картофеля на орошаемых землях Нижнего Поволжья / Т.Н. Дронова [и др.] // Орошаемое земледелие. - 2018. - №2. - С. 23-24.
5. Кузнецова Л.В. Экономически обоснованные технологические карты возделывания картофеля продовольственного на основе адаптивных технологий, используемых в Калужском регионе / Л.В. Кузнецова // Аграрная Россия. - 2021. - №5. - С. 41-48.
6. Кузнецова Л.В. Технологическая карта возделывания картофеля продовольственного в Калужской области / Л.В. Кузнецова // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. - 2021. - №1 (20). – С. 61 -67.
7. Лучкова И.В. Уборка и хранение картофеля: отдельные аспекты / И.В. Лучкова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - №175. - С. 91-100.
8. Медведева Л.Н. Использование микроиригационных систем на светло-каштановых почвах в Нижнем Поволжье / Л.Н. Медведева // II междунар. науч.-практич. интернет-конф. / ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». - 2017. - С. 323-330.
9. Мелихов В.В. Влияние способов полива и приемов окучивания на урожайность картофеля / В.В. Мелихов, А.А. Новиков, Д.И. Василюк // Мелиорация и водное хозяйство. - 2020. - №1. - С. 12-16.
10. Мелихов В.В. Влияние сроков нарезки гребней на рост, развитие и урожайность картофеля / В.В. Мелихов, А.А. Новиков // Земледелие. - 2021. - №7. - С. 26-29.
11. Мелихов В.В. Проектирование и расчёт систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: методическое пособие / В.В. Мелихов [и др.]. - Волгоград, 2017. - 184 с.
12. Новиков А.А. Зяблевая обработка почвы и способы ее рыхления перед посадкой картофеля / А.А. Новиков // Аграрный научный журнал. - 2022. - №6. - С. 38-42.
13. Новиков А.А. Влияние водообеспеченности на формирование урожайности и водопотребление картофеля на черноземных почвах Волгоградской области / А.А. Новиков // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2020. - №3. - С. 38-51.
14. Новиков А.Е. Агроэкологическая оценка перспективных сортов картофеля и особенности агротехники на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А.Е. Новиков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2022. - №3. - С. 15-24.
15. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020616945.

Многофакторная оценка и прогнозирование продуктивности раннего картофеля при возделывании на капельном орошении / В.В. Мелихов [и др.]. – опубл. 25.06.2020.

16. Технологическая карта картофеля / Файловый архив студентов. - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5611347/> (дата обращения 03.07.2022).

17. Medvedev A.V. Application of green technologies in irrigation / A.V. Medvedev // International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2021: E3S Web of Conferences. - 2021. - P. 01050.

Bibliographic list

1. Voevodina L.A. Formation of belts of agricultural crops for the development of national innovation clusters / L.A. Voevodina, L.N. Medvedeva, I.V. Mitrofanova // Regional Economics. South of Russia. - 2020. - V. 8. - No.4. - P. 154-165.

2. Gichenkova O.G. Ecological and geographical assessment of potato varieties of domestic breeding on light chestnut soils of the Lower Volga region / O.G. Gichenkova [et al.] // Melioration and hydrotechnics. - 2022. - V. 12. - No.1. - P. 34-48.

3. Gurina I.V. Further development of agriculture in the South of Russia through an increase in reclaimed lands and the use of rational crop rotations / I.V. Gurina, L.N. Medvedeva // Melioration and water management. - 2020. - P. 13-19.

4. Dronova T.N. Potato cultivation technology on irrigated lands of the Lower Volga region / T.N. Dronova [et al.] // Irrigated agriculture. - 2018. - No.2. - P. 23-24.

5. Kuznetsova L.V. Economically sound technological maps of the cultivation of food potatoes based on adaptive technologies used in the Kaluga region / L.V. Kuznetsova // Agrarian Russia. - 2021. - No.5. - P. 41-48.

6. Kuznetsova L.V. Technological map of the cultivation of food potatoes in the Kaluga region / L.V. Kuznetsova // Design, use and reliability of agricultural machines. - 2021. - No.1 (20). - P. 61-67.

7. Luchkova I.V. Harvesting and storage of potatoes: some aspects / I.V. Luchkova [et al.] // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2022. - No.175. - P. 91-100.

8. Medvedeva L.N. The use of microirrigation systems on light chestnut soils in the Lower Volga region / L.N. Medvedeva // II International Scientific and Practical Internet Conference. FGBNU "Caspian Research Institute of Arid Agriculture". - 2017. - P. 323-330.

9. Melikhov V.V. Influence of irrigation methods and hilling methods on potato productivity / V.V. Melikhov, A.A. Novikov, D.I. Vasilyuk // Melioration and water management. - 2020. - No.1. - P. 12-16.

10. Melikhov V.V. Influence of the timing of cutting ridges on the growth, development and productivity of potatoes / V.V. Melikhov, A.A. Novikov // Agriculture. - 2021. - No.7. - P. 26-29.

11. Melihov V.V. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: a methodological guide / V.V. Melihov [et al.]. - Volgograd, 2017. - 184 p.

12. Novikov A.A. Autumn tillage and methods of its loosening before planting potatoes / A.A. Novikov // Agrarian scientific journal. - 2022. - No.6. - P. 38-42.
13. Novikov A.A. Influence of water supply on the formation of productivity and water consumption of potatoes on chernozem soils of the Volgograd region / A.A. Novikov // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. - 2020. - No.3. - P. 38-51.
14. Novikov A.E. Agroecological assessment of promising potato varieties and features of agricultural technology on light chestnut soils of the Volgograd region / A.E. Novikov [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: Science and Higher professional education. - 2022. - No.3. - P. 15-24.
15. Certificate of registration of the computer program 2020616945. Multifactorial assessment and forecasting of the productivity of early potatoes when cultivated on drip irrigation / V.V. Melikhov [et al.]. - ext. 25.06.2020.
16. Technological map of potatoes / File archive of students. - Electronic resource. – Mode of access: <https://studfile.net/preview/5611347/> (accessed 03.07.2022).
17. Medvedev A.V. Application of green technologies in irrigation / A.V. Medvedev // International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2021: E3S Web of Conferences. - 2021. - P. 01050.

**ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ
МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА: МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

**TERRITORIAL-BUSINESS POTENTIAL OF RECLAIMING
COMPLEX: METHODOLOGY FOR CALCULATION
OF PERFORMANCE INDICATORS**

Ю.Г. Оноприенко¹, кандидат экономических наук

Л.Н. Медведева², доктор экономических наук

А.В. Медведев³

¹*Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград,
Россия*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия*

³*ООО «Стрела», г. Волгоград, Россия*

J.G. Onoprienko¹, Candidate of Economic Sciences

L.N. Medvedeva², Doctor of Economics Sciences

A.V. Medvedev³

¹*Volgograd state technical University, Volgograd, Russia*

²*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

³*LLC "Strela", Volgograd, Russia*

Аннотация: В статье рассматриваются материалы, раскрывающие методологию оценки предпринимательского потенциала по развитию аквакультуры на региональном уровне. Показаны основные страны производители продуктов из микроводорослей: США, Новая Зеландия, Япония и Китай. В России ежегодно отмечается стабильный рост этого сегмента рынка, примерно 3%. Экономически обоснована эффективность и возможность применения в различных сферах жизнедеятельности человека инновационных проектов, направленных на культивирование микроводорослей в широких масштабах, особенно на региональном уровне. На первых этапах планирования для оценки степени выгоды и достижения желаемых результатов предпринимателю целесообразно производить сделать расчеты емкости предполагаемого рынка. Изучение существующей емкости рынка и анализ тенденций позволяет сформировать стратегическую маркетинговую политику на базе эффективной рекламной кампании по продвижению на рынок [2]. В экономической литературе используют фактическую (существующую) емкость, доступную и потенциальную (вероятную) емкости. Интерес представляет именно потенциальная емкость, представляющая собой максимальную величину, характеризующую долю в общей системе реализации за счет высокой степени усилий предпринимателя относительно продвижения продукта и высокой потребности клиентов в данном товаре. Используются методы расчета емкости потенциального рынка: емкость рынка в коли-

чественном выражении, емкость рынка в денежном выражении, емкость рынка в объемном выражении, а также метод оценки от реальных продаж. Цель исследования: изучить масштабы производства аквакультуры в мире, рассмотреть сущность, виды и методы расчета емкости рынка, инвестиционного и предпринимательского потенциалов.

Ключевые слова: методология, регион, аквакультура, емкость рынка, инвестиционный и предпринимательский потенциал, методы расчета.

Abstract: Annotation. The article discusses materials that reveal the methodology for assessing the entrepreneurial potential for the development of aquaculture at the regional level. The main countries producing microalgae products are shown: USA, New Zealand, Japan and China. In Russia, a stable growth of this market segment is observed annually, approximately 3%. The efficiency and possibility of applying innovative projects in various spheres of human activity aimed at cultivating microalgae on a large scale, especially at the regional level, are economically justified. At the first stages of planning, in order to assess the degree of benefit and achieve the desired results, it is advisable for an entrepreneur to make calculations of the capacity of the proposed market. The study of the existing market capacity and analysis of trends allows you to form a strategic marketing policy based on an effective advertising campaign to promote the market. The economic literature uses actual (existing) capacity, available and potential (probable) capacity. It is the potential capacity that is of interest, which is the maximum value that characterizes the share in the overall sales system due to the high degree of efforts of the entrepreneur to promote the product and the high demand of customers for this product. Potential market capacity calculation methods are used: market capacity in quantitative terms, market capacity in monetary terms, market capacity in volume terms, as well as the valuation method based on real sales. The purpose of the study: to study the scale of aquaculture production in the world, to consider the essence, types and methods for calculating the market capacity, investment and entrepreneurial potential.

Key words: methodology, region, aquaculture, market capacity, investment and entrepreneurial potential, calculation methods.

Введение. Все большую популярность приобретает приоритетное направление мировой экономики, как разработка инновационных проектов по развитию отрасли сельского хозяйства – аквакультура [3, 4, 5, 10]. Практическую значимость имеет применение микроводорослей в сельском хозяйстве для повышения плодородия почв, особенно в условиях поливного земледелия; в прудовом бизнесе для оздоровления водоемов и обогащения пищевых цепочек. Развитие аквакультуры может осуществляться на объектах мелиорации с учетом государственной субсидий, как по отраслевому, так и территориальному признаку [14,15]. Крупнейшими коммерческими производителями биомассы микроводорослей являются компании США, Новой Зеландии, Япония и Китая [12]. В последние два десятилетия 89% мирового производства аквакультуры приходится на Китай. Представленные ниже прогнозы подтверждают, что ве-

дущее место в мире по производству аквакультуры занимает и будет занимать Китай (в таблице 1).

Таблица 1 - Сценарии производства аквакультуры до 2030 года

Категория	Тыс. тонн (в эквиваленте живого веса)				Рост за 2020-2030 годы, %		
	Базовый год (2020)	Без выполнения плана	Базовый сценарий 2030 г.	Выполнение плана в полном объеме 2030 г.	Без выполнения плана	Базовый сценарий	Выполнение плана в полном объеме
Китай							
Продукция аквакультуры	49 244	67 206	64 572	61 391	36,5	31,1	24,7
Весь мир (без Китая)							
Продукция аквакультуры	30 783	43 439	44 819	46 515	41,1	45,6	51,1
Весь мир							
Продукция аквакультуры	80 027	110 646	109 391	107 906	38,3	36,7	34,8

Источник: <http://www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf>

По статистике Продовольственной и сельскохозяйственной организации ФАО, вторым самым крупным производителем продукции аквакультуры в мире (15% от общемирового объема) является Индонезия [12]. В России отмечается стабильный рост этого сегмента рынка примерно по 3-7% в год, занимая в общем объеме рыболовства 4%. Однако такой объем продукции составляет лишь четверть от валового производства в странах Евросоюза. С научной точки зрения важно экономически обосновать эффективность и возможность применения в различных сферах деятельности человека инновационных проектов, направленных на культивирование микроводорослей в широких масштабах [13]. В современных условиях, на первых этапах планирования для оценки степени выгоды и достижения желаемых результатов предпринимателю целесообразно произвести расчет емкости рынка. При определении прогнозной величины будущих продаж (потенциала) следует проанализировать данный сегмент на рынке с целью выявления существующих уже компаний и организаций, работающих в таком же направлении, а также определить степень удовлетворенности спроса подобным товаром или услугой в рыночном сегменте. Изучение существующей емкости рынка и анализ тенденций ее изменения позволит спрогнозировать объемы продаж аквакультуры и сформировать стратегическую маркетинговую политику на базе эффективной рекламной кампании по ее продвижению на рынок. Следует отметить, что в экономической литературе различают фактическую (существующую) емкость, доступную и потенциальную (вероятную) емкости. Особый интерес представляет именно потенциальная емкость,

представляющая собой максимальную величину, характеризующую долю в общей системе реализации за счет высокой степени усилий предпринимателя относительно продвижения продукта и высокой потребности клиентов в данном товаре [1]. Исследование емкости рынка предполагает под собой и рассмотрение таких понятий, как инвестиционный и предпринимательский потенциалы [11]. Многие исследователи рассматривают инвестиционный потенциал следующим образом:

– это совокупность возможностей от использования инвестиционных ресурсов и их источников в реализации прямых и портфельных инвестиций для достижения результатов в рамках заданных показателей [6];

– степень насыщенность территории факторами производства, измеряемая сочетанием частных потенциалов - ресурсно-сырьевого, трудового, производственного, инновационного, институционального, инфраструктурного, финансового, потребительского (эксперты);

– совокупность факторов, определяющих уровень рисков, возникающих при осуществлении инвестиционных проектов на данной территории, а также определяющих возможность окупаемости этих проектов и получения прибыли [7].

Уровень предпринимательского потенциала определяется готовностью изобретать, состязаться, рисковать и конкурировать. Другими словами, для расчета потенциала предпринимательской направленности необходимо оценивать уровень новаторства и степень инициативности предпринимателей, уровень риска и ответственности, а также уровень образования и квалификацию кадрового состава предпринимателей. Особое значение при этом приобретает понятие предпринимательской способности [11]. В большинстве случаев, под этим понятием следует понимать способность эффективно использовать факторы производства – капитал, труд, информация, земля [1]. В нашем случае, под предпринимательской способностью будем рассматривать способность создавать и внедрять инновации, а также принимать обоснованные решения по управлению бизнес-процессами в производственной деятельности. Какие же чаще всего используются методы расчета емкости потенциального рынка?

1) Метод «снизу-вверх» показатель емкости рассчитывается по совокупности всех прогнозируемых приобретений продукции целевыми клиентами за установленный временной период (год) на основе следующих формул:

А. Емкость рынка в количественном выражении (S , тыс. штук) = количеству потенциальных клиентов (в тыс. человек), умноженному на нормированный показатель потребления продукта за этот отрезок времени S (в штуках).

В. Емкость рынка в денежном выражении (S , тыс. руб.) = произведению количества потенциальных клиентов (в тыс. человек), нормированного показателя потребления продукта за установленный отрезок времени S (в штуках) и средней цены одной единицы товара на рынке (в руб.).

С. Емкость рынка в объемном выражении (S , тыс. л) = произведению количества потенциальных клиентов (в тыс. человек), нормированного показателя потребления продукта за установленный отрезок времени S (в штуках) и среднего размера одной упаковки продукции (в единицах объема – литр).

2) Метод от реальных продаж – отслеживание продаж отдельных категорий товаров по реальным чекам покупателей, которые представляют фактическое потребление аудитории.

Существует несколько способов расчета емкости рынка.

А) Расчет емкости рынка, основанный на расчете затрат потребителей, с помощью формулы (1)

$$E = N \times K \times F \times P, \quad (1)$$

где: N – число потенциальных покупателей в данной отрасли;

K – процент потребителей, которые готовы купить анализируемую продукцию;

F – объем покупок в данной отрасли за анализируемый временной период;

P – средняя цена продукта.

В некоторых случаях применяется следующая формула (2):

$$E = N \times F \times C, \quad (2)$$

где N – число покупателей;

F – средняя частота потребления за анализируемый временной период;

C – объем разовой покупки.

Б) Расчет предварительной емкости рынка, основанный на нормах (нормативах) потребления определенных товаров.

Емкость рынка = годовые показатели потребления продукции на одного человека * общая численность населения

В) Расчет емкости рынка, основанный на расчете приведения объемов продаж для различных регионов.

В вычислениях применяются сведения о реальных масштабах сбыта товаров в конкретном районе и основные особенности, которые имеют влияние на уровень продаж. При помощи факторов, которые воздействуют на реализацию, вычисляются показатели приведения сбыта продукции одного района к другому (информация о численности населения, средней зарплате, климатических особенностях, ценовой политике).

Г) Метод экспертных оценок.

- Метод средней оценки по индивидуальным выводам экспертов, в котором емкость рынка рассчитывается как среднее арифметическое индивидуальных суждений специалистов касательно потенциального объема и уровня насыщенности рынка.

- Метод пессимистических, оптимистических и наиболее вероятностных мнений экспертов, где емкость определяется как среднее арифметическое между оптимистичным, пессимистичным и наиболее возможным мнением экспертов с учетом их весовых показателей.

- Метод комиссии: группа специалистов озвучивает единогласное решение касательно возможного объема емкости рынка в конкретном временном периоде.

- Метод «Дельфи»: итоговое прогнозное мнение емкости рынка является средним из индивидуальных оценок всех экспертов.

К популярному способу расчета емкости рынка можно отнести макроэко-

номический метод, который позволяет рассчитать емкость по следующей формуле:

$$E = P_{\text{пр}} - \text{Э} + \text{И} - (Z_{\text{к}} - Z_{\text{н}}), \quad (3)$$

где $P_{\text{пр}}$ — общий объем производства продукции;

Э — величина экспорта продукции;

И — импорт продукции;

$Z_{\text{н}}, Z_{\text{к}}$ — остатки продукции на складах производственных и торговых организаций в начале и в конце анализируемого периода.

Воспользуемся статистическим материалом ФАО, представленные в таблице 2 и рассчитаем прогнозную емкость рынка по производству аквакультуры и рыболовства макроэкономическим методом для отдельно взятых стран [8].

Таблица 2 - Исходная информация по производству аквакультуры до 2030 года

Страна	Производство, тыс. тонн.	Экспорт, тыс. тонн	Импорт, тыс. тонн
АЗИЯ	144 666	24 062	17606
Африка	13 556	2304	6111
Европа	17 954	11937	12649
Северная Америка	6470	3201	7359
Латинская Америка и Карибский бассейн	16 035	5171	3597
Океания	1973	1155	775
Весь мир	200 955	48 096	48096
Развитые страны	28 720	16590	24508
Развивающиеся страны	172 235	31506	23588
Наименее развитые страны	14 434	828	1470

Воспользуемся формулой (3) для расчета, при этом следует уточнить, что в связи с отсутствием информации об остатках продукции ($Z_{\text{н}}, Z_{\text{к}}$), примем эти значения, равные 0.

Для Азии: $E = 144666 - 24062 + 17606 = 138210$ (тыс. тонн)

Африки: $E = 13556 - 2304 + 12649 = 17363$ (тыс. тонн)

Европа: $E = 17954 - 11937 + 12649 = 18666$

Северной Америки – 10628 тыс. тонн;

Латинская Америка и Карибский бассейн: $E = 14461$ тыс. тонн.

Океания – 1593 тыс. тонн.

Итого, Весь мир: $E = 200955$ тыс. тонн.

Развитые страны: $E = 36638$ тыс. тонн.

Развивающиеся страны: $E = 164317$ тыс. тонн.

Наименее развитые страны: $E = 15076$ тыс. тонн.

Полученные результаты представим в таблице 3.

Провести оценку предпринимательского потенциала по внедрению и реа-

лизации проекта, связанного с производством препаратов из микроводорослей, можно с использованием, например, графоаналитического метода. Графоаналитический метод («Квадрат потенциала») диагностики предпринимательского потенциала производственного предприятия позволяет систематизировать и устанавливать количественные и качественные связи между отдельными элементами потенциала, уровень его развития и конкурентоспособности и на основании этого обосновать и своевременно реализовать управленческие решения. Данный метод применяется с использованием сравнительной комплексной рейтинговой оценки с помощью системы показателей производственной деятельности с различными функциональными блоками.

Таблица 3 - Потенциальная емкость рынка по производству аквакультуры и рыболовства на 2030 год

Государство	Потенциальная емкость, тыс. тонн.	Доля рынка, %
АЗИЯ	138210	68
Африка	17363	9
Европа	18666	9,3
Северная Америка	10628	5,3
Латинская Америка и Карибский бассейн	14461	7,2
Океания	1593	0,8
Весь мир	200955	100
Развитые страны	36638	
Развивающиеся страны	164317	
Наименее развитые страны	15076	

Блок 1. Производственная деятельность, распределение и сбыт продукции (критерии оценки показателей: выручка от реализации, валовая прибыль, чистая прибыль, прибыль чистая на одну акцию, себестоимость реализованной продукции, материалоемкость, фондоемкость, фондоотдача, загрузка производственных мощностей, экологичность производства, наличие инфраструктуры).

Блок 2. Менеджмент и организационная структура (критерии оценки: систем управления, лидерство, количественный и качественный состав персонала, развитие, планирование, организация, мотивация, контроль, координация, коммуникация, фирменная культура)

Блок 3. Маркетинг (критерии оценки показателей прибыльности коммерческой деятельности хозяйствующего субъекта и его конкурентоспособности, в том числе маркетинговых планов и программ, коммуникационных связей, информации и рекламы, нововведений исследование рынка, товара и каналов сбыта).

Блок 4. Финансы и инвестиции (критерии оценки и анализа показателей финансового состояния: рентабельность, ликвидность, эффективность, деловая активность, рыночная устойчивость и др.)

Для диагностики потенциальных возможностей региона на рисунке 1 представлена упрощенная графическая оценка инвестиционного и предпринимательского потенциалов.

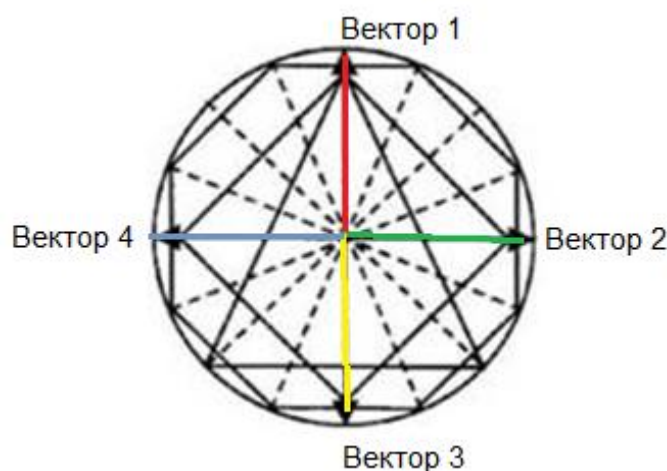


Рисунок 1 - Графоаналитическая модель оценки инвестиционного, предпринимательского потенциала региона [1]

При оценке такого рода потенциала необходимо, в первую очередь, определить ключевые показатели предпринимательской деятельности: например, креативность инновационного продукта, потенциальную прибыль, текущую стоимость предпринимательской идеи, коэффициент потенциальных возможностей и др. Рассмотрим способы расчета таких показателей для оценки предпринимательского потенциала [9].

1.1 Уровень наукоемкости – отношение затрат на НИОКР к среднегодовому объему продаж продукта.

1.2 Показатель потенциальной прибыли:

$$Пп = НЧД (ПФ + Пф * N) / (p + 1) , \quad (4)$$

Где, Пп - потенциальная прибыль;

НЧД - норма чистого дохода;

ПФ - величина производственных фондов;

Пф - фактическая прибыль;

N - норма накопления прибыли;

p - стоимостное строение производства.

1.3 Коэффициент потенциальных возможностей КПВ, который представляет собой отношение показателя потенциальной прибыли к прибыли фактической

1.4 Коэффициент реализации предпринимательского потенциала ($K_{p.п}$) – отношение прибыли фактической к прибыли потенциальной:

1.5 Чистая текущая стоимость (NPV) предпринимательского проекта

1.6 Показатель качества (продукции).

Заключение. Как показывает исследование, расчет важнейшей величины, а именно емкости инвестиционного или предпринимательского потенциала,

необходим в целях планирования, прогнозирования перспективной деятельности любой производственной организации. Наличие данных о такой величине помогают определить маркетинговую стратегию, развивать предпринимательскую деятельность и моделировать поведение в условиях жесткой конкуренции на региональном и мировом рынке. Развитие аквакультуры может стать одним из важнейших направлений развития национальной экономике, если будет обеспечена поддержка на региональном уровне.

Благодарность. Исследование выполнено при поддержке администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 6 от 20 декабря 2021 года «Концептуально-методологические основы формирования экологического экотона на водохозяйственных системах с построением агент-ориентированных моделей биосферного мониторинга и биоремедиации».

Библиографический список

1. Добыкина Е.К. Оценка предпринимательского потенциала: междунар. экономический форум 2014 / Е.К. Добыкина, В.Б. Мишура. – Режим доступа: <http://be5.biz/ekonomika1/r2014/3526.htm> (дата обращения 12.08.2022).

2. Инвестиционный потенциал региона и его составляющие. Инвестиционная стратегия региона. – Режим доступа: https://studref.com/328875/ekonomika/investitsionnyu_potentsial_regiona_sostavlyayuschie (дата обращения 12.08.2022).

3. Мелихов В.В. Развитие прудового предпринимательства на конвергентной природосберегающей платформе / В.В. Мелихов [и др.] // Развитие и современные проблемы аквакультуры: мат. конф. «АКВАКУЛЬТУРА 2021». - Ростов-на-Дону, 2021. - С. 45-49.

4. Пат. на полезную модель 209044 U1 Российская Федерация. Плавсредство для вселения микроводоросли *Chlorella vulgaris* в природные и искусственные водоемы / А.Е. Новиков [и др.]. - опубл. 31.01.2022.

5. Пат. на полезную модель RU 191241 U1 Российская Федерация. Установка для выращивания хлореллы / В.В. Мелихов [и др.]. - опубл. 11.03.2019.

6. Сайт. – Режим доступа: <http://projectimo.ru/upravlenie-investiciyami/investicionnyj-potencial.html> (дата обращения 22.09.2022).

7. Сайт. – Режим доступа: https://studref.com/328875/ekonomika/investitsionnyu_potentsial_regiona_sostavlyayuschie (дата обращения 22.09.2022).

8. Сайт. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf> (дата обращения 22.09.2022).

9. Сайт. – Режим доступа: <http://be5.biz/ekonomika1/r2014/3526.htm> (дата обращения 22.09.2022).

10. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021681533. Моделирование параметров процесса альголизации водоема на основе определения степени адаптации *Chlorella vulgaris* к воде природных и искусственных водоемов / А.Е. Новиков [и др.]. - выд. 23.12.2021.

11. Султанов И.А. Уровни инвестиционных потенциалов / И.А. Султанов. – Режим доступа: <http://projectimo.ru/upravlenie-investiciyami/investicionnyj-potencial.html> (дата обращения 12.08. 2022).
12. ФАО: Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf> (дата обращения 12.08. 2022);
13. Фролова М.В. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов / М.В. Фролова [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. - 2019. - Т. 21. - С. 126 -140.
14. Medvedev A.V. Application of Green Technologies in Irrigation E3S Web of Conferences / A.V. Medvedev, L.N. Medvedeva. - 2021. - 247. 01050.
15. Shchedrin V.N. Meliorative institutional environment: The area of state interests / V.N. Shchedrin. – Espacios, 2018. - V. 39. - P. 28-36.

Bibliographic list

1. Dobykina E.K. Entrepreneurial potential assessment. International. Economic Forum 2014 / E.K. Dobykina, V.B. Mishura. - Mode of access: <http://be5.biz/ekonomika1/r2014/3526.htm> (accessed 12.08.2022).
2. Investment potential of the region and its components. Investment strategy of the region. – Mode of access: https://studref.com/328875/ekonomika/investitsionnyy_potentsial_regiona_sostavlyayuschie (accessed 12.08.2022).
3. Melikhov V.V. Development of pond business on a convergent environmental platform / V.V. Melikhov [et al.] // Development and modern problems of aquaculture: mater. Conference "AQUACULTURE 2021". - Rostov-on-Don, 2021. - P. 45-49.
4. Pat. on the utility model 209044 U1 Russian Federation. Watercraft for the introduction of *Chlorella Vulgaris* microalgae into natural and artificial reservoirs / A.E. Novikov [et al.]. - publ. 31.01.2022.
5. Pat. on the utility model RU 191241 U1 Russian Federation. Plant for growing chlorella / V.V. Melikhov [et al.]. - publ. 11.03.2019.
6. Website. - Mode of access: <http://projectimo.ru/upravlenie-investiciyami/investicionnyj-potencial.html> (accessed 22.09.2022).
7. Website. - Mode of access: https://studref.com/328875/ekonomika/investitsionnyy_potentsial_regiona_sostavlyayuschie (accessed 22.09.2022).
8. Website. - Mode of access: <http://www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf> (accessed 22.09.2022).
9. Website. - Mode of access: <http://be5.biz/ekonomika1/r2014/3526.htm> (accessed 22.09.2022).
10. Certificate of registration of the computer program 2021681533. Modeling of the parameters of the algolization process of a reservoir based on determining the degree of adaptation of *Chlorella Vulgaris* to the water of natural and artificial reservoirs / A.E. Novikov [et al.]. - ext. 23.12.2021.

11. Sultanov I.A. Levels of investment potentials / I.A. Sultanov. - Mode of access: [http:// projectimo.ru](http://projectimo.ru) (accessed 12.08.2022).
12. FAO: The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Achieving the Sustainable Development Goals. – Mode of access: [http:// www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf](http://www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf) (accessed 12.08.2022).
13. Frolova M.V. Implementation of nature-saving technologies is an ecological imperative in the development of regions / M.V. Frolova [et al.] // Bulletin of the Volgograd State University. Economy. - 2019. - V. 21. - P. 126 -140.
14. Medvedev A.V. Application of Green Technologies in Irrigation E3S Web of Conferences / A.V. Medvedev, L.N. Medvedeva. - 2021. - 247. 01050.
15. Shchedrin V.N. Meliorative institutional environment: The area of state interests / V.N. Shchedrin. – Espacios, 2018. - V. 39. - P. 28-36.

**ПРИРОДНЫЕ И МЕЛИОРАТИВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ
ФОРМИРОВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ**

**NATURAL AND RECLAIM CONCEPTS OF FORMATION
OF AGRICULTURAL LANDSCAPES**

Ю.И. Сизов^{1,2}, доктор экономических наук

Л.Н. Медведева^{1,3}, доктор экономических наук

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия*

²*Вольное экономическое общество Российской Федерации, г. Москва, Россия*

³*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский, Россия*

Y.I. Sizov^{1,2}, Doctor of Economics Sciences

L.N. Medvedeva^{1,3}, Doctor of Economics Science

¹*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

²*VEO of Russia, Moscow, Russia*

³*Volzhskiy Polytechnic Institute (branch) Volgograd state technical University, Volzhskiy, Russia*

Аннотация: В статье представлены одни из основных концепций формирования природных и аграрных ландшафтов. Сельское хозяйство – является платформой для многих отраслей национальной экономики. Человечество постоянно вовлекает в арсенал хозяйственной деятельности новые природные объекты, в том числе и ландшафты. Отмечается, что с одной стороны, идет непрерывное увеличение сельскохозяйственных угодий, а с другой, все больше появляется «бросовых земель», подвергнувшихся засолению, заболачиванию и не используемых человеком. С течением времени природные ландшафты все больше замещаются антропогенными, нарушая «привычный ход вещей» в природе. Современная наука должна найти ответы на вопросы: насколько возможны преобразования природных ландшафтов, как долго может просуществовать экологическое равновесие, какие биотехнологии позволят восстановить разрушенные природные ландшафты. В последнее время ученые все больше обращаются к исследованиям Докучаево-Берговского периода, ищут механизмы, способствующие бережным преобразованиям на природных ландшафтах. Научные подходы современных авторов в обосновании развития агроландшафтов исходят из того, что агроландшафт – территориальная единица, с определенным пищевым, водным и тепловым режимами, находящаяся в землепользовании человека. Цель работы – рассмотреть основные концепции, определяющие изменения природных ландшафтов и формирующие устойчивые агроландшафты.

Ключевые слова: концепция, законы природы, аграрные ландшафты, фа-

кторы, типология, сельское хозяйство, моделирование.

Abstract: The article presents some of the main concepts of the formation of natural and agricultural landscapes. Agriculture is a platform for many sectors of the national economy. Mankind constantly involves new natural objects, including landscapes, in the arsenal of economic activity. It is noted that on the one hand, there is a continuous increase in agricultural land, and on the other hand, there are more and more "waste lands" that have undergone salinization, swamping and are not used by mankind. Over time, natural landscapes are increasingly being replaced by anthropogenic ones, while violating the "usual course of things" in nature. Science must find answers to the questions: how possible are the transformations of natural landscapes, how long can the ecological balance last. Recently, scientists are increasingly turning to studies of the Dokuchaev-Berg period, looking for mechanisms that ensure transformations in agricultural landscapes. The scientific approaches of modern authors in substantiating the development of agrolandscapes proceed from the fact that an agrolandscape is a territorial unit with certain food, water and thermal regimes, located in human land use. The purpose of the work is to consider the main concepts that determine changes in natural landscapes and the emergence of agricultural landscapes.

Key words: concept, laws, natural and agricultural landscapes, factors, typology, agriculture, modeling.

Введение. Вопросы влияния человеческой (сельскохозяйственной) деятельности на природу (ландшафты) исследуются науками о Земле. Сформировалась достаточно большая плеяда ученых, высказывающие свои взгляды (концепции) на процессы, протекающие при взаимодействии природных и антропогенных ландшафтов (рисунок 1)[1,3].



Рисунок 1 - Российские ученые основоположники агро, -мелиоландшафтоведения

(А - Докучаев Василий Васильевич, Б - Берг Лев Семенович, В - Будыко Михаил Иванович, Г - Мильков Федор Николаевич, Д - Кружилин Иван Пантелеевич)

В работах А. Гумбольта, В.В. Докучаева, А.И. Воейкова изложены основные положения о взаимосвязи природных экосистем с антропогенными факторами, защиты природных комплексов от интенсивной деятельности человека

[6]. Ввиду значительного возраста аграрных ландшафтов, их связи с традиционными укладами коренных народов, изучение процессов, протекающих в них, проводится учеными с разных научных платформ, что позволяет иметь разные суждения. Аграрные ландшафты отличаются от природных по степени и глубине происходящих изменений. Согласно одной из классификаций (Николаев, 2008) природно-антропогенные ландшафты подразделяются на природно-антропогенные, антропогенно-регулируемые, антропогенно-трансформированные, нерегулируемые и непреднамеренно-трансформированные [13]. В классическом ландшафтоведении долгое время преобладала точка зрения существования «естественной природы» очищенной от антропогенных воздействий и со временем преобразованной в природно-территориальные комплексы. По одному из определений, агроландшафт – это природно-сельскохозяйственная система с нарушенными естественными механизмами саморегуляции, низким порогом экологической надежности. В каждом агроландшафте морфологическая структура исходного природного ландшафта, в той или иной степени сохраняется, служит неким каркасом объединяющим все составляющие. Классическая концепция основательно занимается изучением изменений, возникающих в ландшафтах, вызванные хозяйственной деятельностью человека. Концепция ландшафтно-экологического земледелия рассматривает агроландшафтные системы «как результат новых пространственно-временных отношений» (Каштанов, Швобс, 1994) [1]. По мнению авторов, агроландшафты отличаются от природных своеобразием водного режима, биологического и геохимического круговорота веществ. По мнению авторов, в состав агроландшафтов должны включаться сельские поселения, дороги, хозяйственные объекты, лесополосы и изучаются процессы ведения земледелия и мелиорации. В агроландшафте проявляются закономерности взаимодействия природных и антропогенных структур. Значимость агрогенных исследований для развития сельского хозяйства подчеркивал Берг Л.С.: «Без знания природных ландшафтов поднятие сельского хозяйства немислимо» (1930) [4]. Понятия «агроландшафт», «агрогенный ландшафт» широко используются в научной литературе. О сельскохозяйственных ландшафтах в своей монографии писал Юртаев А.А.: «Агроландшафт – это вид ландшафта, на большей части которого видовая структура естественной растительности заменена сортами сельскохозяйственных растений» (2006) [16]. К сожалению, данное определение отражает изменение лишь одного компонента ландшафта – растительности, игнорируя другие. Агроландшафт в узком смысле можно рассматривать и как территориальную единицу, выделяемую при ландшафтно-сельскохозяйственном картировании конкретных предприятий. В широком смысле – это совокупность агроландшафтов в пределах административно-территориальной единицы, например, Волгоградской области. Спорным с точки зрения дифференциации агроландшафтов является включение в структуру агроландшафта водоемов, леса, транспортной инфраструктуры, селитебных территорий, сельскохозяйственных производств. Отдельные авторы, в определении агроландшафта пошли еще дальше и включили социум (Кочурова Б.И., 2005) [3]. Согласно концепции, выдвинутой Николаевым В.А. (1987), при вовлечении ландшафта в сельскохозяй-

ственное производство можно говорить о новом образовании, состоящем из природной и производственной подсистем [13]. В 1982 году Пославский О.Ю. выделил три степени преобразований в ландшафтах: I – однокомпонентное изменение, II – многокомпонентное, III – общее ландшафтное изменение. Наиболее полная научная концепция функционирования агроландшафтов представлена в работах Милькова Ф.Н. (1978)[12]. Антропогенные ландшафты поделены на восемь классов: сельскохозяйственный, промышленный, дорожный, селитебный, водный, лесной, рекреационный и беллигеративный. В свою очередь сельскохозяйственные ландшафты подразделяются на типы: полевой, садовый, смешанный, садово-полевой, лугово-пастбищный. Классификация сельскохозяйственных ландшафтов проводилась по критериям: по хозяйственной ценности, целенаправленности возникновения, генезису, длительности существования и степени саморегулирования. По глубине воздействия человека на природный ландшафт они подразделяются: фитогенные, гидрогенные, педогенные, литогенные, польдерные неоландшафтные. По степени освоения сельскохозяйственной деятельностью выделяются агроландшафты (лесистость до 25 %), агролесоландшафты (лесистость 25-50 %) и лесохозяйственные ландшафты (лесистость 50-80 %) (рисунок 2).



**Рисунок 2 - Лесостепная зона и сельскохозяйственные поля
Волгоградской области, 2022 год**

В последнее время ученые все чаще возвращаются к Докучаевско-Берговскому пониманию природного и аграрного ландшафта. Авторы статьи считают, что агроландшафт – территориальная производственная единица, с определенным пищевым, водным и тепловым режимами. На рисунке 3 представлена схема агроландшафта по одной из концепций, изложенных в статье.

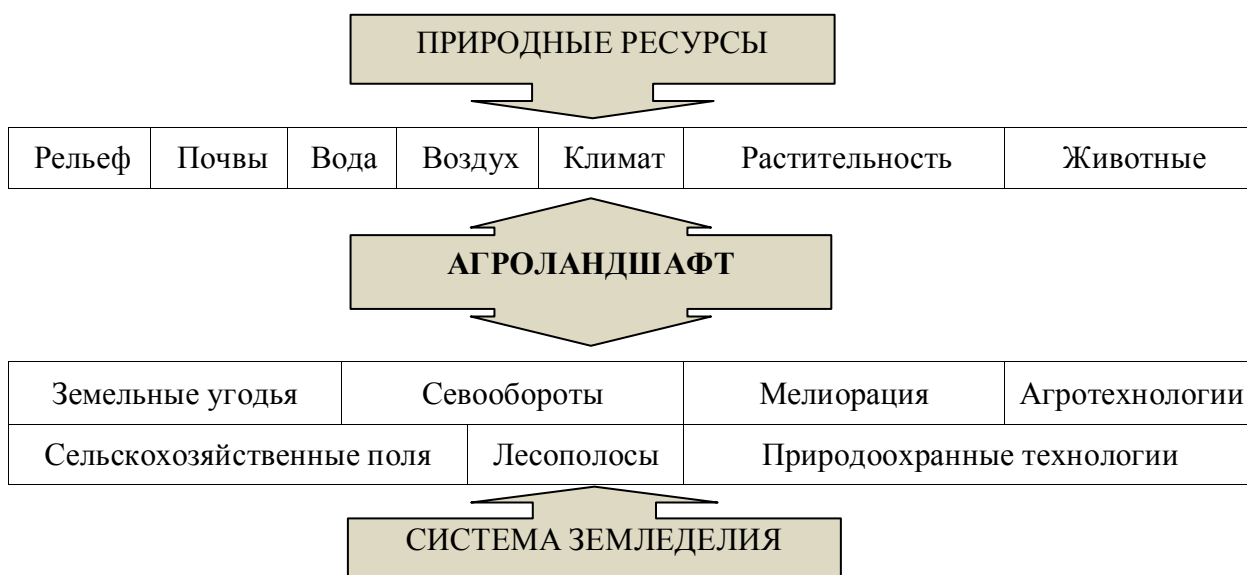


Рисунок 3 - Примерная структура аграрного ландшафта

Материалы и методы. Для изучения концепций природных и аграрных ландшафтов применялся метод контентного анализа российской и зарубежной литературы, интернет-ресурсов. Для достоверности выводов проводилось ландшафтно-индикативное моделирование, сопоставимость статистических данных по территориям и временным периодам. Совместимость сельскохозяйственных культур с функциональными ландшафтами изучалось с помощью методов всестороннего анализа и возможных допущений. Оценка развития агроландшафтов Волгоградской области давалась с помощью комбинированной методики SWOT-анализа и компьютерной программы FCMapper в интерактивном автоматизированном режиме (таблица 1).

Таблица 1 - Результаты оценки развития сельского хозяйства Волгоградской области, 2021 год

Показатель	Наименование - сильные стороны
1	2
1.	Достаточное количество земельных ресурсов для обеспечения Продовольственной безопасности страны
2.	Природно-климатические условия относительно благоприятные для ведения сельского хозяйства
3	Исторически сложившиеся агроландшафты
4.	Развитая инфраструктура (дороги, газопроводы, электроснабжение, оросительная система).
5.	Развитое растениеводство, овощеводство, садоводство. Высокая культура аграрного производства
N....	
$W = 0,96; \chi^2_{расч} = 42,8 > \chi^2_{табл} (\alpha = 0,05; df = 9) = 16,92$	
1	2
Показатель	Наименование – слабые стороны

1.	Выбытие части сельскохозяйственных земель из хозяйственного оборота (наличие низко плодородных земель, засоленных почв)
2.	Значительный износ основных производственных фондов; низкий уровень обслуживания сельскохозяйственной техники
3.	Сохраняющаяся зависимость от импортной техники (особенно в мелиорации)
4.	Недостаточно развитая технологическая инфраструктура АПК (хранилища, относительно низкий уровень автоматизации).
5.	Недостаточно развита специализированная инфраструктура (центры семеноводства, ветеринария, агрохимия).
N....	
$W = 0,59; \chi^2_{расч} = 21,98 > \chi^2_{табл} (\alpha = 0.05; df = 9) = 16,92$	
Показатель	Наименование -возможности
1.	Повышение жизненного уровня населения, уменьшение оттока молодежи в город
2.	Природно-климатические условия благоприятные для ведения эффективно-го аграрного производства
3.	Наличие неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения, водоемов для рыболовства
4.	Развитие программы импортозамещения, создание совместных предприятий
5.	Развитие вертикально интегрированных производств, производств экологически-чистой продукции
N....	
$W = 0,63; \chi^2_{расч} = 31,2 > \chi^2_{табл} (\alpha = 0.05; df = 9) = 16,92$	
Показатель	Наименование - угрозы
1.	Климатические катаклизмы (изменение климата, аномальные природные явления: засуха и заморозки, эпидемии животных и заболевания растений)
2.	Недостаточное финансирование мелиоративного комплекса, низкое внедрение инноваций, низкое плодородие почв
3.	Слабое развитие кормовой базы для животноводства
4.	Проблемы геополитического характера (санкции в отношении России).
5.	Недостаточный уровень инвестиций в основные фонды, недофинансирование отраслевых подпрограмм
N....	
$W = 0,61; \chi^2_{расч} = 29,64 > \chi^2_{табл} (\alpha = 0.05; df = 9) = 16,92$	

Экспертами учеными ФГБНУ ВНИИОЗ были проранжированы SWOT-факторы по степени важности от 1 до 10. По итогам исследования коэффициент весомости высказываний K_v у всех десяти экспертов оказался достаточно высоким ($K_v > 0,83$), что подтверждает высокий уровень аргументации. Для оценки согласованности мнений экспертов применялся коэффициент конкордации W . Проверка гипотезы о согласованности мнений экспертов осуществлялось с помощью критерия Пирсона Хи-квадрат и имело результат – 95%. При этом расчетное Хи-квадрат сравнивалось с табличным значением, которое определялось: уровень значимости $\alpha = 0,05$; число степени свободы $df = 9$ по статистическим таблицам. Значения коэффициента конкордации по всем четырем квадрантам матрицы превысили 0,5, что свидетельствует о согласованности мнений

экспертов по вопросу ранжирования факторов на 95%. Высокий показатель SWOT- фактор по возможности указывает на потенциал Волгоградской области в развитии агроландшафтов.

Результаты и обсуждение. В конце XX века на смену мировоззренческих взглядов, что природа источник неисчерпаемого богатства, пришло понимание бережливого отношения к ней. Появилась концепция об экосистемах и агроэкосистемах (Одум, 1987) [14]. И агроэкосистема стала пониматься как созданный и обрабатываемый участок природного ландшафта с целью получения прибавочного продукта. Управление агроэкосистемами должно осуществляться через внесение в систему дополнительной энергии, и чем выше энергозатраты, тем более весомым будет результат (таблица 2) [1,3,7].

Таблица 2 - Классификация агроэкосистем по степени управляемости

Тип	Управление	Неблагоприятные последствия
1. Скотоводческий	Минимальное. Пастбищная организация выпаса животных	Уничтожаются естественные биоценозы
2. Непахотное земледелие	Незначительное. Регулярное уничтожение биоценоза	Смена лесных биоценозов на агроценозы
3. Пахотное земледелие	Сильное. Использование средств механизации	Появление разных видов эрозии и преобразований
4. Мелиорированные земли	Сильное. Регулирование водного баланса	Появление последствий: засоление, заболачивание и др.
5. Сады, виноградники	Высокая степень управления	Возможно загрязнение почв

Изменение агроландшафтов обычно рассматривается как моделирование систем земледелия и севооборотов. Вопросам влияния мелиораций на устойчивость агроландшафтов посвящены работы Айдарова И.П., Мелихова В.В., Кирейчевой Л. В. Щедрина В.Н. [2,8,11,18] Академиком РАН Кружилиным И.П. были разработаны ландшафтные требования к орошению земель засушливой зоны Юга России [9]. В ландшафтной экологии широко применяются «ландшафтные метрики» (Викторов, 1986, Oksanen, 2013), которые позволяют дать полную оценку объекту [17]. Обычно моделированию подлежит так называемый «однородный ландшафтный рисунок», т.е. участок ландшафта, построенный однотипно в генетическом и морфологическом отношении и подчиняющийся законам функционирования агроландшафта: закон минимума – Ю. Либиха (урожайность сельскохозяйственных культур лимитируется фактором, находящимся в минимуме), закон оптимума (рисунок 4) [1].

В XIX веке Ю. Либих при изучении процессов питания растений, определял и влияние лимитирующих факторов (1936). Среди природных лимитирующих факторов основными стали считаться: свет, тепло, влага и почва; другие факторы, такие как рельеф, действуют опосредованно через основные факторы.

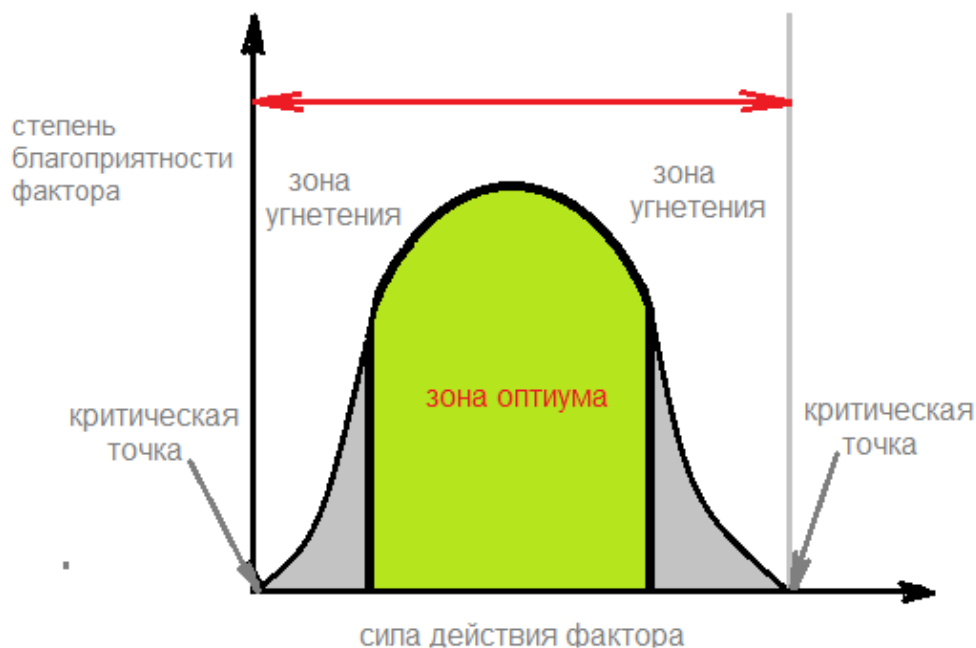


Рисунок 4 - Агроэкологические законы, действующие в агроландшафтах

Важным ресурсом, определяющим развитие сельского хозяйства, является оценка состояния агроландшафта по величине миграции вещества и энергии, влиянию климатических условий, структуре посевных площадей. В качестве интегрального показателя используется «радиационный индекс сухости» (отношение годового радиационного баланса земной поверхности к сумме теплоты, необходимой для испарения годовой суммы осадков) («индекс сухости Будыко» \bar{R})[5]:

$$\bar{R}_O = \frac{R}{LO_c}, \quad (1)$$

Где, R - радиационный баланс поверхности, $\text{кДж}/\text{см}^2$ в год;

L - скрытая теплота парообразования, $\text{кДж}/\text{см}^3$;

O_c - годовая величина осадков за вычетом поверхностного стока, $\text{см}/\text{год}$.

Радиационный индекс сухости используется для дифференциации природных зон и при значении < 1 климат рассматривается как влажный, от 1 до 3 недостаточно влажный, > 3 сухой. В орошаемом земледелии значение имеет оросительная норма (нормы полива растений), которая рассчитывается по формуле:

$$M_t^{\text{ор}} = \frac{R'_t - \bar{R}_{\text{ор}} \times L (M_{Mt} + O_{\text{ст}})}{\bar{R}_{\text{ор}} \times L} \times 100, \quad (2)$$

где $M_t^{\text{ор}}$ - оросительная норма, определенная исходя из сохранения и воспроизводства плодородия почвы, $\text{м}^3/\text{га}$;

R'_t - радиационный баланс деятельной поверхности в условиях антропогенного воздействия (мелиорация земель) в году t , $\text{кДж}/\text{см}^2$ в год;

M_{Mt} - дополнительное количество влаги, полученное за счет применения

агротехнических и агролесотехнических мелиораций, см/га;

$\bar{R}_{от}$ – «индекс сухости» в естественных условиях.

Для Волгоградской области (с учетом коэффициента природной влажности) были разработаны оросительные нормы для многолетних трав от 1140 до 778 мм, зерновых культур (пшеница, ячмень) от 160 до 4890 мм, кукурузы на силос от 420 до 5670 мм, овощей (томат, капуста, лук) от 120 до 5210 мм; картофеля от 430 до 4930 мм [10,11]. Для оценки орошаемых агроландшафтов важен показатель – «индекс почвы», который отражает наличие гумуса и минералов, кислотнo-щелочные показатели:

$$S = \rho(G_{гн} + 0.2G_{фк})/600 + 8.5\sqrt{NPK} + 5.1 \exp \exp [-|(H_{г} - 1)|/\beta], \quad (3)$$

Где, ρ – коэффициент, равный 6,4 га /т;

$G_{гн}$, $G_{фк}$ – запасы соответственно гуматного и фульватного гумуса, т /га;

N, P, K – наличие элементов минерального питания (азота, фосфора, калия) в долях от максимального содержания;

$H_{г}$ – гидролитическая кислотность, мг-экв /100 г, определяется по методике В. Н. Краснощекова, Д. Г. Ольгаренко;

– коэффициент, равный 4 мг-экв /100 г.

Интегральными показателями при комплексной экономической оценке мелиорации сельскохозяйственных угодий выступает растительность с биопродуктивностью, зависящей от гидротермического режима и применяемых видов орошения. Интегральными показателями экономической оценки в мелиорации земель являются: поверхностные и подземные воды с лимитами водопотребления, качество природных вод, направленность водообмена между грунтами, уровень поступления загрязненных веществ. Отрицательное воздействие на состояние основных компонентов агроландшафтов оказывает низкая культура агропроизводства. В целях определения эффективности применяемых агротехнологий используется продуктивность культур, уровень фондоотдачи и фондоемкости. При ухудшении почвенно-мелиоративного состояния орошаемых земель снижается устойчивость агроландшафтов, нарушается состояние экосистемы. Данные особенности функционирования агроландшафтов должны учитываться при формировании государственных программ по развитию мелиорации земель и развитию сельского хозяйства [10,15]. Способствуют сохранению агроландшафтов научно рассчитанные благоприятные оросительные нормы (таблица 3).

Исследование показывает, что для устойчивого развития агроландшафтов, следует предусматривать неорошаемые и орошаемые режимы – «циклический круг» [18]. В неорошаемый период должны возделываться высокопродуктивные засухоустойчивые культуры, поддерживаться влажность почвы: 60–70 % при температуре: +20...+30°C, порозностью аэрации – 20–40 %, содержанием кислорода – 20 % (рисунок 5).

Таблица 3 - Экологические оросительные нормы по природным зонам

Почва	Экологическая благоприятная оросительная норма, мм			
	По Парфеновой	По Киреевской	По Манукян	По увлажнению
Лесостепная зона				
Серая лесная тяжелосуглинистая	60–100	80–120	100–200	0
Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый		110–150		0
Чернозем типичный тяжело и легкосуглинистый		120–170		28
Степная зона				
Чернозем обыкновенный тяжело и легкосуглинистый	130 –270	160-200	200–250	63
Чернозем южный тяжело и легкосуглинистый		400–450		204
Сухостепная зона				
Темно-каштановая, тяжелосуглинистая	400 –590	600–650	300–450	320
Полупустынная зона				
Светло-каштановая Бурая полупустынная	500 –670	700–800	400–600	424



Рисунок 5 - Схема циклического орошения, сочетающего орошаемый и неорошаемый режимы

Заключение. Существующие концепции функционирования природных и аграрных ландшафтов не в полной мере объясняют события, происходящие при производственном воздействии человека на природу. Непрерывное увеличение сельскохозяйственных угодий в мире нарушает баланс протекающих процессов, снижает биоразнообразие, увеличивает выбросы углекислого газа и количество гектаров, выведенных из оборота. Увеличивающиеся по площади

агроландшафты требует постоянного мониторинга, изменения методик оценки их состояния и преобразований.

Библиографический список

1. Агроландшафтоведение / Н.Г. Ковалев [и др.]. - Москва-Тверь, 2004. - 492 с.
2. Айдаров И.П. Пути перехода сельского хозяйства страны к устойчивому развитию / И.П. Айдаров // Природообустройство. - 2014. - №5. - С. 9-12.
3. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте / Д.Л. Арманд. - М.: Мысль, 1975. - 290 с.
4. Берг Л.С. Ландшафтно-географические зоны СССР / Л.С. Берг. - Л.: Сельхозгиз, 1930. - 399 с.
5. Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности / М.И. Будыко. - Л.: Гидрометеиздат, 1956. - 255 с.
6. Герасимов И.П. Учение В.В. Докучаева и современность / И.П. Герасимов. - М.: Мысль, 1986. - 124 с.
7. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии / С.П. Горшков. - М.: Желдориздат, 2001. - 570 с.
8. Кирейчева Л.В. Теоретические подходы к обоснованию систем комплексных мелиораций / Л.В. Кирейчева, В.М Яшин // Мелиорация и водное хозяйство. - 2019. - №5. - С. 30 -35.
9. Кружилин И.П. Адаптация систем орошаемого земледелия к ландшафтам мелиорированных почв / И.П. Кружилин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2009. - №1. - С. 18-20.
10. Медведева Л.Н. Стратегическая платформа преобразований в агропромышленном комплексе в условиях меняющейся внешней среды / Л.Н. Медведева, И.В Гурина // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. – Курган, 2022. - С. 141-144.
11. Мелихов В.В. Мелиорация земель: стратегия на перспективу / В.В. Мелихов // Орошаемое земледелие. - 2019. - №3. - С. 6-7.
12. Мильков Ф.Н. Сельскохозяйственные ландшафты, их специализация и классификация / Ф.Н. Мильков // Вопросы географии. - 1984. - Сб. 124. - С. 24-34.
13. Николаев В.А. Геоэкологические основания учения об антропогенных ландшафтах / В.А. Николаев // География, общество, окружающая среда. - М., 2004. - С. 240-248.
14. Одум Ю.П. Свойства агроэкосистем / Ю.П. Одум // Сельскохозяйственные экосистемы. - М.: ВО Агропромиздат, 1987. - С. 12-18.
15. Сизов Ю.И. Экономико-математическая модель оценки государственных программ развития мелиорации в субъектах Южного федерального округа / Ю.И. Сизов [и др.] // Научные труды ВЭО России. - 2020. - Т. 223. - С. 478-487.

16. Юртаев А.А. Агрolandшафты Нижегородского Присурья: теория и практика исследований / А.А. Юртаев. - Н. Новгород, 2007. - 99 с.

17. Oksanen T. Shape-describing indices for agricultural field plots and their relationship to operational efficiency / T. Oksanen // Computers and Electronics in Agriculture. - 2013. - V. 98. - P. 252-259.

18. Shchedrin V.N. Meliorative institutional environment: The area of state interests / V.N. Shchedrin [et al.]. – Espacios, 2018. - V. 39. - P. 28-36.

Bibliographic list

1. Agrolandscape science / N.G. Kovalev [et al.]. -Moscow-Tver, 2004. - 492 p.

2. Aidarov I.P. Ways of transition of the country's agriculture to sustainable development / I.P. Aidarov // Environment. - 2014. - No.5. - P. 9-12.

3. Armand D.L. Landscape science / D.L. Armand. - M.: Thought, 1975. - 290 p.

4. Berg L.S. Landscape and geographical zones of the USSR / L.S. Berg. - Leningrad: Selkhozgiz, 1930. - 399 p.

5. Budyko M.I. Thermal balance of the earth's surface / M.I. Budyko. - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1956. – 255 p.

6. Gerasimov I.P. The teachings of V.V. Dokuchaev and the present / I.P. Gerasimov. - M.: Thought, 1986. - 124 p.

7. Gorshkov S.P. Conceptual foundations of geocology / S.P. Gorshkov. - M.: Zheldorizdat, 2001. - 570 p.

8. Kireycheva L.V. Theoretical approaches to substantiation of systems of complex melioration / L.V. Kireycheva, V.M. Yashin // Melioration and water management. - 2019. - No.5. - P. 30-35.

9. Kruzhilin I.P. Adaptation of irrigated farming systems to landscapes of reclaimed soils4 / I.P. Kruzhilin // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - 2009. - No.1. - P. 18-20.

10. Medvedeva L.N. Strategic platform for transformations in the agro-industrial complex in a changing environment / L.N., Medvedeva, I.V. Gurina // Innovations and modern technologies in the production and processing of agricultural products. – Mound, 2022. - P. 141-144.

11. Melikhov V.V. Land reclamation: strategy for the future / V.V. Melikhov // Irrigated agriculture. - 2019. - No.3. - P. 6-7.

12. Milkov F.N. Agricultural landscapes, their specialization and classification / F.N. Milkov // Questions of Geography. - 1984. - Sat. 124. - P. 24-34.

13. Nikolaev V.A. Geocological foundations of the doctrine of anthropogenic landscapes / V.A. Nikolaev // Geography, Society, Environment. - M., 2004. - P. 240-248.

14. Odum Yu.P. Properties of agroecosystems / Yu.P. Odum // Agricultural ecosystems. - M.: VO Agropromizdat, 1987. - P. 12-18.

15. Sizov Yu.I. Economic-mathematical model for evaluating state programs for the development of land reclamation in the subjects of the Southern Federal Dis-

trict / Yu.I. Sizov // Scientific works of VEO of Russia. - 2020. - V. 223. - P. 478-487.

16. Yurtaev A.A. Agrolandscapes of the Nizhny Novgorod Prisure: theory and practice of research / A.A. Yurtaev. - N. Novgorod, 2007. - 99 p.

17. Oksanen T. Shape-describing indices for agricultural field plots and their relationship to operational efficiency / T. Oksanen // Computers and Electronics in Agriculture. - 2013. - V. 98. - P. 252-259.

18. Shchedrin V.N. Meliorative institutional environment: The area of state interests / V.N. Shchedrin [et al.]. – Espacios, 2018. - V. 39. - P. 28-36.

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО КОНТИНУУМА МАЛЫХ
ГОРОДОВ И СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

**ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING
OF THE SPACE-TIME CONTINUUM OF SMALL
CITIES AND RURAL TERRITORIES**

А.Ф. Федоров¹

Л.Н. Медведева^{2,3}, доктор экономических наук

А.С. Плотников^{2,4}, кандидат экономических наук

¹ *Администрация городского поселения Котельниково, г. Котельниково, Россия*

² *Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград, Россия*

³ *Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ, г. Волжский, Россия*

⁴ *Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия*

A.L. Fedorov¹

L.N. Medvedeva^{2,3}, Doctor of Economics Sciences

A.S. Plotnikov^{2,4}, Candidate of Economic Sciences

¹ *Administration Urban Settlement Kotelnikovo, Kotelnikovo, Russia*

² *All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia*

³ *Volzhskiy Polytechnic Institute (branch) Volgograd state technical University, Volzhskiy, Russia*

⁴ *Volgograd state technical University Volgograd, Volgograd, Russia*

Аннотация: Многие положения современных научных дисциплин основаны на общей теории систем, управляющих функционированием системных объектов: городов. Мировой тренд – концентрация населения в крупных городах и агломерациях, в обозримом будущем может привести к дисбалансу пространственного развития, станет одной из серьезных проблем человечества, что подтвердила пандемия COVID-19. В последние годы, в контексте разработки Стратегии развития Российской Федерации, обострилась дискуссия о будущем малых городов. Статистика показывает, что в России 154 города с населением от 50 тыс. до 100 тыс., 788 городов с населением до 50 тыс. чел., лишь 2,5 % малых городов демонстрируют значительный рост, 9,1% относительное благополучие, многие города находятся в стадии стагнации. До настоящего времени на федеральном уровне нет понимания, как будут формироваться очаги новой экономики в малых городах, какие механизмы федерального и регионального уровня будут инициировать точки роста, какие преференции и гранты должны составлять основу их экономики. *Целью работы* стал поиск решений по опре-

делению роли малых городов в пространственном каркасе страны. На основе научного анализа были выделены факторы, которые в наибольшей мере влияют на состояние экономики малых городов Волгоградской области, обеспечивают их поступательное или регрессивное развитие. Показано, что для оптимизации финансово-инвестиционных и логистических потоков целесообразно использовать экономико-математическое моделирование, а когнитивный подход позволяет существенно сократить объем численных расчетов. Для малых городов, как локальных центров сельских или прилегающих к агломерациям территориям, оценка пространственно-временного континуума является весьма востребованной. В работе показана деятельность Администрации Котельниковского городского поселения Волгоградской области по развитию территории, укреплению доходной части бюджета, формированию благоприятной среды проживания. Практическая значимость исследования позволяет поднять тему малых городов на региональном и федеральном уровне, обеспечить распространение положительного опыта малых городов Волгоградской области по использованию пространственно-временного континуума для развития инфраструктуры, проектирования точек роста, креативных зон отдыха. Делается вывод о том, что малые города могут быть экономически и социально эффективными поселениями, достаточно конкурентоспособными единицами пространственного каркаса страны при государственной поддержке и увеличения финансовых потоков в бюджет. Предложено относить к малым городам городские поселения с численностью до 100 тыс. человек.

Ключевые слова: пространственно-временной континуум, малые города, государственная политика, инвестиции, агропромышленный потенциал, экономико-математическое моделирование, когнитивный подход.

Abstract: Many provisions of modern scientific disciplines are based on the general theory of systems that control the functioning of system objects: cities. The global trend - the concentration of the population in large cities and agglomerations, in the foreseeable future can lead to an imbalance in spatial development, will become one of the serious problems of mankind, which was confirmed by the COVID-19 pandemic. In recent years, in the context of the development of the Development Strategy of the Russian Federation, the discussion about the future of small towns has intensified. Statistics show that in Russia there are 154 cities with a population of 50 thousand to 100 thousand, 788 cities with a population of up to 50 thousand people. Only 2.5% of small towns demonstrate significant growth, 9.1% relative well-being, many cities are in the stage of stagnation. Until now, at the federal level, there is no understanding of how the centers of the new economy will be formed in small towns, what mechanisms at the federal and regional levels will initiate points of growth, what preferences and grants should form the basis of the economy. The aim of the work was to find solutions to determine the role of small towns in the spatial framework of the country. On the basis of scientific analysis, factors were identified that have the greatest impact on the state of the economy of small towns in the Volgograd region, ensure their progressive or regressive development. It is shown that to optimize financial, investment and logistics flows, it

is advisable to use economic and mathematical modeling, and the cognitive approach can significantly reduce the amount of numerical calculations. For small towns, as local centers of rural areas or territories adjacent to agglomerations, the assessment of the space-time continuum is in great demand. The work shows the activities of the Administration of the Kotelnikovsky urban settlement of the Volgograd region in developing the territory, strengthening the revenue side of the budget, and creating a

favorable living environment. The practical significance of the study makes it possible to raise the topic of small towns at the regional and federal levels, to ensure the dissemination of the positive experience of small towns in the Volgograd region in using the space-time continuum for infrastructure development, designing growth points, and creative recreation areas. It is concluded that small towns can be economically and socially efficient settlements, quite competitive units of the country's spatial framework with state support and an increase in financial flows to the budget. It is proposed to classify urban settlements with up to 100 thousand people as small towns.

Key words: spatio-temporal continuum, small towns, government policy, investments, agro-industrial potential, economic and mathematical modeling, cognitive approach.

Ведение. Многие положения современных научных дисциплин основаны на тектологии (всеобщей организационной науке) А. А. Богданова, который обосновал идею единства строения и развития самых различных природных и социальных систем [1]. Его работы стали основой для развития общей теории систем (Людвигом фон Берталанфи). Его основная идея состояла в признании изоморфизма законов, управляющих функционированием системных объектов, коим относится природа и общество. Учеными были осознаны принципы функционирования любых типов, классов и видов систем, выявлены закономерности их функционирования и развития. Под системой (от лат. *systema*, целое) стали понимать множество элементов, взаимосвязанных между собой, образующих единое целое, обладающее такими свойствами, которыми не обладают отдельные элементы. Структура системы, сочетающая элементы и связи между ними, обеспечивает целостность системы при любых внешних воздействиях. Эти и другие понятия составляют основу категориальной базы теории пространственного развития. Общая теория систем может дать представления о природе размещения поселений и производств, природных факторов. Ключевым документом для России является программа Стратегического пространственного развития на период до 2025 г. [12]. Предыдущий документ, «Генеральная схема расселения», был разработан в 1994 году, до конца не был реализован. В сегодняшней России система расселения включает несколько анклавов (три четверти населения в Центре и на Юге) и очагов (Север). Изменение территориальной структуры населения России идет под воздействием двух процессов: прироста иммиграции и роста субъектов Федерации, связанных с освоением природных ресурсов [4]. Принятая Стратегия пространственного развития дает регионам возможность развивать экономику так, как считают нужным, исходя из интересов

инвесторов и возможности потенциалов. Исторический экскурс показывает, что значительная часть населения России продолжает жить в малых городах, которые были образованы еще в период плановой экономики. ООН в Декларации о городах и других населенных пунктах подтвердила, «что городские и сельские районы экономически, социально и экологически взаимозависимы и что крупные и малые города являются генераторами роста, содействующими развитию как сельских, так и городских поселений» [16]. В Российской Федерации для установления статуса поселения используется демографический показатель (таблица 1).

Таблица 1 - Численность населения Российской Федерации, 2021 год [15]

Наименование	Все население	Городское население	Сельское население
Российская Федерация	146 171 015	109 251 646	36 919 369
Центральный федеральный округ	39250960	32346663	6904297
Северо-Западный федеральный округ	13941959	11848191	2093768
Южный федеральный округ	16482488	10378229	6104259
Северо-Кавказский федеральный округ	9967301	5026905	4940396
Приволжский федеральный округ	29070827	21016816	8054011

В Министерстве регионального развития был установлен критерий малого города – не более 50 тыс. жителей. В настоящее время эти показатели «размылись», большинство экспертов склоняются к повышению границы до 100 тыс. чел [2,4]. Анализ развития малых городов свидетельствует, что в них повсеместно проявляются многочисленные экономические и социальные проблемы: низкий уровень жизни, высокий износ основных фондов, отток молодежи и людей трудоспособного возраста в крупные города. Значимость малых городов можно рассматривать *на национальном уровне*, обсуждая проблемы и перспективы развития; *муниципальном* – определяя эффективность взаимосвязи с сельскими поселениями; *городском*, исследуя эффективность процессов управления. В зарубежных публикациях М. Lazzeroni, А. Piccaluga, L. Servillo, R. Atkinson, А. Hamdouch, J. Banski представлен методологический подход к определению роли малых городов в развитии человечества. Зачастую малый город обозначается термином – «shrinking city» (сжимающийся город), что указывает на его зависимость от агломераций [5,16]. Если принять во внимание, что урбанизация – это вполне закономерный и неотъемлемый этап развития человечества, а отток населения в крупные города, можно квалифицировать, как стремление человека жить в лучших условиях, то можно не заострять внимание на проблемах, которыми живут малые города, не искать пути развития. Однако значимость мер государственной поддержки малых и средних городов неоднократно поднималась в трудах российских ученых-исследователей: Е.М. Бухвальда, Г.Ю. Ветрова, Н.В. Зубаревича, В.В. Ивантера, В.Н. Лексина, Л.Н. Медведевой, Б.С. Хорева и др.[2,4,11] Разработки моделей городов ведутся во многих научных учреждениях и организациях, в том числе: МГУ, ВШЭ, ВЭО, Вол-

гГТУ, Союзе малых городов. В настоящее время активно обсуждается проект закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в единой системе публичной власти», где основной идеей проходит необходимость включения органов местного самоуправления в единую с органами государственной власти систему управления. *Целью исследования* стал поиск решений, направленных на определение роли малых городов и сельских поселений в пространственном развитии страны.

Материалы и методы. Методологическую основу исследования составили научные труды российских и зарубежных ученых в области пространственно-временного системного управления. В ходе исследования применялись методы синтеза, обобщения, экспертных оценок, моделирования. Источниками информации послужили данные Росстата, материалы Минэкономразвития РФ, Администрации Волгоградской области, Администрации городского поселения Котельниково Волгоградской области. Для формирования финансово-инвестиционных потоков применялось экономико-математическое моделирование, при формировании нечеткой когнитивной карты применялся метод импульсного моделирования [6,17]. При математическом моделировании производственные предприятия малого города и агропредприятий близлежащих сельских территорий были разделены на группы, выпуск продукции которых обозначался соответственно:

X_0 – агроматериальная;

X_1 – фондосоздающая;

X_2 – потребительская.

Производственные возможности каждой группы задавались в форме линейно-однородных производственных функций:

$$X_i = F_i(K_i, L_i), \quad (1)$$

где i – индекс группы предприятий, $i = 0, 1, 2$;

X_i – выпуск продукции i -ой группой предприятий;

I_i - инвестиции в i -ю группу предприятий;

L_i - число занятых в i -ой группе предприятий;

K_i - основные производственные фонды (рисунок 1).

С учетом приведенных исчислений была составлена когнитивная модель типичного малого города в форме орграфа, структурная схема которого приведена на рисунке 2.

Построение нечеткой когнитивной карты осуществлялось в программе FCMapper в интерактивном автоматизированном режиме. Экономико-математическое моделирование позволило рассчитать эффективность финансово-инвестиционных и логических потоков для городского поселения Котельниково Волгоградской области. Целесообразность соотношений инвестиций составила: агроматериальная группа – 55 %, фондообразующая – 15 %, потребительская – 30%, что позволит иметь 3,1% экономического роста. Для определения роли малых городов в развитии региона (Волгоградская область) применялось статистическое наблюдение.

На 1 января 2022 года в регионе насчитывается 466 муниципальных обра-

зований, в том числе, 32 муниципальных района, 399 сельских поселений [3, 15].

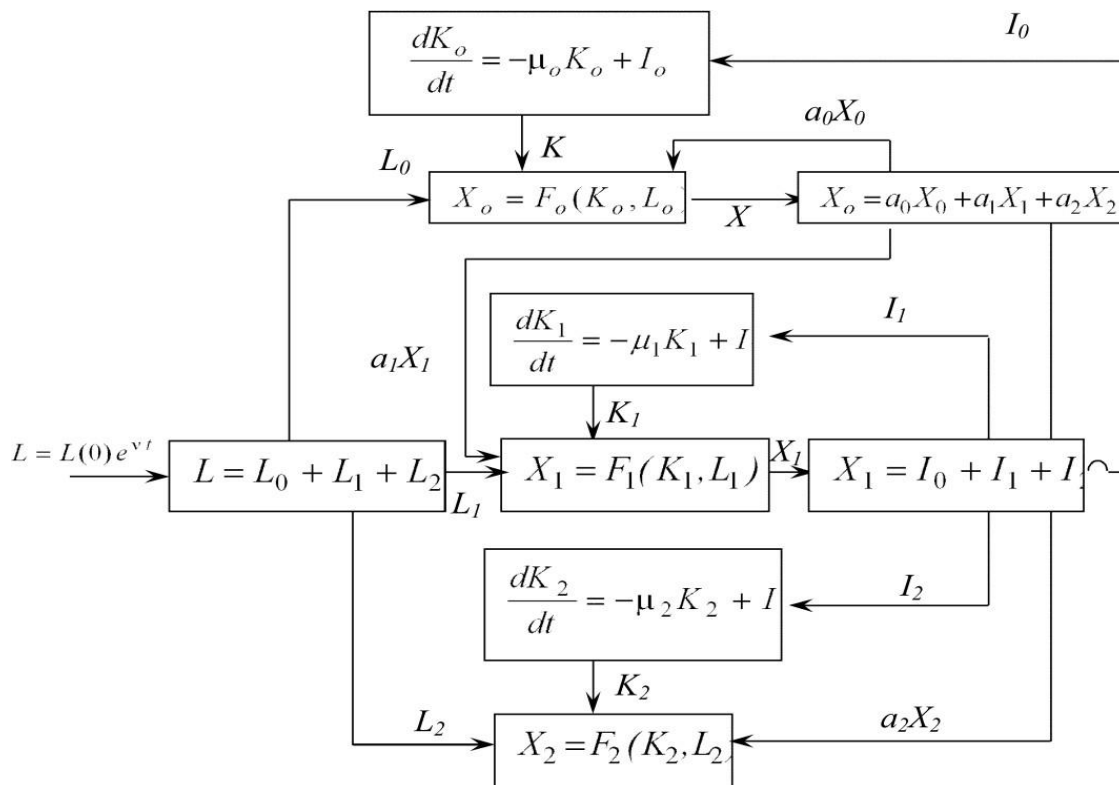


Рисунок 1 - Структурная схема взаимодействия групп предприятий типичного малого города и сельских агропредприятий

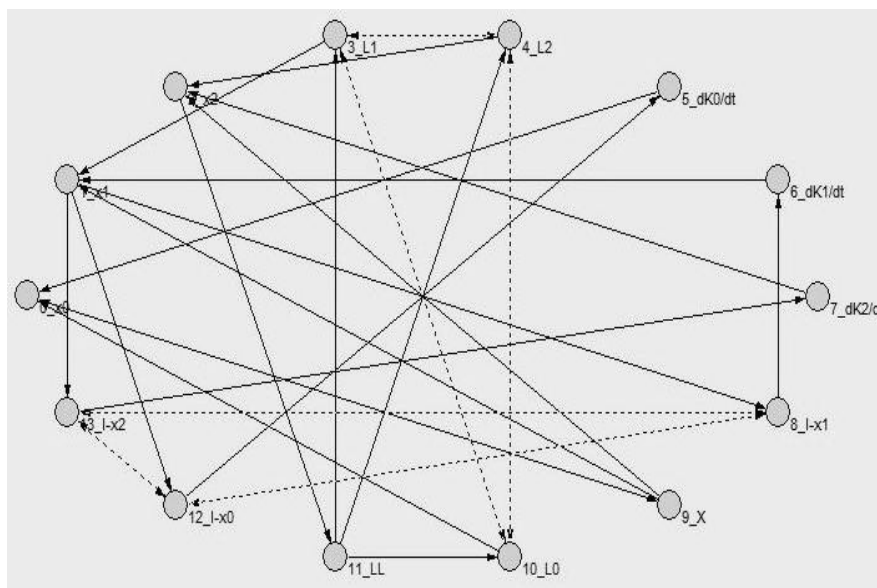


Рисунок 2 - Орграф разработанной когнитивной карты основных потоков типичного малого города с близлежащими сельскими территориями

Численность населения – 2449781 чел., плотность населения – 21,70 чел./км²; численность городского населения – 78,59%. Большая часть малых городов расположена в транспортных узлах: Новоаннинский, Фролово, Петров Вал, Котельниково, Суровикино, другая – в местах интенсивного сельского хозяйства – Новоаннинский, Николаевск, Суровикино, Серафимович, Урюпинск, Жирновск, Котово. Волгоградская область относится к регионам с высоким уровнем урбанизации. Развитие пространственно-временного континуума изучалось на примере Котельниковского городского поселения [8]. В Котельниково проживают более 20 тыс. человек, функционируют 4 муниципальных унитарных предприятия, оказывающих услуги в сфере жилищно-коммунального хозяйства, получающих ежегодное субсидирование из бюджета на приобретение техники, ремонт инфраструктуры, внутригородских дорог, благоустройство территорий. Действует градообразующее предприятие ПАО «ЕвроХим-Волга Калий». Приоритетом в налоговой политике является формирование устойчивой базы налогообложения. Общее количество хозяйствующих субъектов – 1217, из них: 15 % действует в торговой сфере, 10% промышленной, 49% строительной и 26% иное. Аграрный потенциал муниципального Котельниковского района составляет: КРС – 11,5 тыс. голов, сельхозземли – 103,8 тыс. га, производится ежегодно зерна – 274,2 тыс. т., мяса – 5 тыс. т, молока – 23 тыс. т. Совместно с общественными организациями: «Советом ветеранов», «Союзом Женщин», «Боевым братством», Военно-патриотическом клубом «Дон», Молодежным Парламентом, Станичным казачьем обществом «Котельниково», «Союзом комсомольских поколений», «Союзом Чернобыль» реализуются Национальные и региональные проекты: «Жилье и городская среда», «Формирование современной городской среды в Котельниковском городском поселении Котельниковского муниципального района Волгоградской области». В восточной части города развиваются два жилых района: «Дубовая роща» и «Восточный», активно ведется создание «Парка Героев» (рисунок 3,4)[8].



**Рисунок 3 - Жилые районы «Восточный», «Дубовая роща»
Котельниково, Волгоградская область**



Рисунок 4 - Проект «Парка Героев», Котельниково

Главная цель бюджетной политики города – реализация 15 целевых программ и поддержка инвестиционных проектов: строительство тепличного комплекса, строительство кирпичного завода, дилерского автоцентра, гостиничного комплекса, теннисного корта, стадиона. Бюджет малого города бездефицитный, увеличивается из года в год (рисунок 5)[8].

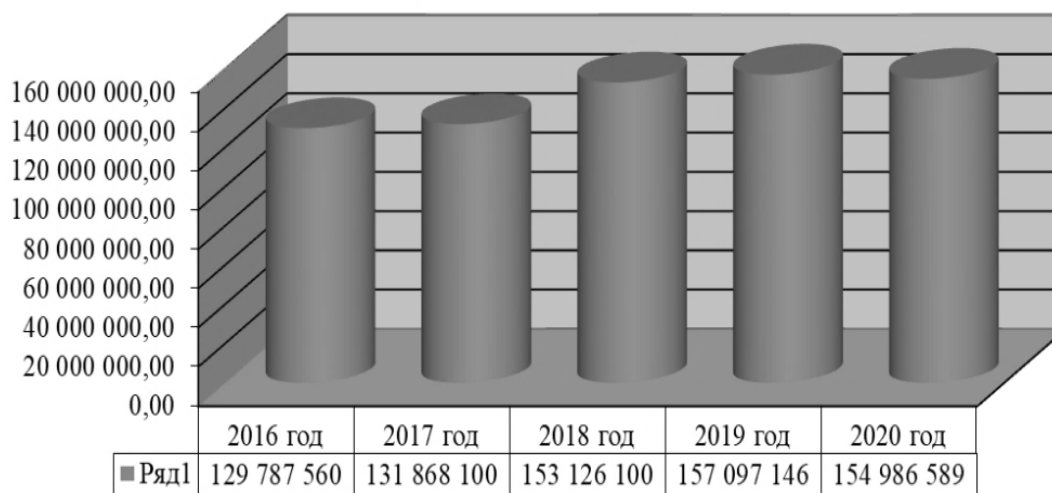


Рисунок 5 - Доходная часть бюджета Котельниковского городского поселения Волгоградской области, по годам

Прирост доходов обеспечивается за счет более полного охвата всех потенциальных налогоплательщиков (рисунок 6).

Анализ показал, что в 2000 году совокупное сальдо внутренних субъектов малого города имело отрицательную динамику товаров и услуг. С 2018 года экономика города находится на подъёме за счет отчислений в бюджет налогов ПАО «ЕвроХим-Волга Калий», который занимается добычей калийных солей и производством минеральных удобрений на вновь построенном горно-

обогащительном комбинате. На рисунке 7 представлена матрица диагностики состояния и стратегий развития малого города Котельниково.

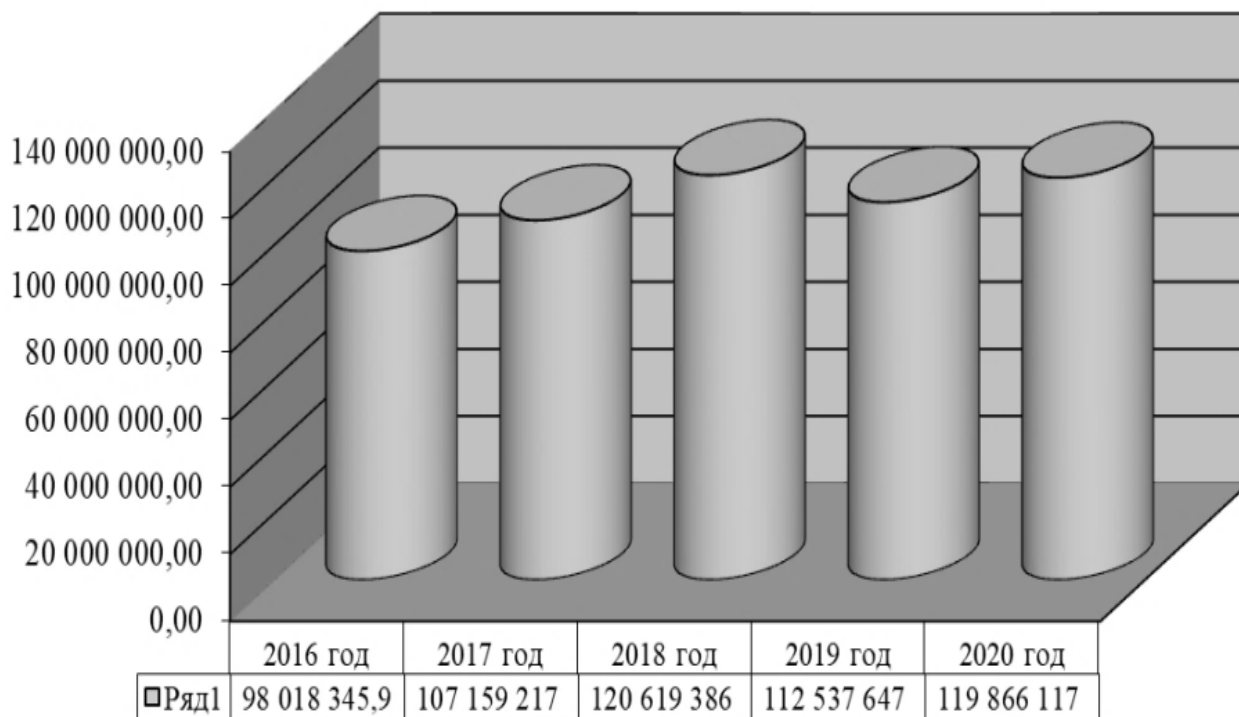


Рисунок 6 - Собственные доходы Котельниковского городского поселения Волгоградской области, по годам

		Динамика сальдо малого города		
		отрицательная	нулевая	положительная
Сальдо малого города	отрицательное	Критическое состояние	Относительно критическое состояние ☆	Тяжелая ситуация
	нулевое	Относительно критическое состояние	Относительно тяжелая ситуация	Стабильное состояние
	положительное	Тяжелая ситуация	Стабильное состояние	Динамически изменяющееся положительное состояние ☆

Рисунок 7 - Матрица оценки состояния малого города Котельниково

Результаты и обсуждение. Все физические явления совершаются в пространстве и во времени, именуемым континуумом. Данный вопрос широко ос-

вещался в работах Р. Пенроуза [9]. Под пространством рассматривается территория, освоенная в результате производственной деятельности человека, а время, как внутреннее состояние человека, измеряется численностью населения. В США на 1 м² приходится \$10, а на 1 жителя – \$ 100 000, в России: на 1 м² – \$1, на одного человека – \$10 000 [5]. Сопоставление валового продукта с численностью населения позволяет определить эффективность производительной силы, а сопоставление с площадью – эффективность имевшегося потенциала. Во взглядах на город и село долго преобладал дискретно-дихотомический подход, который можно отразить словами Э. Ховарда (Великобритания): «город притягивает своими возможностями, но дорог, тесен, грязен и контрастен. У села нет этих пороков, но там мало денег, занятий, общения и развлечений» [5]. Концепция сельско-городского континуума как идея непрерывного перехода от сельской жизни к городской представлена в трудах: П. Сорокина, К. Циммермана, Р. Редфилда. Схема, иллюстрирующая концепцию, показана на рисунке 8 [7,13].

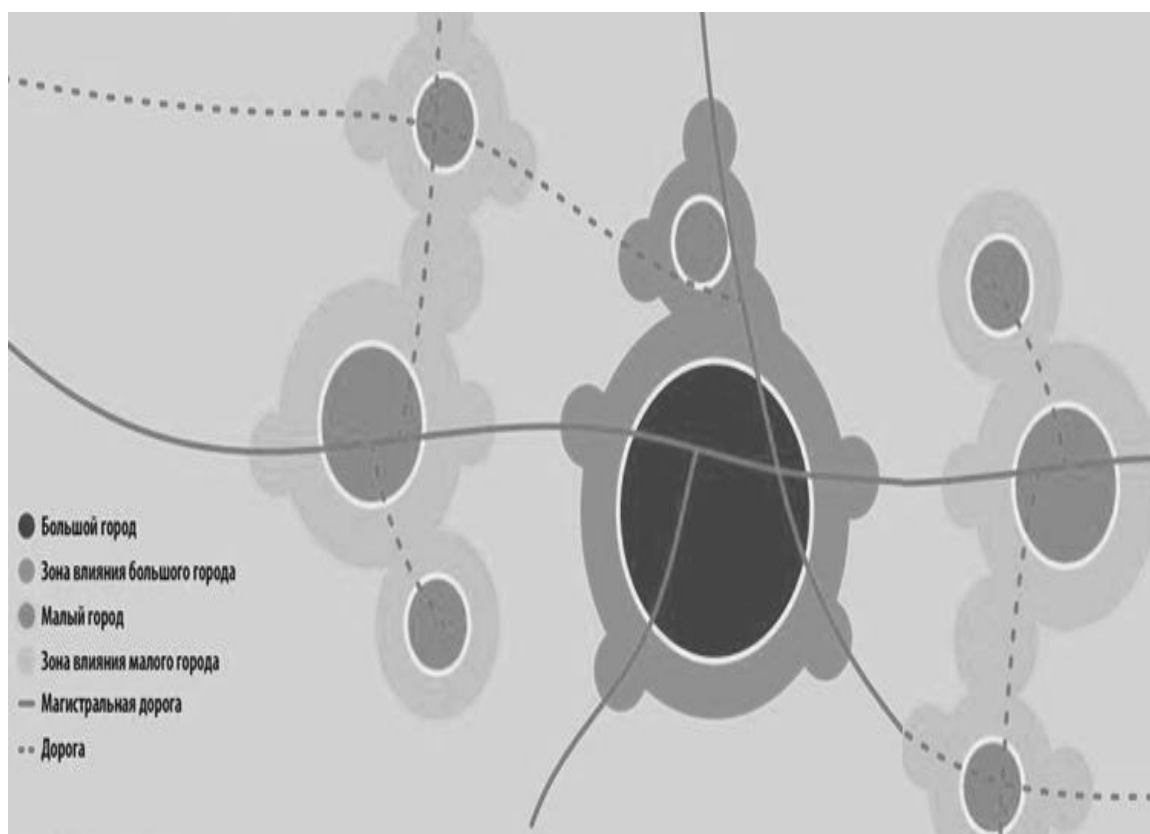


Рисунок 8 - Схема сельско-городского континуума

Основополагающее значение для устойчивости сельско-городского континуума имеет перманентное усиление взаимозависимости сельской и городской экономик. Малый город, как пространственно-временной объект, может быть городом-спутником, центром сельской территории, моногородом; «сжимающимся» городом [11]. Площадь малых городов значительно меньше крупных городов, но при этом, они вынуждены повторять всю

функциональную зональность большого города и дополнять функциями сельских территорий: производственные площадки, жилая и общественно-деловая застройка, инженерная инфраструктура, транспортные коридоры, пашни, лесополосы, водоемы. С развитием у малых городов выделяются новые функциональные зоны – объекты агротуризма и инноваций (рисунок 9)[10].



Рисунок 9 - Типовая ландшафтно-антропогенная схема малого города, расположенного на сельской территории

Базисом развития российских малых городов выступает система местного самоуправления, которая являет собой нижний уровень власти и формы самоорганизации граждан. С 1 января 2009 года в стране действует 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», который сформировал двухуровневую систему муниципального управления с разграниченными экономическими полномочиями между городскими и сельскими поселениями [14]. С законодательной точки зрения, подавляющее большинство малых городов относится к городским поселениям с высоким уровнем дотаций из федерального бюджета. В 1996 году была принята «Федеральная комплексная программа развития малых и средних городов Российской Федерации в условиях экономической реформы» (Постановление Правительства РФ от 28 июня 1996 г. № 762), которая, к сожалению, так и не была реализована. Перспективы развития малых городов Волгоградской области целесообразно увязывать с развитием агропромышленного комплекса, переработкой и хранением сельскохозяйственной продукции. Важным остается наполнение местного бюджета, один из возможных вариантов, рассматриваемых авторами статьи, является перечисление НДС в бюджеты

малых городов. В настоящее время сельхозпроизводители платят 10% исходящего налога на добавленную стоимость в федеральный бюджет. Средства, полученные от уплаты НДС, а по не которым расчетам (автор А.С. Плотников) могут составлять 70% бюджета, должны аккумулироваться на счетах малых городов и реализовываться в инвестиционных проектах [12].

Заключение. Малые города Юга России, в силу исторической привязанности к сельским территориям являют собой весьма «колоритный» объект для исследования. Малые города – это резерв для размещения промышленного, транспортного и жилищного строительства, поскольку здесь более низкие цены на землю, объекты недвижимости, рабочую силу, хорошая экология, наличие уникальных природно-ландшафтных объектов и памятников историко-культурного наследия, а также тесная связь с прилегающими сельскими поселениями. К преимуществам малых городов можно отнести сильные коммуникативные связи: люди знают друг друга, местная власть более тесно связана с населением. Среди проблем малых городов можно выделить следующие: низкий уровень конкурентоспособности (ограниченность экономической структуры, дефицит финансовых ресурсов); высокий уровень миграции активной части населения; низкий уровень среды обитания (устаревший жилой фонд, высокий уровень износа инженерной инфраструктуры). Исследование позволило определить статус малого города, как территориального образования в пространственном каркасе страны с численностью жителей не более 100 тыс. чел., с потенциалом на интеграцию с крупными городами и сельскими поселениями. Экономико-математическое моделирование позволяет сбалансировать внутренние финансово-инвестиционные потоки. В а ргіоі можно констатировать: малые города – это пространственный каркас страны, обеспечивающий ее стабильность, экономическое развитие, сохранение традиций и обычаев.

Библиографический список

1. Богданов А.А. Тектология (всеобщая организационная наука). В 2 кн. / А.А. Богданов. - М.: Экономика, 1989. - Кн. 1. - 304 с.
2. Бухвальд Е.М. Малые города в системе пространственного регулирования российской экономики / Е.М. Бухвальд, О.Н. Валентик // Региональная экономика. Юг России. - 2018. - №1. - С. 169-180.
3. Волгоградская область в цифрах. 2020: краткий стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области. – Волгоград, 2021. – 205 с.
4. Зубаревич Н.В. Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты / Н.В. Зубаревич // Вопросы экономики. - 2019. - №1. - С. 135-145.
5. Леднева О.В. Адаптированная система показателей оценивания устойчивости развития малых и средних городов целям устойчивого развития ООН / О.В. Леднева // Экономика и предпринимательство. - 2019. - №12. - С. 521-526.
6. Медведева Л.Н. Ключевые показатели эффективности инвестиционных потоков в среднем и моногороде на региональном уровне. / Л.Н. Медведева, А.Ф. Рогачев // Бизнес. Образование. Право. - 2016. - №1. - С.

72–77.

7. Новиков А.В. Город как континуум границ. Дискуссия / А.В. Новиков, В.С. Вахштайн // Городские исследования и практики. - 2020. - Т. 5. - С. 81–93.

8. Официальный сайт администрация городского поселения Котельниково. - Режим доступа: <https://akgr.ru/> (дата обращения 26.07.2022).

9. Пенроуз Р. Структура пространства – времени / Р. Пенроуз. - М.: Мир. 1972. - 521 с.

10. Сизов Ю.И. Развитие среднего города на основе концепта: от «умного дома к умному городу» / Ю.И. Сизов, Л.Н. Медведева // Научные труды ВЭО России. - 2019. - Т. 218. - С. 573-580.

11. Смирнов О.О. Потенциал развития секторов экономики малых городов России: современные тенденции / О.О. Смирнов, В.А. Безвербный // Социум и власть. - 2022. - №1. - С. 62 -74.

12. Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document> (дата обращения 17.07.2022).

13. Ускова Т.В. Стратегические приоритеты развития малых и средних городов / Т.В. Ускова, И.А. Секушина // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. - 2021. - Т. 14. - С. 56-70.

14. Федеральный закон от 6 октября 2003 года №131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document> (дата обращения 17.07.2022).

15. Численность населения РФ по муниципальным образованиям / Росстат. - Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения 02.08.2022).

16. Berdegue J.A. Cities, Territories, and Inclusive Growth: Unraveling Urban - Rural Linkages in Chile, Colombia, and Mexico / J.A. Berdegue [et al.] // World Development. - 2015. - V. 73. - P. 56-71.

17. Rogachev A.F. Two-Level Economic and Mathematical Model of Monotown Development on the Basis of Cognitive Maps / A.F. Rogachev // Role of Integration and Clustering in Provision of Sustainable Economic Growth. Ser. "Contributions to Economics". – Springer, 2016. - P. 339-346.

Bibliographic list

1. Bogdanov A.A. Tectology (general organizational science). In 2 books. / A.A. Bogdanov. - М.: Economics, 1989. - Book. 1. - 304 p.

2. Bukhvald E.M. Small towns in the system of spatial regulation of the Russian economy / E.M. Bukhvald, O.N. Valentik // Regional economy. South of Russia. 2018. - No.1. - P. 169-180.

3. Volgograd region in numbers. 2020: short stat. Sat. / Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Volgograd region. – Volgograd, 2021. – 205 p.

4. Zubarevich N.V. Spatial Development Strategy: Priorities and Instruments / N.V. Zubarevich // Questions of Economics. - 2019. - No.1. - P. 135-145.

5. Ledneva O.V. Adapted system of indicators for assessing the sustainability of development of small and medium-sized cities for the purposes of sustainable de-

velopment of the United Nations / O.V. Ledneva // Economics and Entrepreneurship. - 2019. - No.12. - P. 521-526.

6. Medvedeva L.N., Rogachev A.F. Key performance indicators of investment flows in the average and single-industry town at the regional level / L.N. Medvedeva, A.F. Rogachev // Business. Education. Right. - 2016. - No.1. - P. 72-77.

7. Novikov A.V. The city as a continuum of boundaries. Discussion / A.V. Novikov, V.S. Vakhshstein // Urban Research and Practice. - 2020. - V. 5. - P. 81-93.

8. Official site Administration of the urban settlement Kotelnikovo. - Mode of access: <https://akgp.ru/> (accessed 26.07.2022).

9. Penrose R. The structure of space – time / R. Penrose/ - M.: Mir. 1972. - 521 p.

10. Sizov Yu.I., Medvedeva L.N. Development of a medium city based on the concept: from "smart home to smart city" / Yu.I. Sizov, L.N. Medvedeva // Scientific works of the VEO of Russia. - 2019. - V. 218. - P. 573-580.

11. Smirnov O.O., Bezverbny V.A. Potential for the development of sectors of the economy of small towns in Russia: modern trends / O.O. Smirnov, V.A. Bezverbny // Socium and power. - 2022. - No.1. - P. 62-74.

12. Strategies for the spatial development of the Russian Federation for the period up to 2025. [Electronic resource]. - Mode of access: <https://docs.cntd.ru/document/552378463> (accessed 17.07.2022).

13. Uskova T.V., Sekushina I.A. Strategic priorities for the development of small and medium-sized cities / T.V. Uskova, I.A. Sekushina // Economic and social changes: facts, trends, forecast. - 2021. - V. 14. - P. 56-70.

14. Federal Law of October 6, 2003 No.131-FZ "On the General Principles of Organization of Local Self-Government in the Russian Federation". [Electronic resource]. - Mode of access: <https://docs.cntd.ru/document/420388415> (accessed 17.07.2022).

15. Population of the Russian Federation by municipalities / Rosstat. - Mode of access: <http://www.gks.ru> (accessed 02.08.2022).

16. Berdegue J.A. Cities, Territories, and Inclusive Growth: Unraveling Urban - Rural Linkages in Chile, Colombia, and Mexico / J.A. Berdegue [et al.] // World Development. - 2015. - V. 73. - P. 56-71.

17. Rogachev A.F. Two-Level Economic and Mathematical Model of Monotown Development on the Basis of Cognitive Maps / A.F. Rogachev // Role of Integration and Clustering in Provision of Sustainable Economic Growth. Ser. "Contributions to Economics". – Springer, 2016. - P. 339-346.

Научное издание

**ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО
И ДОСТАТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

*Материалы Международной научно-практической
конференции, посвященной 55-летию
Всероссийского научно-исследовательского института
орошаемого земледелия*

В авторской редакции

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
орошаемого земледелия»*

*г. Волгоград,
24-26 августа 2022 г.*