

ISSN 2618-8279

Сельскохозяйственный научно-производственный журнал

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

№ **1** (44)
март 2024



РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ
НАУК – 300 ЛЕТ!
стр. 5



КАЧЕСТВЕННЫЙ СЕМЕННОЙ
КАРТОФЕЛЬ – ТОЛЬКО
НА СОВРЕМЕННОМ
ОРОШЕНИИ!
стр. 80

**№1 (44) март 2024 года
ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ**

сельскохозяйственный научно-производственный журнал
ISSN 2618-8279

Издается с 2013 года. Выходит ежеквартально.

ОСНОВАТЕЛИ:

Всероссийский научно-исследовательский институт
орошаемого земледелия (ВНИИОЗ)
ООО «Регионинвестагро»

Журнал включён в Перечень рецензируемых научных изданий,
рекомендованных для опубликования основных научных резуль-
татов диссертаций на соискание учёной степени кандидата
и доктора наук по научным специальностям и отраслям науки:

- 4.1.1.** Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки);
- 4.1.2.** Селекция, семеноводство и биотехнология
растений (сельскохозяйственные науки);
- 4.1.3.** Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин
растений (сельскохозяйственные науки);
- 4.1.4.** Садоводство, овощеводство, виноградарство
и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки);
- 4.1.5.** Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика
(сельскохозяйственные и технические науки);
- 4.1.6.** Лесоведение, лесоводство, лесные культуры,
агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология
и таксация (сельскохозяйственные науки).

Журнал входит в библиографическую базу
данных научного цитирования (РИНЦ).
Полные тексты статей и информация о журнале
доступны на сайтах <https://elibrary.ru>, <https://vniioz.ru>.
Научным статьям присваивается DOI.
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых
коммуникаций. Свидетельство ПИ No ФС 77-79282
от 02 ноября 2020 г.

Редактор: Черкашина Т.В.

Адрес редакции: 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9

E-mail: oz.vniioz@yandex.ru

Отпечатано на ПК «Офсет» АО «Альянс «Югполиграфиздат»,
400001, г. Волгоград, у. КИМ, 6.

Сайт: <https://agri.ru/>

Заказ №

Подписано в печать

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Подписной индекс в каталоге Почта России ПМ089.

При любом использовании материалов ссылка на журнал
обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность
несёт рекламодатель.

©Орошаемое земледелие, 2024.

©ВНИИОЗ, 2024.

Главный редактор:

Мелихов В. В., чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Балгабаев Н. Н., акад. Академии сельскохозяйственных
наук Республики Казахстан, д-р с.-х. наук
(Республика Казахстан)

Василюк Д. И., канд. с.-х. наук

Дубенок Н. Н., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

Жевора С. В., д-р с.-х. наук

Кружилин И. П., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

Кулик К. Н., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

Лихацевич А. П., чл.-корр. НАН Беларуси, иностранный
член РАН, д-р техн. наук (Республика Беларусь)

Новиков А. Е., чл.-корр. РАН, д-р техн. наук

Новиков А. А., д-р с.-х. наук

Овчинников А. С., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

Семененко С. Я., д-р с.-х. наук, проф.

Тютюма Н. В., чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук

Якушев В. П., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ахмедов А. Д., д-р техн. наук, проф.

Воронов С. И., чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, проф.

Дубенок Н. Н., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

Зеленев А. В., д-р с.-х. наук, доц.

Комаров Е. В., канд. биол. наук

Комарова О. П., канд. с.-х. наук

Кружилин И. П., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

Кулик К. Н., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

Кулик Д. К., д-р с.-х. наук

Лихацевич А. П., чл.-корр. НАН Беларуси, иностранный
член РАН, д-р техн. наук

(Республика Беларусь)

Магомедова Д. С., д-р с.-х. наук, проф. РАН

Новиков А. Е., чл.-корр. РАН, д-р техн. наук

Новиков А. А., д-р с.-х. наук

Овчинников А. С., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

Панфилова О.Н., канд. с.-х. наук

Петров Н. Ю., д-р с.-х. наук, проф.

Плескачев Ю. Н., д-р с.-х. наук, проф.

Подковыров И. Ю., д-р с.-х. наук

Семененко С. Я., д-р с.-х. наук, проф.

Сложенкина М. И., чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, проф.

Тютюма Н. В., чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук

Фомин С. Д., д-р техн. наук

Фролова М.В., д-р биол. наук

Храмова В. Н., д-р биол. наук, проф.

Цепляев А. Н., д-р с.-х. наук, проф.

Щедрин В.Н., акад. РАН, д-р техн. наук, проф.

Юферев В. Г., д-р с.-х. наук

Якушев В.П., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

No. 1 (44) March 2024
IRRIGATED AGRICULTURE*agricultural scientific and production journal*
ISSN 2618-8279

Published since 2013. It is published quarterly.

FOUNDERS:All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
(VNIIOZ)
Regioninvestagro LLC.

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications recommended for publishing the main scientific results of dissertations for the degree of candidate and Doctor of Sciences in scientific specialties and branches of science:

- 4.1.1.** General agriculture and crop production (agricultural sciences);
- 4.1.2.** Breeding, seed production and plant biotechnology (agricultural sciences);
- 4.1.3.** Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences);
- 4.1.4.** Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops (agricultural sciences);
- 4.1.5.** Reclamation, water management and agrophysics (agricultural, technical sciences);
- 4.1.6.** Silviculture, forestry, forest plantation, agroforestry, landscaping, forest pyrology and taxation (agricultural sciences).

The journal is included in the bibliographic database scientific citation data from RSCI.

Full texts of articles and information about the journal available on the websites <https://elibrary.ru>, <https://vniioz.ru>.

Scientific articles are assigned a DOI.

The journal is registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications. Certificate of PI No. FS 77-79282 dated November 02, 2020

Editor: T.V. Cherkashina**Editorial office address:** 400002, Volgograd, st. Timiryazeva, 9.**E-mail:** oz.vniioz@yandex.ru

Printed on the PC "Offset" JSC "Alliance "Yugpoligrafizdat", 400001, Volgograd, u. KIM, 6.

Website: www.aypi.ru.**Order No.****Signed to the press** Circulation of 1000 copies .

The price is free Subscription index in the catalog Russian Post PM089.

For any use of materials, a link to the journal is mandatory. The advertiser is responsible for the content of advertising materials.

©Irrigated agriculture, 2024.

©VNIIOZ, 2024.

Chief editor: V. V. Melikhov, Corresponding Member of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.**EDITORIAL COUNCIL:**

Balgabaev N. N., Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Dr. Sc. Agr. (Republic of Kazakhstan)
Vasilyuk D. I., Cand. Sc. Agr.
Dubenok N. N., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Zhevora S. V., Dr. Sc. Agr.
Kruzhilin I. P., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Kulik K. N., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Likhatsevich A. P., Corresponding Member of the NASB, foreign member of the RAS, Dr. Sc. Techn. (Republic of Belarus)
Novikov A. E., Corresponding Member of the RAS, Dr. Sc. Techn.
Novikov A. A., Dr. Sc. Agr.
Ovchinnikov A. S., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Semenenko S. Ya., Dr. Sc. Agr., Prof.
Tyutyuma N. V., Corresponding Member of the RAS, Dr. Sc. Agr.
Yakushev V. P., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.

EDITORIAL BOARD:

Akhmedov A. D., Dr. Sc. Techn., Prof.
Voronov S. I., Corresponding Member of the RAS, Dr. Sc. Biol., Prof.
Dubenok N. N., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Zelenev A. V., Dr. Sc. Agr.
Komarov E. V., Cand. Sc. Biol.
Komarova O. P., Cand. Sc. Agr.
Kruzhilin I. P., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Kulik K. N., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Kulik D. K., Dr. Sc. Agr.
Likhatsevich A. P., Corresponding Member of the NASB, foreign member of the RAS, Dr. Sc. Techn. (Republic of Belarus)
Magomedova D. S., Dr. Sc. Agr., Professor of the RAS
Novikov A. E., Corresponding Member of the RAS, Dr. Sc. Techn., Prof.
Novikov A. A., Dr. Sc. Agr.
Ovchinnikov A. S., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Panfilova O. N., Cand. Sc. Agr.
Petrov N. Yu., Dr. Sc. Agr., Prof.
Pleskachev Yu. N., Dr. Sc. Agr., Prof.
Podkovyrov I. Y., Dr. Sc. Agr., Prof.
Semenenko S. Ya., Dr. Sc. Agr., Prof.
Slozhenkina M. I., Corresponding Member of the RAS, Dr. Sc. Biol., Prof.
Tyutyuma N. V., Corresponding Member of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Fomin S. D., Dr. Sc. Techn.
Frolova M. V., Dr. Sc. Agr.
Khramova V. N., Dr. Sc. Biol., Prof.
Tseplyaev A. N., Dr. Sc. Agr., Prof.
Shchedrin V. N., Academician of the RAS, Dr. Sc. Techn., Prof.
Yuferev V. G., Dr. Sc. Agr.
Yakushev V. P., Academician of the RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.

СОДЕРЖАНИЕ:

Без формата

Российской академии наук – 300 лет!

А.Е. Новиков, А.А. Новиков _____ 5

Растениеводство

Влияние тепло- и влагообеспеченности на режимы орошения при капельном поливе саженцев плодовых культур

Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонов, А.В. Лебедев _____ 9

Плодоводство и овощеводство

Создание новых сортов картофеля среднего срока созревания для предгорной провинции Дагестана

В.К. Сердеров, Д.В. Сердерова _____ 15

Применение удобрений при выращивании лука на капельном орошении

В.Н. Павленко, В.А. Зайцев _____ 21

Значение световых спектров при производстве привитой рассады огурца

П.С. Маликова, О.Г. Гиченкова, Ю.А. Лаптина _____ 27

Перспективы выращивания лука репчатого на орошаемых землях Южного федерального округа

Д.П. Сидаренко _____ 32

Кормопроизводство

Орошаемое кормопроизводство в Чуйской долине Республики Алтай

Л.Н. Медведева, М.В. Бугаева, И.М. Кречетова _____ 42

Техника и технологии

Изучение агрохимического состава фракций навоза как источника микроэлементов для питания растений и субстрата для жизнедеятельности дождевых червей семейства Lumbricidae

А.А. Коровин, В.В. Голембовский _____ 50

Математическая модель процесса орошения дождевальными машинами сложного рельефа поля

В.С. Алексеев, С.В. Чумакова, А.В. Русинов _____ 54

Лесное хозяйство

Теоретическая концепция агролесомелиоративных систем

В.М. Ивонин _____ 59

Формирование берёзовых молодняков на бывших хозяйственных угодьях Вологодской области

О.С. Попов, С.В. Третьяков, А.С. Новосёлов _____ 65

Производственная экспертиза

Качественный семенной картофель – только на современном орошении!

М. С. Кисляков _____ 72

События, даты, факты.

Плеяда талантливых ученых _____ 74

CONTENT:

Without format

The Russian Academy of Sciences is 300 years old!

A.E. Novikov, A.A. Novikov _____ 5

Crop production

Influence of heat and moisture supply on drip irrigation modes of fruit seedlings

N.N. Dubenok, A.V. Gemonov, A.V. Lebedev _____ 9

Fruit and vegetable growing

Creation of new varieties of medium-ripening potatoes for the foothill provinces of Dagestan

V.K. Serderov, D.V. Serderova _____ 15

The use of fertilizers in the cultivation of onions on drip irrigation

V.N. Pavlenko, V.A. Zaitsev _____ 21

The importance of light spectra in the production of grafted cucumber seedlings

Malikova P.S., Gichenkova O.G., Laptina Yu.A. _____ 27

Prospects for growing onions on irrigated lands of the southern federal district.

D.P. Sidarenko _____ 32

Feed production

Irrigated fodder production in the Chui Valley of the Altai Republic

L.N. Medvedeva, M.V. Bugaeva, I.M. Krechetova _____ 42

Technics and technology

Study of agrochemical composition of manure fractions as a source of microelements for plant nutrition and substrate for earthworms of Lumbricidae family life activity.

A.A. Korovin, V.V. Golembovskii _____ 50

A mathematical model of the irrigation process by a sprinkler machine of a complex field relief.

V.S. Alekseev, S.V. Chumakova, A.V. Rusinov _____ 54

Production expertise

Theoretical concept of agroforestry reclamation systems

V.M. Ivonin _____ 59

Formation of young birch stands on former agricultural lands in the Vologda region

O.S. Popov, S.V. Tretyakov, A.S. Novoselov _____ 65

Production expertise

High-quality seed potatoes - only with modern irrigation!

M. S. Kislyakov _____ 72

Events, dates, facts.

A galaxy of talented scientists _____ 74



Андрей Евгеньевич НОВИКОВ
директор Всероссийского
научно-исследовательского
института орошаемого
земледелия, доктор технических
наук, член-корреспондент РАН



Алексей Андреевич НОВИКОВ
заместитель директора
по научной работе
Всероссийского научно-
исследовательского
института орошаемого
земледелия, доктор
сельскохозяйственных наук



Российской академии наук – 300 лет!

8 февраля 2024 г. Российская академия наук отпраздновала свой трёхсотый день рождения.

Событие это вместе с учёным сообществом отмечала вся страна: было проведено большое количество мероприятий, венцом которых стало торжественное собрание, где выступил Президент РФ В.В. Путин. «Собранные многими поколениями учёных природные, этнографические, археологические коллекции, результаты исследований, являются подлинным достоянием России, служат сохранению нашей идентичности и исторической правды, сбережению нашего великого многонационального народа, нашей культуры, литературы, самобытных традиций народов России, которые веками жили на этой территории, веками жили бок о бок в нашей стране», – сказал глава государства [1].

Три века тому назад был заложен фундамент, на который и десятилетия спустя опирались не только исследователи, но и государство. Во все времена традиции, мудрость и интеллект академии поддерживали Россию.

Осознание того, что без своих учёных Россия отстанет от всего мира, привело



Наука есть ясное познание истины, просвещение разума, непорочное увеселение жизни, похвала юности, старости подпора, строительница градов, полков, крепость успеха в несчастьи, в счастии – украшение, везде верный и безотлучный спутник.

М.В. Ломоносов



императора Петра I к мысли о создании собственного научного центра, где будут сосредоточены лучшие умы того времени.

Созданная в 1724 г. Санкт-Петербургская академия наук и художеств состояла только из иностранцев. Однако вскоре состав академии начал медленно пополняться учёными, возвращёнными на русскую землю, среди которых был и Михаил Васильевич Ломоносов, будущий основатель Московского университета.

М. В. Ломоносов считается основателем научного земледелия. В работе «О слоях земных» он пишет, что чернозём произошел от «согнития животных и растущих тел со временем, а не является первозданной материей». Одним из проектов учёного, который касался сельского хозяйства, является «Мнение о учреждении Государственной Коллегии (сельского) земского домоустройства». Этот документ, к сожалению, незавершённый, содержит план, можно сказать, проект организации задуманного

учреждения – специальной коллегии, предназначенной прежде всего для изучения как сельского хозяйства, так и самого сельского населения. В документе отражена забота о развитии земледелия, лесов, дорог и каналов, отмечается значение ремёсел в деревне. Коллегия должна была изучать также иностранную сельскохозяйственную литературу и использовать достижения Европы в русском хозяйстве. Вместе с тем М. В. Ломоносов считал недопустимым механически переносить опыт зарубежных стран и предлагал изучать сельское хозяйство опытным путем [4].

В 1763 г. при Академии наук был организован «класс агрикультуры», т.е. земледельства. А в 1765 г. (год смерти великого учёного) было создано Вольное экономическое общество, которое должно было собирать и освещать в печати отечественный и граничный опыт лучшего ведения сельского хозяйства, ставить полевые опыты по исследованию новых приёмов земледелия, новых растений и лучшего способа ведения хозяйства.

В течение всего XVIII века академия медленно, но верно выстраивала традиции научного знания в России. Была создана первая карта нашей страны, были собраны несколько экспедиций, исследовавших дальние территории, описавших историю, этнографию, хозяйственную деятельность живущих там народов.

Первыми русскими учёными-агрономами по праву считаются **А.Т. Болотов** и **И.М. Комов**. А.Т. Болотов (1738–1833) интенсивно работал в сельском хозяйстве более полувека. Период его деятельности совпал со временем оживленного роста производительных сил, который начался в стране еще при Петре I. Собственным трудом и размышлениями 220 лет назад А.Т. Болотов приходит к научным знаниям, которые имеют силу и в настоящее время.

Идею интенсификации сельского хозяйства («лучше с мала получать много, чем со много мало») впервые высказал в России профессор И.М. Комов (1750–1792). Его работа «О земледельных орудиях», изданная в 1785 г., была первым в России печатным руководством по сельскохозяйственным машинам и орудиям. В своей монографии «О земледелии» (1788) И.М. Комов показал связь земледелия с естественными науками, обобщил достижения русской и зарубежной науки XVIII в. Огромное значение И.М. Комов придавал в земледелии севообороту. Труды А.Т. Болотова и И.М. Комова убедительно говорят о том, что научное земледелие в России развивалось самостоятельным путём, опережая в ряде вопросов развитие агрономической мысли в европейских странах.

Дмитрий Иванович Менделеев – выдающийся русский ученый, гениальный энциклопедист, химик, открывший Периодический закон и разработавший Периодическую систему химических элементов, автор классического труда «Основы химии». Много внимания уделял Дмитрий Иванович научной и педагогической деятельности, являясь профессором Санкт-Петербургского университета, членом-корреспондентом Императорской Санкт-Петербургской Академии наук. В сфере его интересов были исследования по вопросам агрохимии и рационального землепользования. Он пропагандировал применение минеральных удобрений и орошение засушливых земель, также уделял немало внимания поиску путей развития сельского хозяйства.

Другим русским учёным, практиком был **Климент Аркадьевич Тимирязев**. В 1870-е годы во время работы в Петровской академии Тимирязев соорудил «вегетационный домик» – это была первая в России и третья в мире научная теплица. Учёный написал более 100 научно-популярных работ, где описывал воздействие света на растения и методы повышения урожайности. Для этого же русский учёный проводил публичные лекции, пользовавшиеся огромной популярностью среди молодёжи. Сам К.А. Тимирязев считал, что именно молодое поколение поведёт народ по пути прогресса.

Основателем почвоведения считается великий русский учёный и геолог **Василий Васильевич Докучаев**. До исследований В.В. Докучаева почву воспринимали лишь как пахотный слой, который можно использовать как орудие труда. Одна из главных заслуг Василия Васильевича была в том, что он обозначил почву в самостоятельное природное тело и описал её взаимосвязь с другими природными объектами и явлениями, это стало сенсацией для того времени. Кроме того, учёный установил неразрывную связь между почвой и всеми другими природными телами и явлениями. С 1877 по 1881 годы в летнее время по поручению Императорского вольного экономического общества В.В. Докучаев совершал экспедиции по чернозёмной зоне Европейской России. Общая протяжённость этих поездок составила более 10 тысяч километров! Новая наука позволила существенно повысить эффективность сельского хозяйства. Его открытия способствовали дальнейшему научно-техническому прогрессу и стали революционным шагом в мировой науке [4].

Одним из организаторов мелиоративного строительства в России является инженер-гидротехник, генерал-лейтенант **Жилинский Иосиф Ипполитович**, который считал целью своей многопла-

новой деятельности в области гидротехники и мелиорации «управление водами, господство над ними, подчинение их воле человека, его пользам и нуждам».

В 1917 году, в связи с переменами в социально-политическом устройстве страны, Императорская Академия наук была переименована в Российскую Академию наук (РАН). В ее состав входили три отделения: физико-математическое, исторических наук и филологии, русского языка и словесности, объединявшие два исследовательских института, 19 лабораторий, станций и музеев, 21 академическую и приакадемическую комиссии. Общая численность сотрудников достигала 220 человек, из них 45 академиков.

После революции аграрная наука не остановилась в своем развитии. Выдвигаются новые учёные, одним из которых является **Дмитрий Николаевич Прянишников** – основоположник советской школы агрохимиков. Д.Н. Прянишников продолжил работу на стыке наук – сельского хозяйства и химии. Когда он исследовал превращение белковых и других азотистых веществ в растениях, то пытался понять, могут ли азотистые вещества повлиять на рост и развитие растений. Так он пришел к идее о применении азотных удобрений. Учёный на основании проведенных экспериментов разработал научные основы применения минеральных удобрений, усовершенствовал методы изучения их питания, анализа почв.

Александр Васильевич Чапанов выстроил в аграрной науке теорию крестьянского хозяйства, которая получила признание в большинстве научных аграрных школ мировой экономической и социологической мысли. В методологическом плане он определил крестьянское семейное хозяйство как социальную ячейку общества и как ядро аграрно-экономической системы, тем самым заложил социологическую и экономическую основу нового направления в науке – крестьяноведения. А.В. Чапановым также была разработана концепция сельскохозяйственной кооперации, составной частью которой являлось крестьянское хозяйство. Классификация видов крестьянской кооперации отражала реалии того времени и имела прикладное значение в экономической политике.

В славной плеяде крупнейших деятелей советской науки одно из ведущих мест по праву принадлежит академику **Николаю Ивановичу Вавилову** – всемирно известному учёному, внесшему огромный вклад в развитие генетики, агрономической науки, в систематику и географию культурных растений, в разработку научных основ селекции, в создание теории интродукции растений,

в теорию и методы генетико-селекционных исследований.

После экспедиции Н.И. Вавилова в Персию (Иран) и на Памир, где он собрал множество сортов возделываемых растений и их диких родичей, положивших начало мировой коллекции культурных растений ВИРа, он высеял ряд привезённых им форм на Зеравшанском опытном поле в Самаркандской области. Так были начаты всемирно известные «географические опыты», которые дали богатейший материал для изучения изменчивости различных растительных форм под влиянием условий различных местностей, расположенных в разных климатических зонах и даже в разных широтах.

Признанный авторитет учёного, его преданность науке позволили академику Н.И. Вавилову стать первым президентом Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИИЛ), которая была образована 25 июня 1929 года.

В 1917-1941 годах была заложена научная основа для дальнейшего усиления обороноспособности СССР. Особенно ярко роль Российской академии наук проявилась в годы Великой Отечественной войны. В трудных условиях военного времени учёные академии работали над проблемами, связанными с созданием нового вооружения, развитием оборонного производства, разработкой методов лечения раненых, увеличения количества продуктов питания и сырья за счёт создания новых сортов, расширения посевных площадей и изменения их структуры.

В годы Великой Отечественной войны труд академиков стал одним из залогов победы. 20 из них стали Героями Социалистического Труда, более 1,5 тыс. учёных были награждены орденами и медалями. В самый разгар войны были созданы Академия педагогических наук РСФСР и Академия медицинских наук СССР.

В 60-е, 70-е и 80-е гг. XX столетия АН СССР непрерывно развивается, превращает страну в настоящую сверхдержаву. Достаточно посмотреть на список нобелевских лауреатов из числа её членов: **Н.Н. Семенов** в 1956 г. – премия по химии «за исследования в области механизма химических реакций», **П.А. Черенков, И.М. Франк, И.Е. Тамм** в 1958 г. – по физике «за открытие излучения заряженных частиц, движущихся со сверхсветовой скоростью», **Л.Д. Ландау** в 1962 г. – по физике «за пионерские исследования в теории конденсированного состояния, в особенности жидкого гелия», **Н.Г. Басов и А.М. Прохоров** в 1964 г. – по физике «за исследования в области квантовой радиофизики, приведшие к созданию генераторов и усилителей нового типа – мазеров и лазеров»; **П.Л. Капица** в 1978

г. – по физике «за фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур».

После распада СССР академии пришлось нелегко. И все же ей удалось выстоять под натиском, отбить попытки распустить её и упразднить.

В 1992 году ВАСХНИЛ была реорганизована в Российскую академию сельскохозяйственных наук (РАСХН).

Во второй половине XX века сформировалась мелиоративная отечественная наука. А.Н. Костяков, Б.А. Шумаков, Б.Б. Шумаков, П.А. Витте, Б.М. Кизяев, Н.Г. Ковалев, М.С. Григоров, Н.Н. Дубенок, И.П. Кружилин – учёные, основавшие и развивающие это относительно молодое научное направление.

Алексей Николаевич Костяков – основоположник отечественной мелиоративной науки. В своих исследованиях Алексей Николаевич совмещал теорию и практику. Он впервые сформулировал и разработал основы науки о мелиорации земель, которая ранее была лишь прикладной составляющей сельскохозяйственной гидротехники. Разработал методы расчёта режима орошения сельскохозяйственных культур на основе водного баланса, оросительных и осушительных систем, дренажа и промывок, систему мер по борьбе с засолением и заболачиванием орошаемых земель, теорию самотечного орошения по бороздам и полосам, ввел понятие гидромодуля. Фундаментальный труд А.Н. Костякова «Основы мелиорации», написанный в 1927 году, до сих пор используется студентами как основное пособие в области мелиорации и водного хозяйства.

Шумаков Борис Аполлонович – крупнейший учёный в области гидротехники и мелиорации. Один из основателей отечественной научной школы по теории и практике строительства оросительных систем на Северном Кавказе, в Нижнем Поволжье и Казахстане. Является организатором первых в нашей стране гидромелиоративных научных учреждений. Им усовершенствованы инженерные системы лиманного орошения. В его трудах получили развитие вопросы механизации и автоматизации поверхностного полива, дождевания и подпочвенного орошения, совершенствования конструкций оросительных систем.

Шумаков Борис Борисович – видный учёный в области гидротехники и мелиорации. Является разработчиком теории и методики расчёта многоярусных лиманов мелкого слоя затопления, схем и технологий лиманного орошения с использованием вод местного стока в Калмыкии, Поволжье, Казахстане и на Северном Кавказе. Предложил систему мероприятий для регулирования твёрдого стока при освоении дельтовых территорий горных рек, сформулировал

принципы совершенствования водосберегающих способов полива – внутрипочвенного и капельного, аэрозольного и мелкодисперсного. Разработал научные основы водообеспечения и водораспределения в орошаемом земледелии.

Кизяев Борис Михайлович, академик РАН, доктор технических наук, профессор. Видный учёный в области технологии и комплексной механизации строительства и эксплуатации гидромелиоративных систем. Под его руководством созданы и широко внедрены технологические процессы по строительству мелиоративных систем с применением роторных экскаваторов-каналокопателей, бульдозеров, экскаваторов-дреноукладчиков, комплексов машин по строительству закрытой оросительной сети, каналоочистителей, земснарядов и других машин. Впервые обосновал методы оптимизации строительства системы мелиоративных каналов на основе экономико-математических методов.

Ковалев Николай Георгиевич, академик РАН, доктор технических наук, профессор. Видный учёный в области биоконверсии органического сырья, разработчик научных основ формирования ландшафтно-мелиоративных систем земледелия. Под его руководством и при непосредственном участии созданы и внедрены в сельскохозяйственное производство эффективные ресурсосберегающие биотехнологии животноводческих стоков.

Дубенок Николай Николаевич, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Видный учёный в области использования мелиорированных земель. Под его руководством и непосредственном участии разработаны ресурсосберегающие, экологически обоснованные технологии орошения сельскохозяйственных культур на склоновых землях, направленные на предотвращение ирригационной эрозии, установлены закономерности формирования поверхностного и внутрипочвенного стока, суммарного водопотребления растений в различных почвенно-климатических условиях. Разработчик агроэкологических требований к влагообеспеченности культур, которые позволяют экономить до 20 % поливных вод.

Кружилин Иван Пантелеевич, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Под его руководством и непосредственном участии разработаны теория, методы и технологии комплексной мелиорации орошаемых земель, которые позволяют реализовать экологически безопасные, ресурсосберегающие технологии программированного возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающие устойчивое и высокопродуктивное ве-

дение сельскохозяйственного производства в засушливых зонах России. При этом теоретически и экспериментально обосновываются допустимые пределы насыщения агроландшафтов орошаемыми землями, водные нагрузки в сочетании с другими режимами почвы. Один из авторов Концепции развития оросительных мелиораций в России.

Иван Пантелеевич Кружилин возглавлял ВНИИОЗ без малого 20 лет, заложил научные основы высокопродуктивного и экономически эффективного использования существующих и вновь вводимых в эксплуатацию орошаемых земель в Поволжье. Подготовил плеяду учёных, которые продолжают и развивают эти научные направления.

Исследования ВНИИОЗ на современном этапе 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 [6, 7].

Среди разработок ВНИИОЗ одной из актуальных является инновационная технология возделывания риса без затопления, которая основана на принципиально новом типе водного режима почвы, создаваемого периодическими поливами на оросительных системах общего назначения. Для этой технологии выведены новые скороспелые толерантные к отсутствию на посевах слоя воды сорта риса Волгоградский, Сталинград 1 и Суходол, обладающие потенци-

альной продуктивностью до 7 т зерна с гектара [5].

В разработанной ресурсосберегающей технологии возделывания семенного картофеля отработаны летние сроки посадки, рациональные сочетания водного и пищевого режимов почвы при поливах дождеванием и капельным способом, подобраны сорта картофеля для получения запланированных урожаев на уровне 32–41 т/га клубней в условиях Нижнего Поволжья [12].

Разработаны основные элементы технологии возделывания поликомпонентных смесей из многолетних трав, которые обеспечивают при рациональном использовании оросительной воды и минеральных удобрений получение до 80 т/га зелёной массы для обеспечения животноводства сбалансированными высокоэнерготеплопротеиновыми кормами [3].

Создано 15 гибридов кукурузы, включенных в Госсортеестр и районированных по 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 регионам. 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, зелёной массы – от 80,0 до 90,0 т/га [9, 11].

Выведено 5 сортов сои – Волгоградка 1, ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 31, Волгоградка 2, характеризующиеся высоким уровнем урожайности зерна – от 2,8 до 3,6 т/га, содержанием белка в семенах – от 37 до 40 % [10].

Обобщение результатов многолетних исследований позволило во Всероссийском НИИ орошаемого земледелия сформировать научные школы по гидромелиорации и эффективному использованию мелиорируемых земель – заслуженными деятелями науки РФ, академиком РАН

Иваном Пантелеевичем Кружилиным, заслуженным работником сельского хозяйства РФ, членом-корреспондентом РАН Виктором Васильевичем Мелиховым, профессором, заслуженным деятелем науки РФ Тамарой Николаевной Дроновой [8]. Только за последние 10 лет во ВНИИОЗ было защищено 11 докторских и кандидатских диссертаций.

В настоящее время ФГБНУ «ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», в состав которого весомо вошел и Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, занимает достойное место в научном сообществе России. В Центре работают 3 академика РАН (В.А. Шевченко, И.П. Кружилин, В.Н. Щедрин), 2 члена-корреспондента РАН (А.Е. Новиков, В.В. Мелихов), 3 профессора РАН (Э.Б. Дедова, Н.З. Шамсутдинов, А.Е. Новиков), 32 доктора и 65 кандидатов наук.

В 2013–2018 годах в России осуществлялась реформа государственных академий наук, призванная способствовать развитию науки в стране и усилению её позиций на международном уровне. Одним из мероприятий в рамках реформы стало присоединение к Российской академии наук двух отраслевых академий – РАН и РАСХН.

По словам президента РАН Г. Красникова: «Российская академия наук за эти три века прошла большой и яркий путь. Она всегда объединяла ведущих исследователей, настоящих искателей истины, которые помогали стране развиваться, изучали её природные богатства, совершали прорывные открытия и создавали научные школы... В будущем Российская академия наук обязательно справится с поставленными задачами, впишет новые, яркие страницы в историю мировой науки и нашего Отечества» [2].

Список источников:

1. Роль академии наук в жизни страны фундаментальна. Выступление Владимира Путина на торжественном вечере в честь 300-летия РАН. Научная Россия. <https://scientificrussia.ru/> (дата обращения 09.02.2024).
2. Российская академия наук всегда объединяла настоящих искателей истины. Выступление Геннадия Красникова на торжественном вечере, посвященном 300-летию Российской академии наук. Научная Россия. <https://scientificrussia.ru/> (дата обращения 11.03.2024).
3. Бобово-мятликовые травосмеси на орошаемых землях Нижнего Поволжья: монография / Т.Н. Дронова Н.И. Бурцева, Е.И. Молоканцева [и др.]. Изд. 2-е перераб. и доп.; под общ. ред. Т.Н. Дроновой. Волгоград, 2022. 214 с.
4. История развития аграрной науки в России. <https://www.activestudy.info/istoriya-razvitiya-agrarnoj-nauki-v-rossii/?ysclid=ltmn4aylth274536221> (дата обращения 10.03.2024).
5. Кружилин И.П., Новиков А.Е., Дубенок Н.Н. Обоснование водного режима почвы и регламента поливов аэробного риса // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 1. С. 62–66. DOI:10.30850/vrsn/2021/1/62-66.
6. Мелихов В.В., Новиков А.А., Шевченко В.А. О новой концепции комплексных мелиораций сельскохозяйственных земель России // Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий: матер. Междунар. юбилейной науч.-практ. конф. (Москва, 23–24 октября 2019 г.). М.: ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2019. Т. 1. С. 196–201.
7. Новиков А.Е. ВНИИОЗ – история, современность, перспективы // Орошаемое земледелие – основа устойчивого и достаточного производства продовольствия: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (Волгоград, 24–26 августа 2022 г.). Волгоград: ВНИИОЗ, 2022. С. 7–17.
8. Новиков А.Е. Задачи мелиорации, очередные и главные // Орошаемое земледелие. 2023. № 2(41). С. 5–6.
9. Новиков А.Е., Комарова О.П. Проблемы и направления исследований в орошаемом земледелии // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. №5. С. 8–10.
10. Новиков А.Е., Новиков А.А. Научное обеспечение орошаемого земледелия // Орошаемое земледелие. 2023. № 3(42). С. 5–7.
11. Новиков А.Е., Новиков А.А. Научное обеспечение орошаемого земледелия аридных территорий. ВНИИОЗу – 55 лет // Орошаемое земледелие. 2022. №3(38). С. 8–10.
12. Новиков А.А., Васильюк Д.И. Картофель с российской маркой // Орошаемое земледелие. 2022. №2(37). С. 10–11.

УДК 631.674.6 (470.0)

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-1

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ САЖЕНЦЕВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

INFLUENCE OF HEAT AND MOISTURE SUPPLY ON DRIP IRRIGATION MODES OF FRUIT SEEDLINGS

Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонов, А.В. Лебедев**N.N. Dubenok, A.V. Gemonov, A.V. Lebedev**

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева
г. Москва, Российская Федерация
agemonov@yandex.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev
Agricultural Academy
Moscow, Russian Federation
agemonov@yandex.ru

Для развития отрасли отечественного питомниководства важное значение имеет обеспеченность высококачественным, адаптированным к почвенно-климатическим условиям регионов посадочным материалом, производство которого невозможно без применения водосберегающих технологий. Целью исследования является выявление зависимостей между тепло- и влагообеспеченностью на параметры режимов орошения при капельном поливе (оросительная норма и количество поливов) саженцев плодовых культур в условиях Центрального Нечерноземья России. Полевые исследования проводились на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодородства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2011 по 2022 годы. Полевые опыты по выращиванию однолетних, двухлетних и трехлетних саженцев (слива, вишня, малина, груша, яблоня) закладывались в трехкратной повторности. Полученные уравнения регрессии имеют высокие коэффициенты детерминации и позволяют с высокой точностью прогнозировать оросительные нормы и необходимое количество проводимых поливов. Разработанные модели параметров режимов капельного орошения (оросительная норма и количество поливов) позволяют выполнять их прогнозирование в зависимости от значений гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы (60, 70 и 80 % НВ) для саженцев косточковых (слива и вишня), семечковых (груша и яблоня) и ягодных (малина) культур в условиях Центральной Нечерноземной зоны. Для всех культур наблюдаются схожие закономерности по увеличению оросительной нормы, количества и частоты проводимых поливов при снижении гидротермического коэффициента и увеличении предполивной влажности почвы.

For the development of the domestic nursery industry, it is important to provide high-quality planting material adapted to the soil and climatic conditions of the regions, the production of which is impossible without the use of water-saving technologies. The purpose of the study is to identify the relationships between heat and moisture supply on the parameters of drip irrigation regimes (irrigation rate and amount of watering) of fruit crop seedlings in the conditions of the Central Non-Black Earth Region of Russia. Field research was carried out on the territory of the educational and experimental farm of the Michurinsky Garden fruit growing laboratory of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy from 2011 to 2022. Field experiments on growing one-year-old, two-year-old and three-year-old seedlings (plum, cherry, raspberry, pear, apple tree) were carried out in triplicate. The resulting regression equations have high coefficients of determination and make it possible to predict irrigation rates and the required number of irrigations with high accuracy. The developed models of drip irrigation regime parameters (irrigation rate and number of irrigations) make it possible to predict them depending on the values of the hydrothermal coefficient of the growing season and pre-irrigation soil moisture (60, 70 and 80% of the lowest moisture capacity) for seedlings of stone fruit (plum and cherry), pome (pear and apple) and berry (raspberry) crops in the conditions of the Central Non-Chernozem Zone. For all crops, similar patterns are observed in increasing the irrigation rate, quantity and frequency of irrigation with a decrease in the hydrothermal coefficient and an increase in pre-irrigation soil moisture.

Ключевые слова: капельное орошение, гидротермический коэффициент, плодовой питомник, саженцы, плодовые культуры.

Keywords: drip irrigation, hydrothermal coefficient, fruit nursery, seedlings, fruit crops.

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Влияние тепло- и влагообеспеченности на режимы орошения при капельном поливе саженцев плодовых культур // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. 42-47. DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-1.

For citation: Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Influence of heat and moisture supply on drip irrigation modes of fruit seedlings. Irrigated agriculture. 2024;1(44):42-47. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-1.

Введение. Важность садоводства обуславливается тем, что фрукты и ягоды являются необходимым условием формирования культуры здорового питания населения. Считается, что в ежедневный рацион человека должно входить около 40 % овощей и фруктов, а медицинская норма потребления овощей составляет 146 кг в год, плодов и ягод – 80-120 кг, винограда – 12 кг. С 1960 года наблюдается повышение потребления плодово-ягодной продукции на душу населения как во всем мире, так и в России (СССР). В мире в 1960 году потребление составляло 43,2 кг/год, а к 2021 году возросло практически в два раза – до 80 кг/год. В нашей стране потребление плодово-ягодной продукции населением ниже, чем в среднем в мире. В условиях обеспечения продовольственной безопасности ключевым элементом аграрной политики государства стало развитие садоводства, так как обеспеченность плодово-ягодной продукцией, производимой в России, остается на низком уровне.

Развитие отечественного садоводства невозможно без производства собственного высококачественного посадочного материала, а также совершенствования технологий выращивания саженцев плодовых и ягодных культур. Согласно прогнозным оценкам развития садоводства и питомниководства, основываясь на данных 2018 года [13], к 2025 году при закладке многолетних насаждений в количестве 15 500 тыс. га в год со средней нормой саженцев 2000 на 1 га (потребность 31 млн саженцев в год) в России будет производиться только 1046,5 тыс. т товарной продукции. По разным оценкам отечественные питомники в год производят от 4 до 10 млн саженцев, когда потребность для обеспечения продовольственной безопасности фруктов и ягод составляет не менее 31 млн. Таким образом, развитие садоводства открывает большие перспективы для российских питомников по увеличению производства посадочного материала. При этом Л.Г. Протасова и В.И. Набоков [12] отмечают, что при относительно высоких темпах закладки новых садов наблюдается тенденция низкого роста самообеспеченности плодовой продукцией в России.

Для развития отрасли отечественного питомниководства важное значение имеет обеспеченность высококачественным, адаптированным к почвенно-климатическим условиям регионов посадочным материалом, производство которого невозможно без применения водосберегающих технологий. Оптимальным с точки зрения физиологии плодовых деревьев и экономии

поливной воды считается малообъемное орошение [7], к которому относятся такие способы, как малоинтенсивное дождевание, аэрозольное орошение, капельное орошение, внутрпочвенное орошение, комбинированные способы полива [9, 10]. Капельное орошение находит большое применение при выращивании плодовых и ягодных культур, представляя способ полива, при котором вода подается непосредственно в прикорневую область регулируемые малыми дозами, что способствует значительной экономии поливной воды [11, 2, 8, 5]. Кроме того, происходящие климатические изменения создают угрозу увеличения частоты проявления засух в течение вегетационного периода [6], что требует проведения оросительных мероприятий, в том числе в плодовых и ягодных питомниках.

Целью исследования является выявление зависимостей между тепло- и влагообеспеченностью на параметры режимов орошения при капельном поливе (оросительная норма и количество поливов) саженцев плодовых культур в условиях Центрального Нечерноземья России.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плововодства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2011 по 2022 годы. Полевые опыты по выращиванию однолетних, двухлетних и трехлетних саженцев закладывались в трехкратной повторности по следующим вариантам: 1) контроль (без орошения), 2) поддержание влажности корнеобитаемого слоя в диапазоне 60-80 % наименьшей влагоемкости (НВ), 3) 70-90 % НВ и 4) 80-100 % НВ. Исследования проводились для сортов сливы «Машенька» и «Утро», вишни «Моло-

дежная» и «Волочаевка», груши «Памяти Яковлева», «Чижовская» и «Осенняя Сузова», яблони «Белый налив» и «Медуница», малины «Награда» и «Солнышко» [3, 4]. Почвы опытных участков – дерново-среднеподзолистые со слабокислой реакцией пахотного горизонта. По обеспеченности легкогидролизруемым азотом, подвижным фосфором и обменным калием характеризуются как хорошо обеспеченные.

Для оценки обеспеченности отдельных периодов вегетационного периода теплом и влагой проводился расчет гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова [1]:

$$ГТК = \frac{\sum P}{\sum t_{10}} \times 10,$$

где ГТК – гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова; $\sum P$ – сумма осадков за период с температурой выше 10 °С; $\sum t_{10}$ – сумма температур выше 10 °С за тот же период.

Для оценки степени тепловлагообеспеченности с использованием ГТК применяется шкала [14]: ГТК < 0,7 – засуха, 0,7 < ГТК < 1,0 – недостаточное увлажнение, 1,0 < ГТК < 2,0 – достаточное увлажнение и ГТК > 2,0 – избыточное увлажнение.

Выявление связи между гидротермическим коэффициентом и параметрами режимов капельного орошения применялся регрессионный анализ. Опытные данные анализировались в табличном процессоре Microsoft Office Excel 2016.

Результаты. Обработка данных полевых опытов позволила получить двухфакторные регрессионные зависимости оросительной нормы от предполивной влажности почвы (60, 70 и 80 % НВ) и гидротермического коэффициента вегетационного периода для саженцев сливы, вишни, малины, груши и яблони. Коэффициенты ре-

Таблица 1 – Зависимость оросительной нормы от предполивной влажности и гидротермического коэффициента вегетационного периода

Table 1 – Dependence of irrigation norm on pre-irrigation moisture and hydrothermal coefficient of the growing season

Культура / Crop	Коэффициенты уравнения / Equation coefficients $y = a + bx + cx^2 + dz$				R ²	SE
	a	b	c	d		
Слива / Plume	-2266,668	73,383	-0,398	-66,960	0,933	56,93
Вишня / Cherry	68,856	48,500	-0,217	-567,082	0,870	132,74
Малина / Raspberries	-1103,146	45,938	-0,219	-63,721	0,667	85,14
Груша / Pear	1767,964	-40,200	0,593	-338,390	0,932	148,63
Яблоня / Apple	-2279,776	58,933	-	-178,880	0,754	256,95

Примечание: x – предполивная влажность, % НВ; z – гидротермический коэффициент, см; R² – коэффициент детерминации; SE – стандартная ошибка.

Note: x – pre-irrigation humidity, % lowest soil moisture capacity; z – hydrothermal coefficient, cm; R² – coefficient of determination; SE – standard error.

грессионных уравнений для плодовых и ягодных культур приведены в таблице 1. Коэффициенты детерминации (R²) уравнений составляют от 0,667 до 0,933, а стандартная ошибка – от 56,9 до 257,0.

Согласно полученному уравнению регрессии для саженцев сливы оросительная норма увеличивается при снижении значений ГТК вегетационного периода и с возрастанием предполивной влажности почвы в диапазоне вариантов опыта (рисунок 1а). Например, при ГТК = 0,8 и предполивной влажности 60 % НВ оросительная норма составляет 649 м³/га, а при увеличении предполивной влажности до 80 % НВ возрастает 1001 м³/га.

Зависимость оросительной нормы саженцев вишни от гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы показана на рисунке 1б. В диапазоне значений ГТК при их увеличении наблюдается снижение оросительной нормы, а также ее повышение при увеличении предполивной влажности почвы. Например, при ГТК = 0,8 с предполивной влажностью 60 % НВ оросительная норма составляет 1745 м³/га, а при предполивной влажности 80 % НВ – 2108 м³/га. При ГТК = 2,0 с предполивной влажностью 60 % НВ оросительная норма составляет 1065 м³/га, а при предполивной влажности 80 % НВ – 1428 м³/га.

Аналогичная саженцам косточковых культур закономерность влияния гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы на оросительную норму характерна для саженцев малины (рисунок 1в). Например, согласно расчетам по уравнению регрессии, при ГТК = 0,8 с предполивной влажностью 60 % НВ оросительная норма составляет 815 м³/га, а при предполивной влажности 80 % НВ – 1121 м³/га. При ГТК = 2,0 с предполивной влажностью 60 % НВ оросительная норма составляет 738 м³/га, а при предполивной влажности 80 % НВ – 1044 м³/га.

Для саженцев груши также выявлена закономерность увеличения оросительной нормы при снижении гидротермического коэффициента вегетационного периода и увеличении предполивной влажности почвы (рисунок 1г). Например, по уравнению регрессии оросительная норма при ГТК = 0,8 с предполивной влажностью 60 % НВ составляет 1221 м³/га, а при предполивной влажности 80 % НВ – 2079 м³/га. При ГТК = 2,0 с предполивной влажностью 60 % НВ оросительная норма составляет 815 м³/га, а при предполивной влажности 80 % НВ – 1673 м³/га. Наибольшее

значение оросительной нормы характерно для условий недостатка естественного увлажнения в течение вегетационного периода для режима орошения с поддержанием влажности корнеобитаемого слоя почвы в диапазоне 80-100 % НВ.

Для саженцев яблони общий характер зависимости оросительной нормы от гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы остается аналогичным выявленной для саженцев других плодовых и ягодных культур (рисунок 1д). Например, согласно расчетам, проведенным по полученному регрессионному уравнению,

оросительная норма при ГТК = 0,8 с предполивной влажностью 60 % НВ составляет 1113 м³/га, а при предполивной влажности 80 % НВ – 2292 м³/га. При ГТК = 2,0 с предполивной влажностью 60 % НВ оросительная норма составляет 898 м³/га, а при предполивной влажности 80 % НВ – 2077 м³/га.

Таким образом, для саженцев плодовых и ягодных культур, выращиваемых в питомнике, характерна общая закономерность по влиянию гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы на величину оросительной нормы. С увеличением предполивной влажности почвы и с увеличением

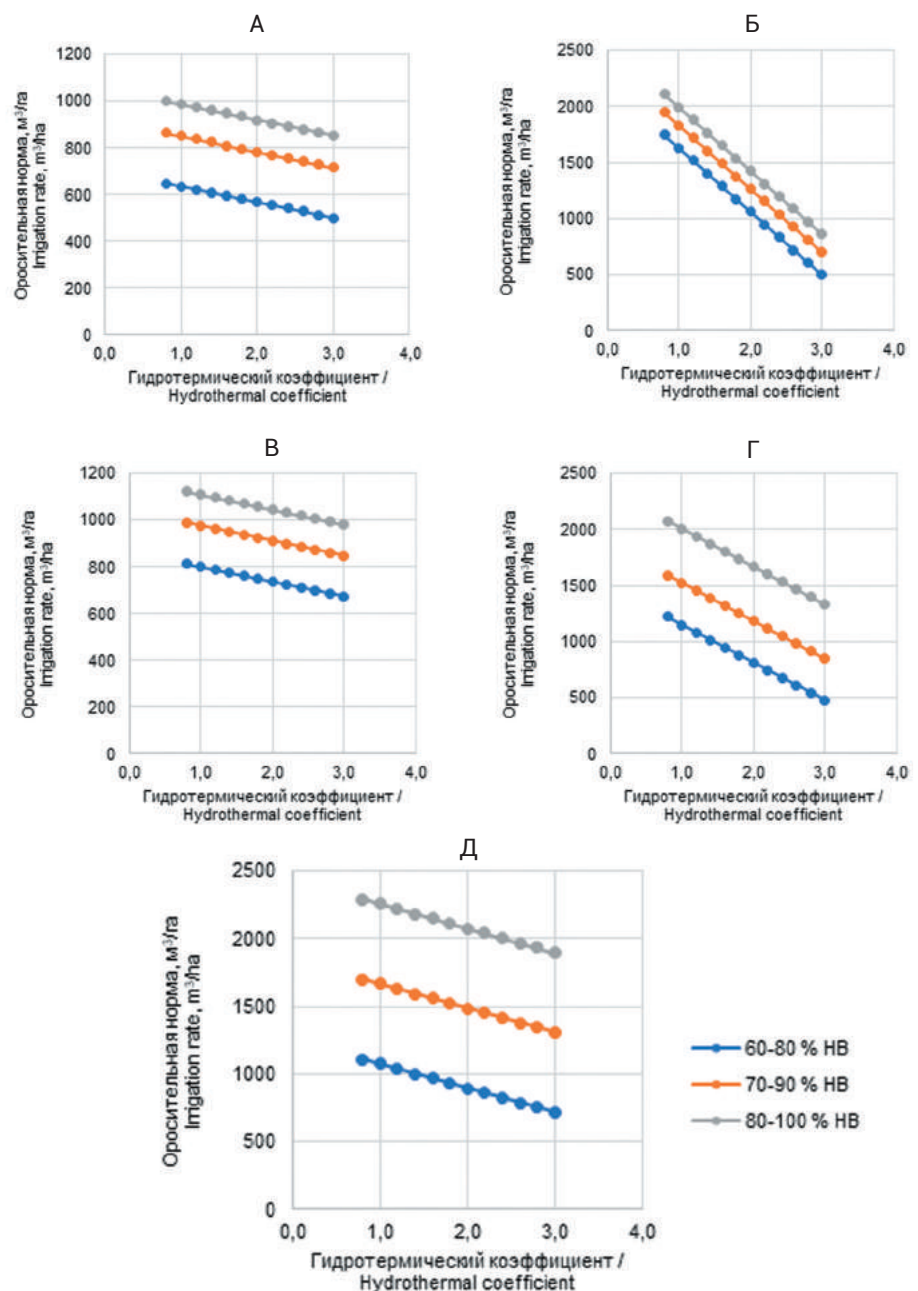


Рисунок 1 – Зависимость оросительной нормы от гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы для саженцев: а) сливы, б) вишни, в) малины, г) груши, д) яблони
Figure 1 – Dependence of the irrigation rate on the hydrothermal coefficient of the growing season and pre-irrigation soil moisture for seedlings: a) plums, b) cherries, c) raspberries, d) pears, e) apple

дефицита естественного увлажнения от осадков на фоне высоких температур атмосферного воздуха происходит повышение значений оросительной нормы. Полученные уравнения регрессии имеют высокие коэффициенты детерминации (R^2) от 0,667 до 0,933 и позволяют с высокой точностью прогнозировать оросительную норму.

Обработка данных полевых опытов позволила также получить двухфакторные регрессионные зависимости среднего количества поливов от предполивной влажности почвы (60, 70 и 80 % НВ) и гидротермического коэффициента вегетационного периода для саженцев сливы, вишни, малины, груши и яблони. Коэффициенты регрессионных уравнений для исследуемых плодовых и ягодных культур приведены в таблице 2. Коэффициенты детерминации (R^2) уравнений составляют от 0,682 до 0,980, а стандартная ошибка – от 2,52 до 7,15.

По полученному регрессионному уравнению для саженцев сливы количество поливов возрастает при снижении значений ГТК вегетационного периода и с возрастанием предполивной влажности почвы в диапазоне вариантов опыта (рисунок 2а). Например, при ГТК = 0,8 и предполивной влажности 60 % НВ количество поливов в среднем составляет 17, а при увеличении предполивной влажности до 80 % НВ возрастает до 24.

Зависимость количества поливов саженцев вишни от гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы показана на рисунке 2б. В диапазоне значений ГТК при их

увеличении наблюдается уменьшение количества поливов, а также их повышение при увеличении предполивной влажности почвы. Например, при ГТК = 0,8 с предполивной влажностью 60 % НВ количество поливов составляет 20, а при предполивной влажности 80 % НВ – 27. При ГТК = 2,0 с предполивной влажностью 60 % НВ количество поливов составляет 18, а при предполивной влажности 80 % НВ – 24.

Аналогичная саженцам косточковых культур (слива и вишня) закономерность влияния гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы на количество проводимых поливов характерна для саженцев малины (рисунок 2в). Например, согласно расчетам по уравнению регрессии при ГТК = 0,8 с предполивной влажностью 60 % НВ количество поливов составляет 25, а при предполивной влажности 80 % НВ – 30. При ГТК = 2,0 с предполивной влажностью 60 % НВ количество проводимых поливов составляет 21, а при предполивной влажности 80 % НВ – 26.

Для саженцев груши также выявлена закономерность увеличения количества проводимых поливов при снижении гидротермического коэффициента вегетационного периода и при увеличении предполивной влажности почвы (рисунок 2г). Например, по уравнению регрессии количество проводимых поливов при ГТК = 0,8 с предполивной влажностью 60 % НВ составляет 37, а при предполивной влажности 80 % НВ – 58. При ГТК = 2,0 с предполивной влажностью 60 % НВ количество проводимых поливов составляет 22, а при предполивной влажности 80 % НВ – 43. Наибольшее

значение количества поливов характерно для условий недостатка естественного увлажнения в течение вегетационного периода для режима орошения с поддержанием влажности корнеобитаемого слоя почвы в диапазоне 80-100 % НВ.

Для саженцев яблони общий характер зависимости количества поливов от гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы остается аналогичным выявленной для саженцев других плодовых и ягодных культур (рисунок 2д). Например, согласно расчетам, проведенным по полученному регрессионному уравнению, количество поливов при ГТК = 0,8 с предполивной влажностью 60 % НВ составляет 29, а при предполивной влажности 80 % НВ – 52. При ГТК = 2,0 с предполивной влажностью 60 % НВ оросительная норма составляет 18, а при предполивной влажности 80 % НВ – 41.

Таким образом, для саженцев плодовых и ягодных культур (слива, вишня, малина, яблоня и груша), выращиваемых в плодородном питомнике в условиях Центральной Нечерноземной зоны России, характерны схожие закономерности по влиянию гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы на количество проводимых поливов. С увеличением предполивной влажности почвы и с увеличением дефицита естественного увлажнения от осадков на фоне высоких температур атмосферного воздуха происходит увеличение количества поливов и соответственно их частоты. Полученные уравнения регрессии имеют высокие коэффициенты детерминации (R^2) от 0,682 до 0,980 и позволяют с высокой точностью прогнозировать необходимое количество проводимых поливов.

Заключение. Разработанные модели параметров режимов капельного орошения (оросительная норма и количество поливов) позволяют выполнять их прогнозирование в зависимости от значений гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы (60, 70 и 80 % НВ) для саженцев косточковых (слива и вишня), семечковых (груша и яблоня) и ягодных (малина) культур в условиях Центральной Нечерноземной зоны. Для всех культур наблюдаются схожие закономерности по увеличению оросительной нормы, количества и частоты проводимых поливов при снижении ГТК и увеличении предполивной влажности почвы.

Таблица 2 – Зависимость количества поливов от предполивной влажности и гидротермического коэффициента вегетационного периода

Table 2 – Dependence of the number of irrigations on pre-irrigation moisture and the hydrothermal coefficient of the growing season

Культура / Crop	Коэффициенты уравнения / Equation coefficients			R^2	SE
	$y = a + bx + cz$				
	a	b	c		
Слива / Plume	-1,892	0,367	-3,516	0,824	2,52
Вишня / Cherry	3,510	0,313	-2,252	0,682	3,92
Малина / Raspberries	12,553	0,250	-3,175	0,728	4,87
Груша / Pear	-16,424	1,050	-12,192	0,890	5,09
Яблоня / Apple	-31,894	1,133	-8,931	0,725	7,15

Примечание: x – предполивная влажность, % НВ; z – гидротермический коэффициент, см; R^2 – коэффициент детерминации; SE – стандартная ошибка.

Note: x – pre-irrigation humidity, % lowest soil moisture capacity; z – hydrothermal coefficient, cm; R^2 – coefficient of determination; SE – standard error.

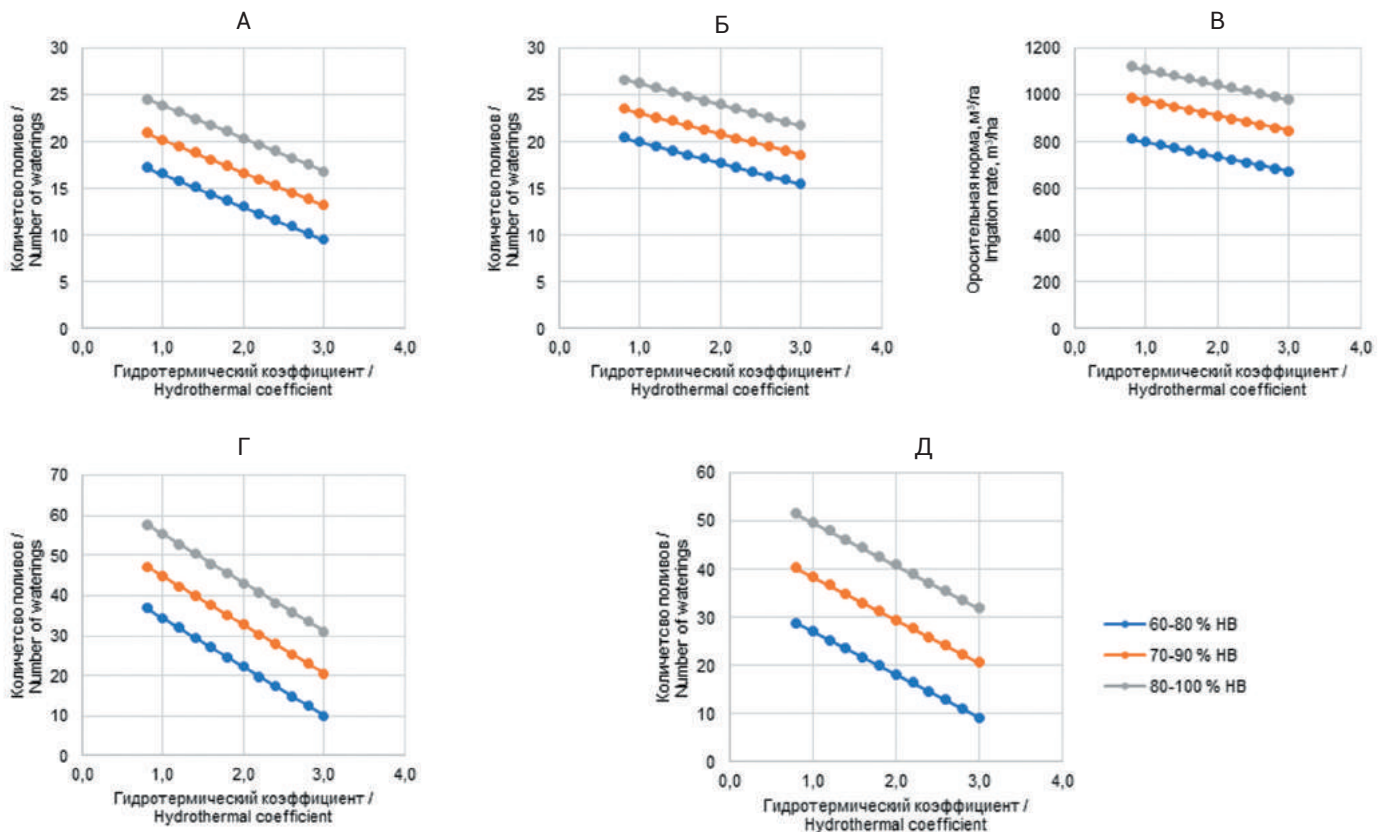


Рисунок 2 – Зависимость количества поливов от гидротермического коэффициента вегетационного периода и предполивной влажности почвы для саженцев: а) сливы, б) вишни, в) малины, г) груши, д) яблоки

Figure 2 – Dependence of the number of irrigations on the hydrothermal coefficient of the growing season and pre-irrigation soil moisture for seedlings: a) plums, b) cherries, c) raspberries, d) pears, e) apple

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Борисова В.Ю., Баранова Н.В. Анализ территориально-временного варьирования ГТК в условиях Крымского полуострова // Виноградарство и виноделие. 2019. Т. 48. С. 13–15.
2. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности водопотребления саженцев сливы, выращиваемых в питомнике при капельном орошении // Плодородие. 2020. № 4(115). С. 53–56. DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.15.
3. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Технология возделывания саженцев сливы в плодовом питомнике при капельном орошении в условиях Нечерноземной зоны России. М.: Издательство Проспект, 2023. 136 с.
4. Еремин Е.В. Обоснование режима капельного орошения саженцев груши в условиях Московской области: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Еремин Евгений Владимирович. М., 2015. 220 с.
5. Капельное орошение яблоневого сада интенсивного типа на дерново-подзолистых почвах Московской области / А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, Д.Е. Кучер, А.В. Шуравиллин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2(42). С. 211–220.
6. Кирейчева Л.В., Корнеев И.В. Оценка тенденций изменения климата в зоне недостаточного увлажнения Юга Европейской части России и их учёт при обосновании орошения // Орошаемое земледелие. 2023. № 2(41). С. 19–26.
7. Копылов В.И. Экономика, риски и перспективы развития отрасли плодоводства в Крыму // Система садоводства

References:

1. Borisova V.Yu., Baranova N.V. Analysis of territorial-temporal variation of the State Customs Committee in the conditions of the Crimean Peninsula. *Viticulture and winemaking*. 2019;48: 13–15. (In Russ.).
2. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Features of water consumption of plum seedlings grown in a nursery under drip irrigation. *Fertility*. 2020;4(115):53–56. DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.15. (In Russ.).
3. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Technology for cultivating plum seedlings in a fruit nursery with drip irrigation in the conditions of the Non-Chernozem Zone of Russia. M.: Prospekt Publishing House, 2023. 136 p. (In Russ.).
4. Eremin E.V. Justification of the drip irrigation regime for pear seedlings in the conditions of the Moscow region: diss. ... cand. of agricultural sciences: 06.01.02 / Eremin Evgeny Vladimirovich. M., 2015. 220 p. (In Russ.).
5. Ovchinnikov A.S., Borodychev V.V., Kucher D.E., Shuravilin A.V. Drip irrigation of an intensive type apple orchard on sod-podzolic soils of the Moscow region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2016;2(42):211–220. (In Russ.).
6. Kireicheva L.V., Korneev I.V. Assessment of climate change trend in the arid zone in the Russian european south and its consideration for irrigation. *Irrigated Agriculture*. 2023;2(41):19–26. (In Russ.).
7. Kopylov V.I. Economics, risks and prospects for the development of the fruit growing industry in the Crimea // *Horticulture System of the Republic of Crimea / Crimean Federal University named V.I. Vernadsky; Academy of Bioresources and*

Республики Крым / Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского; Академия биоресурсов и природопользования. Симферополь: ООО «ИТ «Ариал», 2016. С. 55–75.

8. Крузилин И.П., Никольская О.А. Преимущества сочетания капельного орошения с ростостимулирующими подкормками при выращивании однолетних саженцев черешни // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 3. С. 8–13. DOI: 10.31857/S2500262722030024.

9. Майер А.В., Пенькова Р.И. Разработка мелиоративной системы для малообъемных способов орошения при возделывании овощных и садовых культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2(70). С. 201–209. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-23.

10. Ольгаренко Г.В., Мищенко Н.А. Техника экологически безопасного микроорошения многолетних насаждений // Природообустройство. 2014. № 1. С. 13.

11. Особенности формирования саженцев малины при капельном орошении Центрального Нечерноземья / Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонov, А.В. Лебедев, К.Ю. Ильченко // Мелиорация и водное хозяйство. 2023. № 1. С. 12–18. DOI: 10.32962/0235-2524-2023-1-12-18.

12. Протасова Л.Г., Набоков В.И. Состояние производства и качества плодоовощной продукции // Аграрный вестник Урала. 2022. № 13. С. 70–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-228-13-70-79.

13. Рыкова И.Н., Аксенов С.С., Губанов Р.С. Проблемы и перспективы развития садоводства и виноградарства в России // Вестник Института дружбы народов Кавказа (Теория экономики и управления народным хозяйством). Экономические науки. 2019. № 4(52). С. 56–66.

14. Тентюков М.П., Тимушев Д.А. Оценка погодной устойчивости перспективного гибрида картофеля для сельскохозяйственного производства в условиях среднетаежной зоны северо-восточного Нечерноземья России // Природообустройство. 2019. № 3. С. 48–53. DOI: 10.34677/1997-6011/2019-3-48-53.

Информация об авторах:

Дубенок Николай Николаевич, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Российская Федерация, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49), ndubenok@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9059-9023.

Гемонov Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Российская Федерация, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49), agemonov@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2561-8179.

Лебедев Александр Вячеславович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Российская Федерация, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49), alebedev@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0002-8939-942X.

Вклад авторов: все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе результатов исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Environmental Management. Simferopol: LLC «PP «Ariал», 2016. P. 55–75. (In Russ.).

8. Kruzhilin I.P., Nikolskaya O.A. Advantages of combining drip irrigation with growth-stimulating fertilizing when growing annual cherry seedlings. Russian agricultural science. 2022;3:8–13. DOI: 10.31857/S2500262722030024. (In Russ.).

9. Mayer A.V., Penkova R.I. Development of a reclamation system for low-volume irrigation methods for the cultivation of vegetable and garden crops. Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2023;2(70):201–209. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-23. (In Russ.).

10. Olgarenko G.V., Mishchenko N.A. Technique for environmentally safe micro-irrigation of perennial plantings. Nature management. 2014;1:13. (In Russ.).

11. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Ilchenko K.Yu. Features of the formation of raspberry seedlings under drip irrigation in the Central Non-Black Earth Region. Land reclamation and water management. 2023;1:12–18. DOI: 10.32962/0235-2524-2023-1-12-18. (In Russ.).

12. Protasova L.G., Nabokov V.I. State of production and quality of fruits and vegetables. Agrarian Bulletin of the Urals. 2022;13:70–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-228-13-70-79. (In Russ.).

13. Rykova I.N., Aksenov S.S., Gubanov R.S. Problems and prospects for the development of gardening and viticulture in Russia. Bulletin of the Institute for Friendship of the Peoples of the Caucasus (Theory of Economics and National Economy Management). Economic Sciences. 2019;4(52):56–66. (In Russ.).

14. Tentyukov M.P., Timushev D.A. Assessment of weather resistance of a promising potato hybrid for agricultural production in the conditions of the middle taiga zone of the northeastern Non-Black Earth Region of Russia. Nature management. 2013;3:48–53. DOI: 10.34677/1997-6011/2019-3-48-53. (In Russ.).

Information about the authors:

Dubenok Nikolay Nikolaevich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Department, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Russian Federation, 127434, Moscow, str. Timiryazevskaya, 49), ndubenok@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9059-9023.

Gemonov Aleksandr Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Russian Federation, 127434, Moscow, str. Timiryazevskaya, 49), agemonov@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2561-8179.

Lebedev Aleksandr Vyacheslavovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Russian Federation, 127434, Moscow, str. Timiryazevskaya, 49), alebedev@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0002-8939-942X.

Contribution of the authors: all the authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of the results of the study.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interests.

УДК 635.21

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-3

СОЗДАНИЕ НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ СРЕДНЕГО СРОКА СОЗРЕВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА

CREATION OF NEW VARIETIES OF MEDIUM-RIPENING POTATOES FOR THE FOOTHILL PROVINCES OF DAGESTAN

**В.К. Сердеров
Д.В. Сердерова**

**V.K. Serderov
D.V. Serderova**

ФГБНУ «ФАНЦ РД», Республика Дагестан, Махачкала,
Российская Федерация
serderov55@mail.ru

FGBNU «FANTS RD», Makhachkala, of Republic of Dagestan,
Russian Federation
serderov55@mail.ru

Ведущим направлением для обеспечения населения республики качественными продуктами своего производства является организация на должном уровне селекции и семеноводства, которые будут способствовать успешному развитию сельскохозяйственных культур, в частности и картофеля, а также станут основой увеличения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. Проведенные исследования по изучению сортов различных сроков созревания в предгорной провинции показали, что более приспособленные к условиям этой зоны являются среднеспелые сорта. Создание новых высокопродуктивных сортов картофеля среднего срока созревания, которые будут хорошо приспособлены к почвенно-климатическим условиям предгорной провинции, устойчивых к болезням и вредителям и формирующих гарантированный урожай, способствует рентабельности отрасли картофелеводства в республике. При этом новые устойчивые сорта могут противостоять наиболее распространенным болезням и вредителям и тем самым будут способствовать защите экологии региона. Необходимо также подчеркнуть, что в условиях импортозамещения создание отечественных сортов картофеля, способных адаптироваться к условиям местности выращивания, является одним из перспективных задач всех селекционных программ. Целью нашей работы является создание новых перспективных сортов картофеля и изучение их в экологических условиях предгорной провинции, а также широкое внедрение их в картофелевыращивающих хозяйствах региона. Новые местные сорта, адаптированные к почвенно-климатическим условиям Дагестана, где резко выделяется вертикальная зональность, будут способствовать подъёму рентабельности картофелеводства в республике. В наших исследованиях использованы гибридные популяции картофеля, выращенные из семян отдела экспериментального генофонда картофеля ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» и переданные для дальнейших исследований в условиях Дагестана, а также гибриды первого клубневого поколения, которые были отобраны в 2021 году и заложены на хранение. Проведенные фенологические наблюдения для предварительного определения сроков созревания гибридов показали, что многие из них относятся к средней группе спелости.

The leading direction for providing the population of the republic with high-quality products of its production is the organization of breeding and seed production at the proper level in the republic, which will contribute to the successful development of agricultural crops, in particular potatoes, as well as as a basis for increasing the yield and quality of agricultural crops. Studies conducted on the study of varieties of different maturation periods in the foothill province have shown that medium-ripened varieties are more adapted to the conditions of this zone. The creation of promising and highly productive potato varieties of medium maturity, which will be well adapted to the soil and climatic conditions of the foothill province, resistant to diseases and pests, steadily forming a guaranteed harvest contributes to the profitability of the potato industry in the republic. At the same time, new resistant varieties can resist the most widespread diseases and pests and thereby contribute to the protection of the ecology of the region. It should also be emphasized that the creation of domestic potato varieties capable of import substitution and wide ranges of adaptive ability to the conditions of the growing area is one of the promising tasks of all breeding programs. The purpose of our work is to create new promising potato varieties and study them in the environmental conditions of the foothill province, as well as their widespread introduction into potato growing farms in the region. New local varieties adapted to the soil and climatic conditions of Dagestan, where vertical zonality stands out sharply, will contribute to the profitability of potato growing in the republic. Our research uses hybrid potato populations grown from seeds of the Department of the experimental potato gene pool of the All-Union Potato Institute named after A.G. Lorch and transferred for further research in Dagestan, as well as hybrids of the first tuberous generation, which were selected in 2021 and put into storage. The phenological observations carried out for the preliminary determination of the maturity dates of hybrids have shown that many of them belong to the middle group of ripeness.

Ключевые слова: картофель, предгорная провинция, селекция, гибриды, одноклубневки, горная провинция, урожайность.

Для цитирования: Сердеров В.К., Сердерова Д.В. Создание новых сортов картофеля среднего срока созревания для предгорной провинции Дагестана // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-3.

Введение. Одной из самых популярных и распространенных сельскохозяйственных культур является картофель, который культивируется практически повсеместно.

Как постоянный продукт питания населения, обладающий прекрасными вкусовыми качествами и в качестве корма для животных, он заслуженно получил свое народное название «второй хлеб».

Картофель широко используется в кулинарном деле, а высокое содержание питательных средств различных незаменимых пищевых и физиологически активных веществ, макро-, микроэлементов, аминокислоты и др. для нормального развития организма человека делает его востребованным.

Также он является одним из самых востребованных и широко распространенных сельскохозяйственных культур, которая возделывается во многих странах (в 130 из 262, где проживает 75 % населения планеты) и на всех континентах кроме Антарктиды и одним из сельскохозяйственных культур массового потребления, объемы производства которого ежегодно остаются на высоком уровне¹ [1, 7, 8].

Развитие отрасли и обеспечение населения республики картофелем, а хозяйства высококачественным посадочным материалом рекомендованных сортов, является одним из первоочередных вопросов государственной программы развития сельского хозяйства республики.

Из приведенных данных Государственных органов статистики Дагестана картофеля в республике 2022 году было высажено на площади 21,0 тыс. га, где валовой сбор составил 395,6 тыс. тонн, при урожайности – 18,8 тонн с единицы площади.

Большое значение в повышении урожайности и улучшении качества сельскохозяйственных культур принадлежит возделываемым сортам, приспособленным к условиям территории возделывания, так как они положительно влияют на урожайность и его качество^{2,3} [2, 4, 5, 1].

Необходимо отметить, что в республике ежегодно возделывается картофель на сравнительно больших площадях, но при этом нет ни одного местного сорта, выведенного своими учеными.

В свою очередь ведущим направлением для решения задач, стоящих перед всеми отраслями современного растениеводства, является возрождение отечественной селекции на высоком уровне. Исследования направлены на создание новых конкурентоспособных сортов разных сроков созревания и различного целевого назначения и внедрение в производство. Сорт, хорошо приспособленный к условиям местности возделывания, гарантированно способствует резкому повышению урожайности и качеству возделываемой продукции в изменяющихся природно-экологических условиях Республики Дагестан [5, 2, 6, 10, 11, 12].

Создание сортов сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды, широким диапазоном адаптивной способности к условиям произрастания.

Современная селекция культуры картофеля – это глубокие исследования и физический труд на протяжении более десяти лет, необходимых для создания таких современных сортов, которые могут вполне отвечать современным запросам населения и перерабатывающей промышленности [2, 3, 4, 6, 1].

Необходимо также отметить, что в Дагестане ежегодно картофель возделывается на площади около 20 тысяч гектаров, но при этом нет ни одного сорта местной селекции.

Для организации селекции картофеля в республике имеются хорошие перспективы – это благоприятные природно-климатические условия, связанные с вертикальной зональностью:

- для испытания ранних и сверхранних сортов – равнинная провинция;
- средней спелости сортов – предгорная провинция;

Keywords: potatoes, foothill province, breeding, hybrids, single-club plants, mountain province, yield.

For citation: Serderov V.K., Serderova D.V. Creation of new varieties of medium-ripening potatoes for the foothill provinces of Dagestan. *Irrigated agriculture*. 2024;1(44):118-131. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-3.

- среднеранних и средних сортов – горная провинция.

В связи с вышеизложенным, проведение исследований, направленных на повышение эффективности селекционного процесса по комплексу важнейших показателей и создание на этой основе конкурентоспособных сортов картофеля различных групп спелости и целевого назначения, имеет важное практическое значение и высокую актуальность на современном этапе развития картофелеводства Российской Федерации. Однако работа это длительная, и результатов можно ожидать не раньше, чем через несколько лет [9].

Цель исследований – провести испытания генотипов и выделить наиболее перспективные гибриды для создания среднеспелых универсальных сортов с комплексной устойчивостью к неблагоприятным условиям предгорной провинции.

Материалы и методы. Научная работа по созданию сортов картофеля в 2021-2022 годы была организована отделом на опорном пункте «Курахский» (ФГБНУ «ФАНЦ РД»), который располагается в высокогорной провинции на высоте более 2000 метров над уровнем мирового океана. Для проведения исследований были использованы «Методика полевого опыта» Б.А. Доспехова⁴, а также «Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля»⁵. Для полевого испытания использовали 1080 генотипов гибридных популяций картофеля, которые, согласно договору научно-технического сотрудничества, были получены из ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», также использовали более 80 семей первого клубневого поколения, гибридные семена которых обладали высокими показателями. Они были отобраны и заложены на хранение в 2021 году для изучения их в дальнейших поколениях [3].

Почвы полигона, где проводятся исследования, горно-каштановые среднесуглинистые. Содержание гумуса колеблется от 3,52 до 4,5 %, реакция почвенного раствора (кислотность)

¹Анисимов Б.В., Еланский С.Н., Зейрук В.Н. Сорта картофеля, возделываемые в России: справочное издание. М.: Агроспас, 2013. 144 с.

²Анисимов Б.В., Еланский С.Н., Зейрук В.Н. Сорта картофеля, возделываемые в России: справочное издание. М.: Агроспас, 2013. 144 с.

³Симаков Е.А., Склярлова Н.П., Яшина И.М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 72 с.

⁴Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М: Агропромиздат, 1985. 352 с.

⁵Симаков Е.А., Склярлова Н.П., Яшина И.М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М. ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 72 с.

– 7,8. Почвы хорошо обеспечены необходимыми питательными веществами: гидролизуемым азотом – 8,0-8,7 мг, обменного калия – 23,0-34,2 мг, подвижным фосфором – 5,1-5,3 мг на 100 г почвы.

В селекционных питомниках применялась общепринятая для картофелеводческих хозяйств республики обычная гребневая технология.

Необходимые органические удобрения (перепревший навоз) из расчета 5,0 кг, минеральные удобрения (нитроаммофоска) – 50 г на 1 м² внесли под картофель, непосредственно перед посадкой.

Уход за посадками состоял из до-всходового двукратного рыхления, а после появления всходов – двукратное рыхление с окучиванием.

Участок, где заложены селекционные питомники, расположен в засушливой местности. Выпадающие атмосферные осадки во время вегетации растений (это ежегодно от 40 до 90 мм) не обеспечивают нормального и полного роста и развития многих сельскохозяйственных растений, в том числе и картофеля, поэтому для поддержания в питомниках картофеля необходимой влажности – на уровне 70–75 % от НВ – в течение вегетационного периода были проведены в зависимости от погодных условий 2021-2022 годов, 4 и 6 вегетационных поливов соответственно.

Посадку гибридных популяций картофеля провели после 20 мая.

За время вегетационных периодов на селекционных питомниках, согласно

Таблица 2 – Урожайность гибридов второго клубневого поколения в горной провинции за 2022 год

Table 2 – Productivity of hybrids of the second tuber generation in the Mountain Province for 2022

№ п/п	Номер гибрида / Hybrid number	Масса клубней / The mass of tubers		Количество клубней / The number of tubers	
		г/куст / g/bush	т/га / t/ha	шт./куст / pcs./bush	тыс. шт./га / thousand pcs./ha
1.	2021.2793/4	980	39,9	16	651,2
2.	2021.2793/11	1680	68,4	12	488,4
3.	2021.2793/12	940	38,3	11	447,7
4.	2021.2797/4	1360	55,4	12	488,4
5.	2021.2797/5	1360	55,4	15	651,2
6.	2021.2812/5	1020	41,5	14	571,2
7.	2021.2812/6	930	37,8	13	529,1
8.	2021.2855/1	1020	41,5	13	529,1
9.	2021.2855/4	1090	44,4	14	571,2
10.	2021.2855/5	1040	42,3	15	651,2
11.	2021.2855/9	1020	41,5	14	571,2
12.	2021.2855/10	1180	48,0	13	529,1
13.	Невский (контроль) / Nevsky (control)	680	27,7	10	408,0
	НСР ₀₅		4,8		

методике проведения исследований, были проведены необходимые учеты и другие работы.

Уборочные работы были организованы во второй половине сентября.

Результаты и обсуждение. Посадку картофеля гибридов первого года, переданных из ФГБНУ «ФИЦ картофеля

имени А.Г. Лорха», провели на горном полигоне в третьей декаде апреля.

Во время вегетации на опытных делянках были проведены наблюдения и учеты.

Фенологические наблюдения показали, что всходы на всех гибридных популяциях появились одновременно, а при дальнейшем развитии они отличались.

У многих гибридов разница в наступлении фаз бутонизации и цветения была 4-9 дней, а высыхание ботвы – 10-18 дней. Так как уборку всех гибридов провели одновременно, популяция с ранними сроками созревания была отмечена колывками, чтобы отличить их во время уборки.

Уборку провели во второй декаде сентября.

Клубни каждого гибрида выложили по гнездам для проведения индивидуальной оценки каждого гибрида по комплексу хозяйственно ценных признаков. Отобранные образцы были переложены в сетки и этикетированы селекционным номером.

Результаты уборки и отбора выделенных по урожайности образцов картофеля среднего срока созревания приведены в таблице 1.

Из всех отобранных в 2021 году гибридов (первого клубневого поколения) со среднеранним сроком созревания оказалось 12 штук.

Все отобранные гибриды первого клубневого поколения были заложены на хранение для продолжения исследований в 2022 году – в питомнике ги-

Таблица 1 – Урожайность гибридов картофеля среднего срока созревания за 2021 год

Table 1 – The yield of hybrids of potatoes of medium ripening period

№ п/п	Номер гибрида / Hybrid number	Масса клубней / The mass of tubers		Количество клубней / The number of tubers	
		г/куст / g/bush	т/га / t/ha	шт./куст / pcs./bush	тыс. шт./га / thousand pcs./ha
1.	2021.2793/4	2050	83,4	14	571,2
2.	2021.2793/11	1950	79,4	16	651,2
3.	2021.2793/12	1760	71,6	14	571,2
4.	2021.2797/4	2040	83,0	14	571,2
5.	2021.2797/5	1870	76,1	15	610,5
6.	2021.2812/5	2000	81,4	16	651,2
7.	2021.2812/6	1910	77,7	16	651,2
8.	2021.2855/1	2070	84,2	17	691,9
9.	2021.2855/4	2020	82,2	18	732,6
10.	2021.2855/5	1960	79,8	16	651,2
11.	2021.2855/9	1610	65,5	14	571,2
12.	2021.2855/10	1660	67,6	14	571,2
13.	Невский (контроль) / Nevsky (control)	680	27,7	10	408,0
	НСР ₀₅		4,8		

Таблица 3 – Урожайность гибридов третьего клубневого поколения в предгорной провинции за 2023 год

Table 3 – The yield of hybrids of the third tuber generation in the foothill province for 2023

№ п/п	Номер гибрида / Hybrid numbers	1 повторность / 1 repetition		2 повторность / 2 repetition		В среднем / Average		
		шт./куст / pcs./ bush	т/га / t/ha	шт./куст / pcs./ bush	т/га / t/ha	шт./куст / pcs./ bush	т/га / t/ha	%
1.	2021.2793/3	18,1	23,5	8,6	21,9	13,4	20,0	104
2.	2021.2793/4	17,5	23,5	8,1	11,0	12,8	16,8	87
3.	2021.2797/3	22,0	27,5	11,1	14,9	16,8	21,2	110
4.	2021.2812/9	17,9	36,0	8,6	18,8	13,3	18,4	95
5.	2021.2820/8	20,8	53,5	11,9	30,6	16,4	42,1	218
6.	2021.2820/4	18,8	37,5	11,6	22,7	10,2	30,1	156
7.	2021.2820/8	18,9	43,0	7,9	19,3	13,4	31,7	164
8.	2021.2827/6	16,0	21,0	7,1	9,3	12,6	15,2	79
9.	2021.2830/4	17,4	27,0	8,1	9,3	12,8	18,2	94
10.	2021.2855/2	18,7	41,0	12,0	30,1	15,4	35,6	184
11.	Контроль Невский / Control Nevsky	18,1	28,5	8,3	10,5	13,3	19,3	100
	НСР ₀₅						5,5	

бридов второго года (второго клубневого поколения).

После весенней переборки гибридов, отобранных из одноклубневок урожая 2021 года, были высажены для продолжения исследований в питомнике второго клубневого поколения.

Каждую клоновую семью высаживали в отдельный ряд по 10 клубней.

Для сравнения через каждые 8-10 рядов был размещен контрольный сорт, районированный в республике среднераннего срока созревания – Невский.

Убирали каждый ряд с одной клоновой семьи отдельно с выкладкой клубней каждого гибрида по гнездам. После проведения оценки по комплексу хо-

зяйственно ценных признаков (форма и размер клубней, глубина глазков, длина столонов, отсутствие болезней), каждую семью собрали в отдельный мешок для определения урожайности.

Показатели урожайности отобранных гибридов второго клубневого поколения приведены в таблице 2.

Как показали исследования, урожайность перспективных гибридов была в 2-3 раза выше по сравнению с контрольным сортом Невский и составила от 930 до 1680 граммов на 1 куст.

В 2023 году 10 высокоурожайных гибридов среднего срока созревания, отобранные в 2022 году, были параллельно исследованы в предгорной провинции (Дагестанская селекцион-

ная опытная станция плодовых культур ФГБНУ «ФАНЦ РД»). Результаты расчёта урожайности гибридов третьего клубневого поколения приведены в таблице 3.

Исследование показали:

- в предгорной провинции (Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур ФГБНУ «ФАНЦ РД») высокой продуктивностью отличились 5 гибридов: № 2021.2820/8 – 53,5 т/га, № 2021.2820/8 – 43,0 т/га, № 2021.2855/2 – 41,0 т/га, № 2021.2820/4 – 37,5 т/га и № 2021.2812/9 – 36,0 т/га.

Все выделенные гибриды в горной провинции заложены на хранение для изучения в очередных следующих питомниках в 2024 году.

Заключение. По результатам проведенных исследований в 2021 году из высаженных гибридов картофеля, полученных из отдела экспериментального генофонда картофеля ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», были отобраны 12 гибридов, относящиеся к группе среднего срока созревания с урожайностью от 65,5 до 84,3 т/га.

Все эти гибриды прошли испытания в 2022 году в питомнике второго клубневого поколения (второго года), где урожайность составила от 38,3 до 68,4 т/га.

Как показали исследования, в предгорной провинции (Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур ФГБНУ «ФАНЦ РД») высокой продуктивностью отличились 5 перспективных гибридов: № 2021.2820/8 – 53,5 т/га, № 2021.2820/8 – 43,0 т/га, № 2021.2855/2 – 41,0 т/га, № 2021.2820/4 – 37,5 т/га и № 2021.2812/9 – 36,0 т/га.

Все перспективные гибриды среднего срока созревания заложены на хранение для продолжения исследования в 2024 году в питомнике третьего клубневого поколения.

Список источников:

1. Агроэкологическая оценка перспективных сортов картофеля и особенности агротехники на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А.Е. Новиков, А.А. Новиков, О.Г. Гиченкова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. №3 (67). С. 14-24.
2. Адаптивность, устойчивость как направления селекции к изменяющимся условиям среды / А.В. Корниенко, С.И. Скачков, Л.В. Семенихина, Ю.Н. Мельников // Орошаемое земледелие. 2021. №2. С. 17-21.
3. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России / Е.А. Симаков, Б.В. Ани-

References:

1. Novikov A.E., Novikov A.A., Gichenkova O.G. et al. Agroecological assessment of promising potato varieties and features of agrotechnics on light chestnut soils of the Volgograd region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2022;3 (67):14-24. (In Russ.).
2. Kornienko A.V., Skachkov S.I., Semeniikhina L.V., Melnikov Yu.N. Adaptability, stability as directions of breeding to changing environmental conditions. *Irrigated agriculture.* 2021;2:17-21. (In Russ.).
3. Simakov E.A., Anisimov B.V., Zharova S.V. et al. Current trends in the development of potato breeding and seed production in Russia. *Potatoes and vegetables.* 2020;12:22-26. (In Russ.).

симов, С.В. Жевора [и др.] // Картофель и овощи. 2020. №12. С. 22-26.

4. Генетические источники и методы селекции сои в условиях орошения / В.В. Толоконников, Т.С. Кошкарлова, Л.В. Вронская, С.С. Мухаметханова // Орошаемое земледелие. 2021. №2. С. 22-25.

5. Гиченкова О.Г., Лаптина Ю.А., Дергачева И.А. Результаты агроэкологического испытания сортов картофеля отечественной селекции в условиях орошения Волгоградской области // Орошаемое земледелие. 2021. №4. С. 41-44.

6. Марданшин И.С. Совершенствование методики отбора при селекции картофеля на устойчивость к колорадскому картофельному жуку // Картофель и овощи. 2021. №11. С. 25-28.

7. Родин К.А., Новиков А.А., Новиков А.Е. Совершенствование технологии возделывания картофеля при разных системах защиты растений в условиях Нижнего Поволжья // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т.13. №4. С. 349-361.

8. Пындак В.И., Новиков А.Е. Нетрадиционные удобрения и короткоротационные севообороты при возделывании картофеля и сои // Аграрная наука. 2013. №12. С. 18-19.

9. Сердеров В.К. Организация селекции и семеноводства картофеля в Дагестане: монография. Махачкала: АЛЕФ, 2022. 157 с.

10. Сулова В.А., Корнилова М.С., Галичкина Е.А. Методы селекции дыни в условиях Волгоградского Заволжья // Орошаемое земледелие. 2020. №4. С. 22-25.

11. Kawakami T., Oohori H., Tajima K. Seed potato production system in Japan, starting from foundation seed of potato // Breeding Science. 2015. Vol. 65(1) P. 17-25.

12. Oves E.V. Evaluation of Basic Plants in The Bank of Healthy Potato Varieties in The Northern Region and The High Mountain Zone // International Journal of Pharmaceutical Research. 2021(6). V. 13(1). P. 2379-2385.

Информация об авторах:

Сердеров Валерик Каибханович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, зав. лаборатории селекции и семеноводства овощных культур, ФГБНУ «ФАНЦ РД» (Российская Федерация, 367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, мкр. Научный городок, ул. А. Шахбанова, д. 30), serderov55@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5768-324X.

Сердерова Динара Велибековна, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства овощных культур, ФГБНУ «ФАНЦ РД» (Российская Федерация, 367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, мкр. Научный городок, ул. А. Шахбанова, д. 30).

Вклад авторов: все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе результатов исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

4. Tolokonnikov V.V., Koshkarova T.S., Vronskaya L.V., Mukhametkhanova S.S. Genetic sources and methods of soybean breeding under irrigation conditions. *Irrigated agriculture*. 2021;2:22-25. (In Russ.).

5. Gichenkova O.G., Lapina Yu.A., Dergacheva I.A. Results of agroecological testing of potato varieties of domestic breeding in irrigation conditions of the Volgograd region. *Irrigated agriculture*. 2021;4:41-44. (In Russ.).

6. Mardanshin I.S. Improving the selection methodology for potato breeding for resistance to the Colorado potato beetle. *Potatoes and vegetables*. 2021;11:25-28. (In Russ.).

7. Rodin K.A., Novikov A.A., Novikov A.E. Improvement of potato cultivation technology with different plant protection systems in the conditions of the Lower Volga region. *Land reclamation and hydraulic engineering*. 2023;13(4):349-361. (In Russ.).

8. Pyndak V.I., Novikov A.E. Non-traditional fertilizers and short-rotation crop rotations in the cultivation of potatoes and soybeans. *Agrarian science*. 2013;12:18-19. (In Russ.).

9. Serderov V.K. Organization of potato breeding and seed production in Dagestan: monograph. Makhachkala: ALEPH, 2022. 157 p. (In Russ.).

10. Suslova V.A., Kornilova M.S., Galichkina E.A. Methods of melon breeding in the conditions of the Volgograd Volga region. *Irrigated agriculture*. 2020;4:22-25. (In Russ.).

11. Kawakami T., Oohori H., Tajima K. Seed potato production system in Japan, starting from foundation seed of potato. *Breeding Science*. 2015;65(1):17-25.

12. Oves E.V. Evaluation of basic plants in the bank of healthy potato varieties in the northern region and the high mountain zone. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2021;13(1):2379-2385.

Information about the authors:

Serderov Valerik Kaibkhanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Head. laboratories of breeding and seed production of vegetable crops, FGBNU «FANTS RD» (Russian Federation, 367014, Republic of Dagestan, Makhachkala, md. Scientific town, A. str. Shakhbanov, 30), serderov55@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5768-324X.

Serderova Dinara Velibekovna, Junior researcher laboratories of breeding and seed production of vegetable crops, FGBNU «FANTS RD» (Russian Federation, 367014, Republic of Dagestan, Makhachkala, md. Scientific town, A. str. Shakhbanov, 30).

Contribution of the authors: all the authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of the results of the study.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interests.



ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР АГРОБИЗНЕСА



ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА

Всероссийским научно-исследовательским институтом орошаемого земледелия разработана технология возделывания периодически поливаемого риса на оросительных системах общего назначения

КЛЮЧЕВЫЕ КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА, ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ ЦЕННОСТЬ:

созданные сорта риса (Волгоградский и Сталинград 1) отличаются высокой продуктивностью (от 4 до 7 т/га зерна) при поливе по полосам, дождеванием и капельном орошении.

СОРТ ВОЛГОГРАДСКИЙ

- Урожайность до 5,5 т/га
- Vegetационный период 105 дней
- Отличное качество крупы, стекловидность 85-87%,
- Выход крупы – 66-68%, целого ядра – 75%
- Устойчив к полеганию, засухе и пирикулярриозу, отличается энергичным прорастанием при пониженных температурах

СОРТ СТАЛИНГРАД 1

- Потенциальная урожайность 6,5-7,0 т/га
- Отличное качество крупы, стекловидность 92-97%
- Выход крупы 67-69%, целого ядра – 77%
- Низкое содержание амилозы, пригоден для продуктов детского питания, полезен при диабете и заболеваниях желудочно-кишечного тракта

Объём работ,
выполняемых
ГНУ ВНИИОЗ

Схема производства риса 9,5 тыс. тонн

P1, площадь 0,012 га, урожайность в зачётном весе 50 кг, к посеву 30 кг.

P2, площадь 0,17 га, урожайность в зачётном весе 300 кг, к посеву 180 кг.

Супер элита: площадь 1 га,
урожайность 4 т, семена к
посеву 2,6 т.

Элита: площадь 14 га,
урожайность в зачётном весе
56 т, к посеву 33 т зерна

Производство семян I и II репродукции,
площадь под посевы – 300 га, урожай – 1300 т, семян 800 т.

100 га,
400 т

100 га,
400 т

100 га,
400 т

Производство риса-сырца,
площадь под посевы – 4000 га, урожай – 16000 тонн.

800 га,
3200 т.

800 га,
3200 т.

800 га,
3200 т.

800 га,
3200 т.

800 га,
3200 т.

Переработка риса-сырца на крупу, выход 60 % крупы – 9500 тонн.

3150 т

3150 т

3150 т

Объём работ,
выполняемых с.-х.
производителями

Перерабатывающие
предприятия



400002, Россия, Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9
8 (8442) 60-24-28, 8 (8442) 60-24-34
vniioz@yandex.ru

УДК 631.51

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-4

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛУКА НА КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

THE USE OF FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF ONIONS ON DRIP IRRIGATION

В.Н. Павленко, В.А. Зайцев**V.N. Pavlenko, V.A. Zaitsev**

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград,
Российская Федерация
zaycev0808@yandex.ru

FSBEI HE Volgograd SAU, Volgograd, Russian Federation
zaycev0808@yandex.ru

С 2018 по 2022 годы на опытном поле ИП Зайцева А.В. Городищенского района Волгоградской области в Волго-Донском междуречье на светло-каштановых тяжелосуглинистых почвах проводились двухфакторные опыты по оптимизации минерального питания гибридов лука. Фактор А – гибриды: вариант 1 – гибрид Саманта F_1 ; вариант 2 – гибрид Манас F_1 ; вариант 3 – гибрид Сабросо F_1 ; фактор В – система удобрений: вариант 1 – система питания 1; вариант 2 – система питания 2; вариант 3 – система питания 3. Полив проводился системой капельного орошения системы Нетафим. Водный режим заключался в поддержании в слое 0,5 м дифференцированного предполивного порога влажности почвы 80 % НВ – от посева до начала созревания луковицы и 70 % НВ – в период созревания – технической спелости луковицы. Наибольшее количество листьев на одном растении лука репчатого в среднем за пять лет исследований формировалось у гибрида Сабросо F_1 на варианте с системой питания – фертигация аммиачной селитрой до фазы начала образования луковицы (от 1 до 4 удобрительных полива); фертигации нитратом кальция и нитратом калия начиная с фазы начала образования луковицы + одна листовая подкормка $N20P20K_{20}$ + микроэлементы в фазу образования 3-5 листьев + одна листовая подкормка $N12P6K_{36}$ + Mg + S + микроэлементы в фазу начала образования луковицы, и равнялось 13,5 листьев на одном растении. На данном варианте с системой питания у гибрида Сабросо F_1 средняя масса луковицы составила 136,5 грамм. Наибольшая урожайность лука в среднем за 2018-2022 годы формировалась также у гибрида Сабросо F_1 на варианте с третьей системой питания и равнялась 116,2 т/га, что на 20,0 т/га, или на 20,8 % больше, чем у гибрида Манас на варианте с первой системой питания.

From 2018 to 2022, two-factor experiments on optimizing the mineral nutrition of onion hybrids were conducted at the experimental field of IP Zaitsev A.V. Gorodishchensky district of the Volgograd region in the Volga-Don interfluvium on light chestnut heavy loamy soils. Factor A – hybrids: option 1 – Samantha F_1 hybrid; option 2 – Manas F_1 hybrid; option 3 – Sabroso F_1 hybrid; factor B – fertilizer system: option 1 – nutrition system 1; option 2 – nutrition system 2; option 3 – nutrition system 3. Irrigation was carried out by a drip irrigation system of the Netafim system. The water regime consisted in maintaining in a 0.5 m layer a differentiated pre-irrigation threshold of soil moisture of 80% HB – from sowing to the beginning of bulb maturation and 70% HB – during the ripening period – the technical ripeness of the bulb. The largest number of leaves per onion plant, on average, over five years of research, was formed in the hybrid Sabroso F_1 on a variant with a nutrition system – fertigation with ammonium nitrate before the bulb formation phase (from 1 to 4 fertilizing irrigations); fertigation with calcium nitrate and potassium nitrate starting from the bulb formation phase + one leaf dressing $N20P20K_{20}$ + trace elements in the phase of formation of 3-5 leaves + one leaf dressing $N12P6K_{36}$ + Mg + S + trace elements in the phase of the beginning of bulb formation, and 13.5 leaves per plant were equal. In this variant with a power system, the Sabroso F_1 hybrid had an average bulb weight of 136.5 grams. The highest onion yield on average for 2018-2022 was also formed in the Sabroso F_1 hybrid on the variant with the third power supply system and was 116.2 t/ha, which is 20.0 t/ha, or 20.8% more than in the Manas hybrid on the variant with the first power supply system.

Ключевые слова: лук репчатый, капельное орошение, системы питания, биометрические показатели, урожайность.

Для цитирования: Павленко В.Н., Зайцев В.А. Применение удобрений при выращивании лука на капельном орошении // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. . DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-4.

Key words: onion, drip irrigation, nutrition systems, biometric indicators, yield.

For citation: Pavlenko V.N., Zaitsev V.A. The use of fertilizers in the cultivation of onions on drip irrigation. *Irrigated agriculture*. 2024;1(44):42-47. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-4.

Введение. Лук – одна из древнейших культур – был введен в культуру более 6000 лет назад. Его родиной является Средняя Азия, Афганистан, Иран. Лук относится к роду *Allium* семейства Луковые – *Alliaceae*. Лук репчатый (*Allium cepa* L.) – двулетняя овощная культура [2, 3, 12].

У репчатого лука имеется большое разнообразие форм лука. У луковицы различают верхнюю часть – шейку, переходную от шейки к расширению – плечики и нижнюю часть – донце [6, 13, 14].

По форме луковицы делят на шесть групп: от плоских до сигаровидных; они утолщены в средней части и имеют различный характер сбега (сужения) к шейке и донцу [1, 10, 5].

В Российской Федерации распространены сорта округлые и округло-плоские, но есть и эллипсоидальные, яйцевидные, сильно вытянутые [7, 8, 4].

В зоне светло-каштановых почв Астраханской области в 2018-2019 годах Н.В. Тютюма, А.Н. Бондаренко и О.В. Костыренко провели комплексный анализ влияния внекорневых обработок современными ростостимулирующими препаратами, направленных на увеличение урожайности и роста экономической эффективности сортов Сима, Кристина, Гордион и гибрида лука репчатого Байрам F. Исследования показали, что у сорта лука репчатого Сима на варианте с обработкой препаратом Новосил был получен максимальный показатель 103 шт. луковиц на 1 м² при общей массе 11,1 кг/м² [11].

Е.В. Калмыкова, Г.А. Воронин с 2016 по 2018 годы проводили исследования по обоснованию целесообразности применения ресурсоэффективных элементов технологии возделывания лука репчатого Маргит F₁ в условиях Нижнего Поволжья. Наиболее значительным было влияние применения листовых подкормок на фоне минеральных удобрений N160P85K₈₅. Так, на варианте CO(NH₂) 28 % + N160P85K₈₅ было получено 100,1 т/га, что обеспечило прибавку на 62,9 т/га по сравнению с контролем [9].

Актуальность исследований предопределена отсутствием практических рекомендаций по отбору наиболее перспективных сортов лука и технологии его возделывания в почвенно-климатических условиях Нижнего Поволжья.

Научная новизна состоит в том, что для условий Волго-Донского междуречья определены системы питания растений, позволяющие по-

лучать более 120 тонн стандартного лука репчатого с гектара. Выявлена эффективность применения стимуляторов роста при возделывании лука репчатого на капельном орошении в условиях Волго-Донского междуречья.

Практическая реализация разработанных систем питания и применения стимуляторов роста позволяет луководам Нижнего Поволжья получать свыше 120 тонн товарного лука репчатого ежегодно. Освоение предлагаемых элементов технологии возделывания лука репчатого в условиях Волго-Донского междуречья приводит к существенной экономии материально-технических ресурсов увеличению товарности.

Цель исследований заключалась в научном обосновании и оптимизации элементов технологии возделывания лука репчатого при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья.

Материалы и методы. С 2018 по 2022 годы на опытном поле ИП Заичева А.В. Городищенского района Волгоградской области в Волго-Донском междуречье проводились двухфакторные опыты по оптимизации минерального питания гибридов лука. Фактор А – гибриды: Вариант 1 – гибрид Саманта F₁; Вариант 2 –

гибрид Манас F₁; Вариант 3 – гибрид Сабросо F₁; Фактор В – система удобрений: Вариант 1 – система питания 1; Вариант 2 – система питания 2; Вариант 3 – система питания 3.

Ширина деланки составляла 1,70 м, длина – 5,88 м. Учетная площадь деланки равнялась 10 м², повторность четырехкратная.

Почва опытного участка светло-каштановая, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистая. Почвы опытного участка характеризуются маломощным гумусовым горизонтом 0,15–0,25 м и низким содержанием гумуса в пахотном слое (1,7 %). Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,3). Полив проводился системой капельного орошения системы Нетафим. Водный режим заключался в поддержании дифференцированного предположительного порога влажности почвы в слое 0,5 м – 80 % НВ – от посева до начала созревания луковиц и 70 % НВ – в период созревания – технической спелости луковицы.

Результаты и обсуждение. Длина наибольшего листа в среднем за 2018-2022 годы у гибрида Саманта F₁ была наименьшей на варианте с первой системой питания и равнялась 49,2 см, наибольшей – на варианте с третьей системой питания и

Таблица 1 – Системы питания растений
Table 1 – Plant nutrition systems

Система питания 1 – Фертигация аммиачной селитрой / The first food system is Fertigation with ammonium nitrate
Система питания 2 – Фертигация аммиачной селитрой + одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу образования 3-5 листьев (0,3 % раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу начала образования луковицы (0,3 % раствор, 300 л/га) / The second power supply system is Fertigation with ammonium nitrate + one leaf dressing NPK 20-20-20+trace elements in the phase of formation of 3-5 leaves (0,3 % solution, 300 l/ha) + one leaf dressing NPK 12-6-36+Mg+S+trace elements in the phase of the beginning of bulb formation (0,3 % solution, 300 l/ha)
Система питания 3 – Фертигация аммиачной селитрой до фазы начала образования луковицы (1-4 фертигации) Фертигация нитратом кальция и нитратом калия начиная с фазы начала образования луковицы (75 % N из нитрата кальция и 25 % N из нитрата калия) + одна листовая подкормка NPK 20-20-20+микроэлементы в фазу образования 3-5 листьев (0,3 % раствор, 300 л/га) + одна листовая подкормка NPK 12-6-36+Mg+S+микроэлементы в фазу начала образования луковицы (0,3 % раствор, 300 л/га) / The third nutrition system is Fertigation with ammonium nitrate before the phase of the beginning of bulb formation (1-4 fertigation) Fertigation with calcium nitrate and potassium nitrate, starting from the phase of the beginning of bulb formation (75 % N from calcium nitrate and 25 % N from potassium nitrate) + one leaf dressing NPK 20-20-20+trace elements in the phase of formation of 3-5 leaves (0,3 % solution, 300 l/ha) + one leaf dressing NPK 12-6-36+Mg+S+trace elements in the phase of the beginning of bulb formation (0,3 % solution, 300 l/ha)

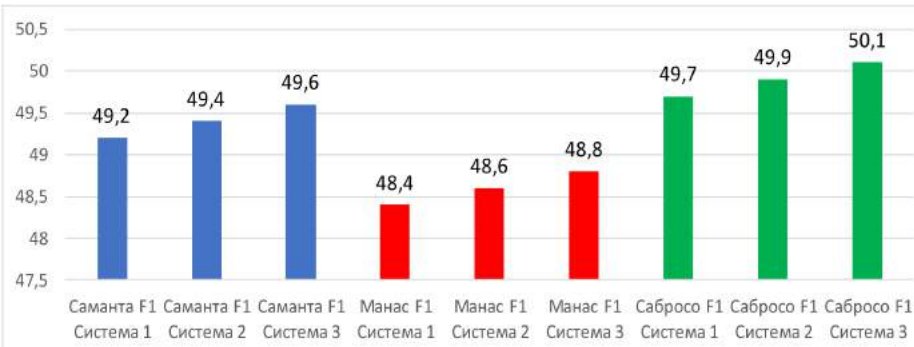


Рисунок 1 – Длина наибольшего листа, среднее за 2018–2022 гг., см
Figure 1 – Length of the largest sheet, average for 2018–2022, cm

равнялась 49,6 см. У гибрида Манас F₁ длина наибольшего листа оказалась на 0,8 см меньше и находилась в пределах от 48,4 см на варианте с первой системой удобрений до 48,8 см на варианте с третьей системой удобрений. У гибрида Сабросо F₁ длина наибольшего листа оказалась на 0,5 см больше, чем у гибрида Саманта F₁ и на 1,3 см больше, чем у гибрида Манас F₁. Наибольшая длина самого длинного листа лука репчатого в среднем за 2018–2022 годы формировалась у гибрида Сабросо F₁ на варианте с третьей системой питания и равнялась 50,1 см.

Количество листьев на одном растении в среднем за пять лет исследований с 2018 по 2022 годы у гибрида Саманта F₁ было наименьшим на варианте с первой системой питания и равнялось 12,7 шт., наибольшим – на варианте с третьей системой питания и равнялось 13,2 шт. У гибрида Манас F₁ количество листьев на одном растении оказалось на 0,4–0,5 шт. меньше. Наименьшим оно было на варианте с первой системой питания и равнялось 12,3 шт., наибольшим – на варианте с третьей системой питания и равнялось 13,5 шт. У гибрида Сабросо F₁ количество листьев на одном растении оказалось на 0,3–0,4 шт. больше, чем у гибрида

Саманта F₁ и на 0,8 шт. больше, чем у гибрида Манас F₁. Наибольшее количество листьев на одном растении лука репчатого в среднем за пять лет исследований с 2018 по 2022 годы формировалось у гибрида Сабросо F₁ на варианте с третьей системой питания и равнялось 13,5 шт.

Средняя масса луковицы за пять лет исследований с 2018 по 2022 годы была наименьшей у гибрида Манас F₁ на варианте с первой системой питания и равнялась 115,4 грамма. На варианте со второй системой

питания средняя масса луковицы оказалась на 4,1 грамма больше. На варианте с третьей системой питания средняя масса луковицы была на 7,8 грамма больше. У гибрида Саманта F₁ средняя масса луковицы на варианте с первой системой питания была на 4,5 грамма больше, чем у гибрида Манас F₁ и равнялась 119,9 грамма. На варианте со второй системой питания средняя масса луковицы оказалась на 5,2 грамма больше. На варианте с третьей системой питания средняя масса луковицы оказалась на 10,4 грамма больше. У гибрида Сабросо F₁ средняя масса луковицы на варианте с первой системой питания была на 11,9 грамма больше, чем у гибрида Манас F₁, на 7,4 грамма больше, чем у гибрида Саманта F₁ и равнялась 127,3 грамма. На варианте со второй системой питания средняя масса луковицы оказалась на 4,8 грамма больше. На варианте с третьей системой питания средняя масса луковицы оказалась на 9,2 грамма больше.

Таким образом, наибольшая средняя масса луковицы за пять лет

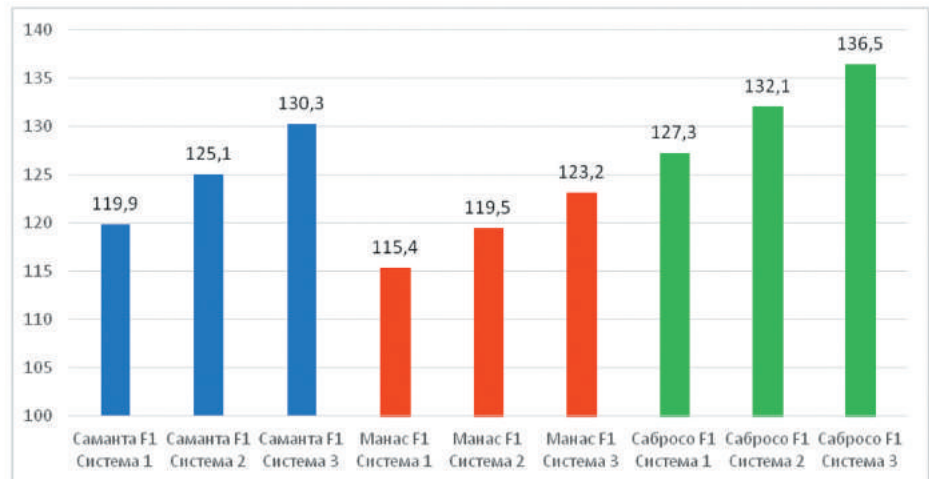


Рисунок 3 – Масса луковицы в среднем за 2018–2022 году, г
Figure 3 – Bulb weight on average for 2018–2022, g

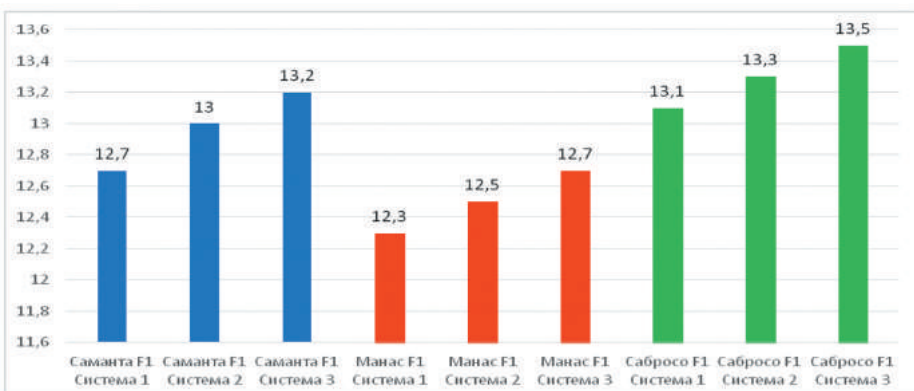


Рисунок 2 – Количество листьев на одном растении, среднее за 2018–2022 гг., шт.
Figure 2 – Number of leaves per plant, average for 2018–2022, pcs.

Figure 2 – Number of leaves per plant, average for 2018–2022, pcs.

исследований с 2018 по 2022 годы оказалась у гибрида Сабросо F₁ на варианте с третьей системой питания и равнялась 136,5 грамма.

Наименьшая урожайность лука в среднем за 2018–2022 годы формировалась у гибрида Манас F₁ на варианте с первой системой питания и равнялась 96,2 т/га. На варианте со второй системой питания урожайность у данного гибрида формировалась на 3,5 т/га больше, а на варианте с третьей системой питания урожайность у данного гибрида формировалась на 8,1 т/га больше, чем на варианте с первой системой питания.

Таблица 2 – Урожайность лука, т/га /
Table 2 – Onion yield, t/ha

Гибрид / Hybrid	Система удобрений / Fertilizer system	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 2018 - 2022 гг. / Average for 2018-2022
Саманта F ₁ / Samantha F ₁	Система 1 / System 1	98,3	98,6	98,8	102,3	107,7	101,1
	Система 2 / System 2	102,7	103,1	104,7	106,4	110,5	105,5
	Система 3 / System 3	105,9	107,8	107,5	112,3	116,2	109,9
Манас F ₁ / Manas F ₁	Система 1 / System 1	92,8	93,5	94,5	97,6	102,9	96,2
	Система 2 / System 2	96,2	96,7	98,2	101,3	106,3	99,7
	Система 3 / System 3	100,1	99,5	100,6	103,9	117,5	104,3
Сабросо F ₁ / Sabroso F ₁	Система 1 / System 1	104,2	105,2	106,5	109,9	116,5	108,5
	Система 2 / System 2	107,5	109,3	109,9	115,0	120,4	112,4
	Система 3 / System 3	110,2	113,9	114,1	118,5	124,5	116,2
HCP ₀₅ A		0,6	0,8	0,8	0,8	0,9	
HCP ₀₅ B		0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	
HCP ₀₅ AB		0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	

У гибрида Саманта F₁ урожайность лука формировалась на 4,9–5,8 т/га больше, чем у гибрида Манас F₁. У гибрида Сабросо F₁ урожайность лука формировалась на 11,9–12,7 т/га больше, чем у гибрида Манас F₁ и на 6,3–7,4 т/га больше, чем у гибрида Саманта F₁. Наибольшая урожайность лука в среднем за 2018–2022 годы формировалась у гибрида Сабросо F₁ на варианте с третьей системой питания и равнялась 116,2 т/га, то есть на 20,0 т/га, или на 20,8 % больше, чем у гибрида Манас на варианте с первой системой питания.

Заключение. Третья система питания, состоящая из фертигации аммиачной селитрой до фазы начала образования луковицы (1-4 фертигации); фертигации нитратом кальция и нитратом калия начиная с фазы начала образования луковицы + одна листовая подкормка NPK 20-20-20 + микроэлементы в фазу образования 3-5 листьев + одна листовая подкормка NPK 12-6-36 + Mg + S + микроэлементы в фазу начала образования луковицы, улучшала биометрические показатели, массу луковицы и урожайность лука репчатого при возделывании его на капельном орошении в условиях Волго-Донского междуречья.

Список источников:

- Алижанова Р.Р. Создание и оценка исходного материала с устойчивостью к ложной мучнистой росе для селекции F₁-гибридов лука репчатого: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Рада Расимовна Алижанова. М., 2019. 103 с.
- Влияние минеральных удобрений и регулятора роста на изменение биохимических качеств гибридов лука репчатого в процессе хранения / А.Р. Бебрис, В.А. Борисов, Н.А. Фильрозе [и др.] // Овощи России. 2018. № 4. С. 67–70.
- Влияние обработки почвы и удобрений на продуктивность лука репчатого / О.Г. Гиченкова, Ю.А. Лаптина, Е.А. Ким, М.В. Ким // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: матер. Нац. науч.-практ. конф. Волгоград: ВолГАУ, 2022. С. 182–188.
- Водообеспеченность – определяющий фактор эффективного развития лука репчатого / Н.И. Матвеева, Н.Ю. Петров, В.Б. Нарушев, В.П. Зволинский // Аграрный научный журнал. 2019. № 11. С. 18–22.
- Григоров С.М., Винников Д.С., Черкашин Ю.Н. Эффективность капельного орошения репчатого лука при разных способах посева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 4 (40). С. 28–34.

References:

- Alizhanova R.R. Creation and evaluation of the source material with resistance to false powdery mildew for breeding F₁ hybrids of onion: dis. ... cand. agricul. scien.: 06.01.05 / Alizhanova Rada Rasimovna. M., 2019. 103 p. (In Russ.).
- Bebris A.R., Borisov V.A., Filrose N.A. et al. The influence of mineral fertilizers and a growth regulator on changes in the biochemical qualities of onion hybrids during storage. *Vegetables of Russia*. 2018;4:67–70. (In Russ.).
- Gichenkova O.G., Laptina Yu.A., Kim E.A., Kim M.V. The influence of tillage and fertilizers on the productivity of onions. *Scientific substantiation of the strategy of digital development of agriculture and rural areas: mater. of the Nat. scien. and pract. conf. Volgograd: VolGAU, 2022:182–188. (In Russ.).*
- Matveeva N.I., Petrov N.Yu., Narushev V.B., Zvolinsky V.P. Water availability is a determining factor in the effective development of onions. *Agrarian Scientific Journal*. 2019;11:18–22. (In Russ.).
- Grigorov S.M., Vinnikov D.S., Cherkashin Yu.N. The effectiveness of drip irrigation of onions with different methods of sowing. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2015;4(40):28–34. (In Russ.).
- Domblides A.S. Search for sources of sterility signs in onion samples using DNA markers. *Vegetables of Russia*. 2020;5:15–19. (In Russ.).

6. Домблides А.С. Поиск генисточников признака стерильности у образцов лука репчатого с использованием ДНК-маркеров // Овощи России. 2020. № 5. С. 15–19.

7. Дубинин С.В., Осихов А.И. Технология возделывания репчатого лука // Картофель и овощи. 2014. № 2. С. 20–22.

8. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Нарушев В.Б. Продуктивность лука репчатого при применении регулятора роста Энергия-М // Аграрный научный журнал. 2018. № 2. С. 7–11.

9. Калмыкова Е.В., Воронин Г.А. Ресурсоэффективные элементы технологии возделывания лука репчатого в условиях Нижнего Поволжья // Орошаемое земледелие. 2021. № 3 (34). С. 52–56. DOI 10.35809/2618-8279-2021-3-10.

10. Пищевая ценность салатного лука крымской селекции / Н.А. Голубкина, В.И. Немтинов, Ю.Н. Костанчук [и др.] // Овощи России. 2020. № 1. С. 74–79.

11. Тютюма Н.В., Бондаренко А.Н., Костыренко О.В. Применение ростостимулирующих препаратов при возделывании лука репчатого на орошаемых землях Северного Прикаспия // Орошаемое земледелие. 2021. № 1 (32). С. 38–42.

12. Erica A. Moretti, Brian A. Nault. Onion Thrips Control in Onion // *Agronomy journal*. 2019. № 44 (1). P. 1034–1042.

13. Havey M.J., Kohn C. Efficacy of Molecular Markers Jnurf13 and AcPms1 for Prediction of Genotypes at the Nuclear Ms Locus in Three Open-pollinated Populations of Onion from North America // *HortScience*. 2017. Vol. 52. Iss. 8. P. 1052–1053.

14. Kim S., Kim S. Application of the Molecular Marker in Linkage Disequilibrium with Ms, a Restorer-of-fertility Locus, for Improvement of Onion Breeding Efficiency // *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 2015. Vol. 33(4). P. 550–558.

7. Dubinin S.V., Ossikhov A.I. Technology of onion cultivation. *Potatoes and vegetables*. 2014;2:20–22. (In Russ.).

8. Kalmykova E.V., Petrov N.Yu., Narushev V.B. Productivity of onions when using the growth regulator Energia-M. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;2:7–11. (In Russ.).

9. Kalmykova E.V., Voronin G.A. Resource-efficient elements of onion cultivation technology in the conditions of the Lower Volga region. *Irrigated agriculture*. 2021;3(34):52–56. DOI 10.35809/2618-8279-2021-3-10. (In Russ.).

10. Golubkina N.A., Nemtinov V.I., Kostanchuk Yu.N. et al. Nutritional value of salad onions of the Crimean selection. *Vegetables of Russia*. 2020;1:74–79. (In Russ.).

11. Tyutyuma N.V., Bondarenko A.N., Kostyrenko O.V. The use of growth-stimulating drugs in the cultivation of onions on irrigated lands of the northern Caspian Sea. *Irrigated agriculture*. 2021;1 (32):38–42. (In Russ.).

12. Erica A. Moretti, Brian A. Nault. Onion Thrips Control in Onion. *Agronomy journal*. 2019;44 (1):1034–1042.

13. Havey M.J., Kohn C. Efficacy of Molecular Markers Jnurf13 and AcPms1 for Prediction of Genotypes at the Nuclear Ms Locus in Three Open-pollinated Populations of Onion from North America. *HortScience*. 2017;52(8):1052–1053.

14. Kim S., Kim S. Application of the Molecular Marker in Linkage Disequilibrium with Ms, a Restorer-of-fertility Locus, for Improvement of Onion Breeding Efficiency. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 2015;33(4):550–558.

Информация об авторах:

Павленко Владимир Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Технологии перерабатывающих и пищевых производств», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), vladimirpavlenko@yandex.ru, ORCID 0009-0007-2657-1134.

Зайцев Виктор Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, докторант, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), zaycev0808@yandex.ru, ORCID 0009-0007-2657-1134.

Вклад авторов: все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе результатов исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Pavlenko Vladimir Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences Professor of the Department of Technology of Processing and Food Production, FSBEI HE Volgograd SAU (Russian Federation, 400002, Southern Federal District, Volgograd Region, Volgograd, Universitetsky Ave., 26) vladimirpavlenko@yandex.ru, ORCID 0009-0007-2657-1134.

Zaitsev Viktor Anatolyevich, Candidate of Agricultural Sciences, doctoral student, FSBEI HE Volgograd SAU (Russian Federation, 400002, Southern Federal District, Volgograd Region, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), zaycev0808@yandex.ru, ORCID 0009-0007-2657-1134.

Contribution of the authors: all the authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of the results of the study.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interests.



РЕГИОНИНВЕСТАГРО

ОСНОВАНО 2003

УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

(восстановления из навоза)

ПОДСТИЛКИ ДЛЯ КРС

BRU (Германия)

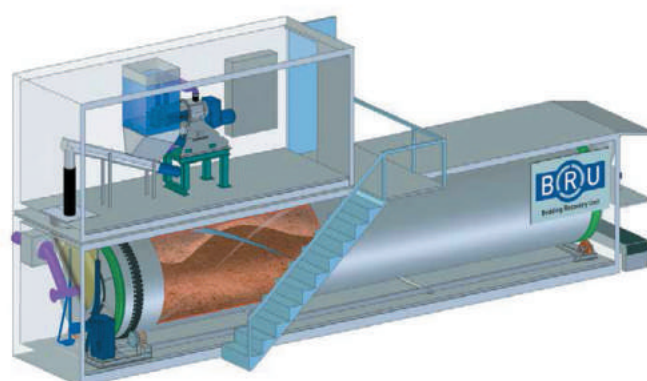


Преимущества производства подстильного материала из навоза установками BRU:

- Анаэробный процесс переработки навоза уменьшает содержание возбудителей мастита и способствует сохранению родной микрофлоры
- Увеличение надоев
- Экономия средств на покупку подстильного материала
- Снижение затрат на переработку/утилизацию навоза
- Простота переработки и утилизации
- Стабильное качество подстилки

Процесс производства подстильного материала автоматизирован и может осуществляться непрерывно 24 часа в сутки

Возможна поставка установок BRU на 1 000 и 2 000 голов КРС



г. Волгоград, ул. Новороссийская, 5.

Тел.: +7 (8442) 41-62-83, +7 (8442) 26-04-30

www.riagro.ru e-mail.vasilyuk@riagro.ru



УДК 635.63-154

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-5

ЗНАЧЕНИЕ СВЕТОВЫХ СПЕКТРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРИВИТОЙ РАССАДЫ ОГУРЦА

THE IMPORTANCE OF LIGHT SPECTRA IN THE PRODUCTION OF GRAFTED CUCUMBER SEEDLINGS

¹П.С. Маликова
¹О.Г. Гиченкова
²Ю.А. Лаптина

¹P.S. Malikova
¹O.G. Gichenkova
²Yu.A. Laptina

¹ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, Российская Федерация
²ФИЦ «Немчиновка», г. Одинцово, Московская область, Российская Федерация
olga.gichenkova@mail.ru

¹FSBEI HE Volgograd SAU
²FRC «Nemchinovka», v. Odintsovo, Moscow oblast, Russian Federation
olga.gichenkova@mail.ru

Огурец – одна из самых востребованных овощных культур на рынке нашей страны. Потребление тепличной продукции на 2023 г. увеличилось с 4,4 кг до 6,1 кг на душу населения, что открывает перед аграриями хорошие перспективы. Однако получать стабильные урожаи получается не всегда. Причиной тому потери от вредителей и болезней. Прививка – один из наилучших методов получения овощной продукции с повышенной устойчивостью к патогенам. Для достижения успешной прививки во время процесса срачивания необходимо контролировать такие факторы среды, как освещенность, температура и влажность. Опыт проводился в 3-х кратной повторности по 24 растения. Спустя 13 дней со дня посева привоя и 11 дней со дня посева подвоя была проведена прививка растений. В опыте использовались в качестве подвоя семена Лагенарии обыкновенной (компания Гавриш), а привоя – партенокарпический огурец Каберри F₁ (компания De Ruiter). В результате исследований влияния на привитые растения огурца в камере срачивания монохроматического синего (440 нм), красного (660 нм), комбинации красного и синего спектров вместе (660 нм и 440 нм) выявлено их воздействие на приживаемость растений и формирование корневой системы у подвоя. По предварительным данным было установлено, что использование красного спектра при длине волны 660 нм повышает процент приживаемости – 96 %, ускоряет рост вегетативной массы у привитых растений, а также усиливает развитие корневой системы у подвоя, увеличивая вес корней до 2,4 г.

Cucumber is one of the most demanded vegetable crops on the market of our country. The consumption of greenhouse products in 2023 increased from 4.4 kg to 6.1 kg per capita, which opens up good prospects for farmers. However, it is not always possible to obtain stable yields. The reason for this is losses from pests and diseases. Vaccination is one of the best methods for obtaining vegetable products with increased resistance to pathogens. To achieve successful grafting, environmental factors such as light, temperature and humidity must be controlled during the splicing process. The experiment was carried out in 3-fold repetition of 24 plants. After 13 days from the date of sowing the graft and 11 days from the date of sowing the rootstock, the plants were vaccinated. In the experiment, seeds of *Lagenaria vulgaris* (Gavrish company) were used as a rootstock, and parthenocarpic cucumber Kaberry F₁ (De Ruiter company) was used as a graft. As a result of studies of the effect of monochromatic blue (440 nm), red (660 nm), a combination of red and blue spectra together (660 nm and 440 nm) on grafted cucumber plants in the splicing chamber, their effect on plant survival and the formation of the root system in the rootstock was revealed. According to preliminary data, it was found that the use of the red spectrum at a wavelength of 660 nm increases the percentage of survival – 96%, accelerates the growth of vegetative mass in grafted plants, and also enhances the development of the root system in the rootstock, increasing the weight of the roots to 2.4 g.

Ключевые слова: рассадка, прививка, досвечивание, светодиоды, защищенный грунт.

Для цитирования: Маликова П.С., Гиченкова О.Г., Лаптина Ю.А. Значение световых спектров при производстве привитой рассады огурца // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. . DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-5.

Keywords: seedlings, grafting, additional illumination, LEDs, protected soil.

For citation: Malikova P.S., Gichenkova O.G., Laptina Yu.A. The importance of light spectra in the production of grafted cucumber seedlings. *Irrigated agriculture*. 2024;1(44):42-47. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-5.

Введение. В настоящее время большое значение при производстве рассады придается технологиям, позволяющим повысить качество, продуктивность и толерантность растений, выращиваемых в условиях открытого и защищенного грунта.

Коммерческое производство и спрос на привитые растения продолжает расти по всему миру [8].

Производством привитой рассады занимаются в основном крупные рассадные комплексы и тепличные комбинаты, и процесс сращивания растений считается наиболее ответственным этапом в процессе их производства.

Процесс сращивания – очень важный этап в прививке, при котором происходит гистологические и физиологические изменения в подвое и привое. Такие изменения включают формирование единой сосудистой системы, состоящей из плазмодесм, которые соединяют соседние клеточные стенки двух растений. Более того, широко практикуется метод повышения эффективности прививки арбуза и огурца, при котором удаляется корневая система у рассады тыквы (подвой), она формируется в период срастания растений в камере сращивания [5, 11].

Для достижения успешной прививки во время процесса сращивания необходимо контролировать такие факторы среды, как освещенность, температура и влажность.

Ранее для сращивания привитой рассады использовали самодельные туннели внутри теплицы, которые не позволяли в должной степени контролировать температурный режим и режим влажности, что снижало процент приживаемости растений. В настоящее время они заменены на современные

камеры сращивания, оборудованные компьютером для контроля климата и светодиодными лампами для дополнительного освещения [8, 4].

Материалы и методы. В опыте использовались в качестве подвоя семена Лагенарии обыкновенной (компания Гавриш), а привоя – партенокарпический огурец Каберри F₁ (компания De Ruyter).

Опыт проводился в 3-х кратной повторности по 24 растения. 26.10.23 г. – посев привоя, 29.10.23 г. – посев подвоя. Спустя 13 дней (09.11.23 г.) со дня посева привоя и 11 дней со дня посева подвоя была проведена прививка растений.

При закладке эксперимента руководствовались методическими рекомендациями по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады.

Результаты и обсуждение. Воздействие света, в зависимости от его интенсивности, продолжительности, качества и направления, регулирует несколько параметров роста и развития растений, включая формирование вегетативной и корневой систем [1, 2].

Доказано, что использование светодиодного освещения показало хороший результат при проращивании семян в камере проращивания, питомниках и системах вертикального земледелия [3, 9, 12].

Хлорофилл является основным светопоглощающим пигментом растений, поглощающим красный (600-700 нм) и синий (420-450 нм), длины волн с пиками поглощения при 665 и 430 нм для хлорофилла А и 642 и 453 нм для хлорофилла В, доказывая важность этих зон для фотосинтетической активности растений [6, 7, 10].

Поэтому нашей целью было изучение влияния освещения в камере сращивания на привитую рассаду огурца: влияние монохроматического синего

спектра 440 нм, монохроматического красного спектра 660 нм, а также комбинации красного и синего спектров вместе (660 нм и 440 нм).

Были поставлены следующие задачи:

1. выявить влияние спектра света на процент приживаемости привитой рассады огурца;

2. установить влияние спектра света на формирование корневой системы у подвоя, так как в процессе прививки корни у тыквы (подвоя) были удалены;

3. установить влияние спектра на биометрические показатели привоя (огурца).

Освещение проводилось в течение 8 часов (с 8:00 до 16:00) с поддержанием температурного режима на уровне 22-25 °С.

Обязательным приемом перед началом опыта является замер длины волны спектрометром. Полученные данные представлены в таблице 3.

На 6-й день со дня прививки при визуальной оценке отмечалось, что приживаемость и развитие корневой системы у подвоя лучше было на привитых растениях, которые находились под красным спектром.

На 8-й день (17.11.2023 г.) был проведен подсчет приживаемости, замер биометрических показателей, отмыв и взвешивание корневой системы у привитых растений.

При подсчете процента приживаемости растений на 8-й день самые высокие показатели были на варианте с использованием красного спектра – 96 %, красно-синий спектр уступал на 4 % красному, а синий спектр с длиной волны 440 нм – на 8 %.

При оценке биометрических показателей можно отметить, что красный спектр с длиной волны 660 нм способствовал удлинению стебля (8,5 см) и увеличению количества листьев (3 шт.) на привитых растениях.

Заключение. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что использование красного спектра при длине волны 660 нм повышает процент приживаемости до 96 %, ускоряет рост вегетативной массы у привоя, повышает биометрические показатели, при этом высота растения составила 8,5 см, а количество листьев увеличивалось до 3 шт. Развитие корневой системы у подвоя (тыквы) происходило более интенсивно, вес корней в сравнении с другими вариантами был выше и составил 0,4 г.

Менее продуктивные результаты отмечались при сине-красном спектре (440 нм и 660 нм). Показатели были ниже, чем у варианта с красным спектром, но выше чем с синим спектром – 440 нм.

Вариант с синим спектром показал самые низкие результаты: процент приживаемости – 88 %; вегетативная масса привоя – 7 см, количество настоящих листьев – 2 шт.; вес корневой системы у подвоя – 0,1 г.

Таблица 1 – Схема опыта.

Table 1 – Scheme of experience

Фактор А / Factor A	Синий спектр 440 нм /The blue spectrum 440 nm	Красный спектр 660 нм /The red spectrum is 660nm	Сине-красный спектры 440 и 660 нм /The blue-red spectra of 440 and 660nm
---------------------	---	--	--



Рисунок 1 – Современные камеры сращивания
Figure 1 – Modern splicing chambers

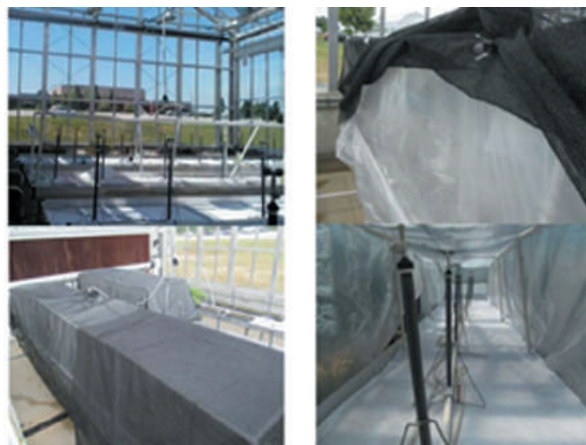


Рисунок 2 – Туннели для сращивания
Figure 2 – Splicing tunnels

Таблица 2 – Поддерживаемые параметры в камере сращивания
Table 2 – Supported parameters in the splice chamber

День учета / Accounting day	Время, час / Time, hour	Влажность, % / Humidity, %
с 1 по 3 / from 1 to 3	-	95
4	с 9.00 - 10.00	90
	-	95
5	с 9.00 - 10.00	90
	с 15.00 - 16.00	
	постоянно / constantly	95
6	с 9.00 - 15.00	85
	-	90
7	постоянно / constantly	85
8	адаптация привитых растений к условиям защищенного грунта / adaptation of grafted plants to protected ground conditions	

Таблица 3 – Измерения длины волны спектрометром
Table 3 – Wavelength measurements with a spectrometer

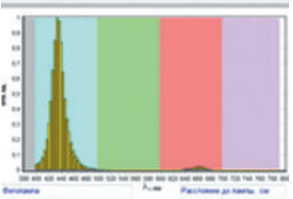
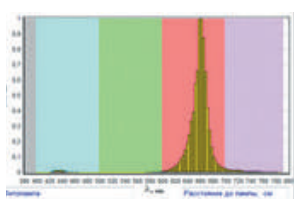
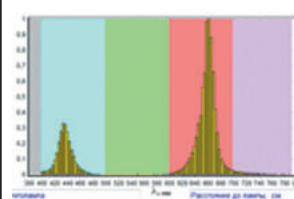


Синий спектр 440 нм / The blue spectrum 440 nm	Красный спектр 660 нм / The red spectrum is 660 nm	Сине-красный спектры 440 нм и 660 нм / The blue-red spectra of 440 nm and 660 nm
		

Таблица 4 – Биометрические данные подвоя и привоя перед прививкой
Table 4 – Biometric data of the rootstock and graft before vaccination

Показатель / Indicator	Высота, см / Height, cm	Диаметр, см / Diameter, cm	Фаза / Phase	Замер высоты растений / Measuring the height of plants
Подвой / Rootstock	3,5-4,0	0,3-0,35	формирование 1-го листа / formation of 1 sheet	
Привой / Graft	5,0	0,2-0,25	формирование 1-го листа / formation of 1 sheet	



Синий спектр, 440 нм / The blue spectrum, 440 nm



Красный спектр, 660 нм / The red spectrum, 660 nm



Сине-красный спектр, 440 нм и 660 нм / The blue-red spectrum, 440 nm and 660 nm

Рисунок 6 – Фото растений и корневой системы на 8-й день
Figure 6 – Photo of plants and root system on the 8th day

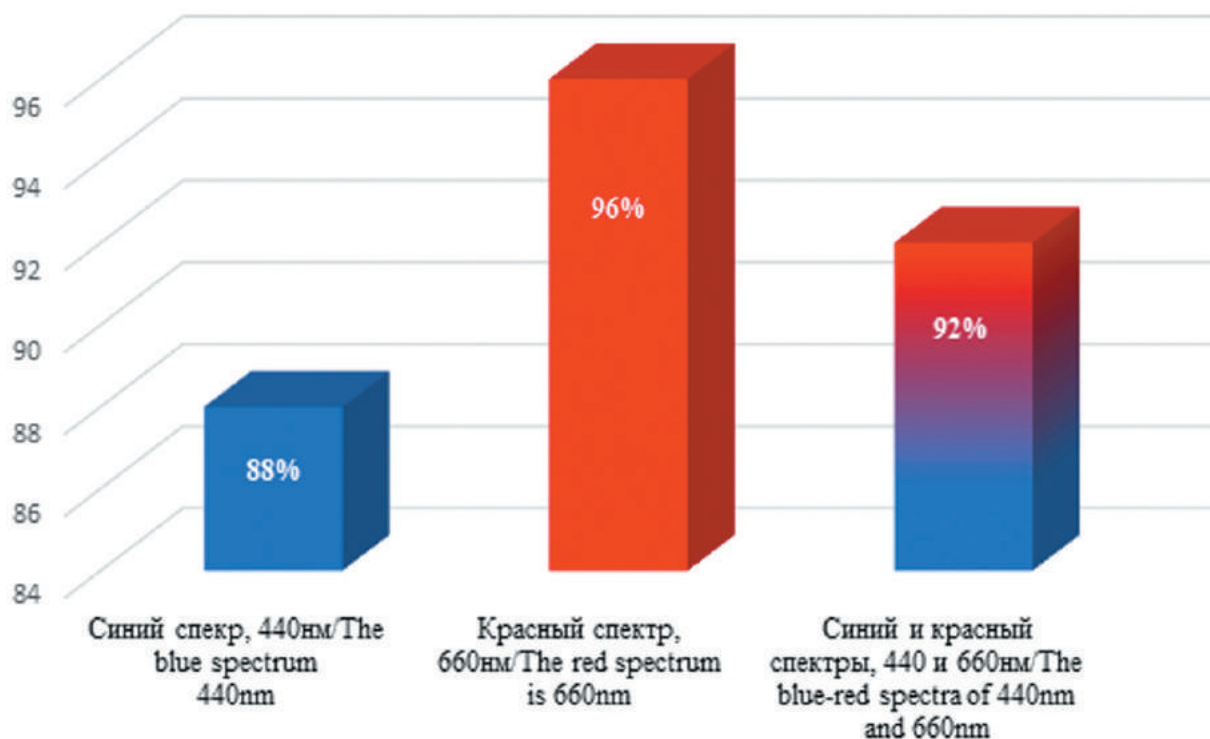


Рисунок 4 – Приживаемость растений на 8-й день, %
Figure 4 – Plant survival rate on the 8th day, %

Таблица 5 – Биометрические показатели привитой рассады огурца на 8-й день
Table 5 – Biometric indicators of grafted cucumber seedlings on the 8th day

	Высота, см / Height, cm	Диаметр, см / Diameter, cm	Кол-во листьев, шт. / Number of leaves, pcs
Синий спектр, 440 нм / The blue spectrum, 440 nm	7,0	0,5	2
Красный спектр, 660 нм / The red spectrum, 660 nm	8,5	0,5	3
Сине-красный спектр, 440 нм и 660 нм / The blue-red spectrum, 440 nm and 660 nm	7,5	0,5	2

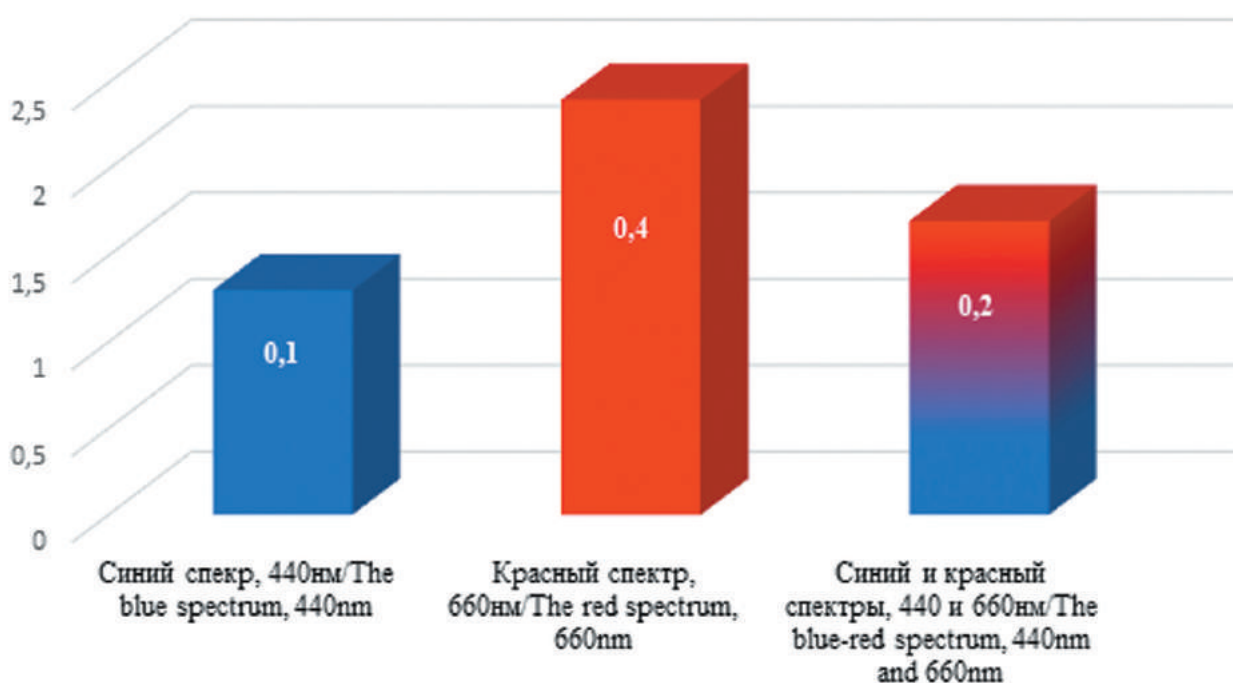


Рисунок 5 – Вес корневой системы на 8-й день, г
Figure 5 – Weight of the root system on the 8th day, g

Список источников:

1. Войцеховская О.В. Фитохромы и другие (фото)рецепторы информации у растений // Физиология растений. 2019. Т. 66. № 3. С. 163–177.
2. Разработка фитооблучателей на основе светодиодов с настраиваемым соотношением спектра фар / А.А. Смирнов, Ю.А. Прошкин, И.М. Довлатов, С.А. Качан // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 4(33). С. 247–254.
3. Achiam M., Gilad Z., Charuvi D. Effects of daytime intra-canopy LED illumination on photosynthesis and productivity of bell pepper grown in protected cultivation // *Sci Hortic*. 2019. Vol. 250. P. 81–88.
4. Assessing quantitative criteria for characterization of quality categories for grafted watermelon seedlings / F. Bantis, A. Koukounaras, A. Siomos et al. // *Horticulturae*. 2019. Vol. 5. P. 1–10.
5. The use of supplementary lighting enhances the quality of grafted watermelon seedlings / F. Bantis, A. Koukounaras, A. Siomos et al. // *Acta Hortic*. 2020. submitted.
6. Blue light added with red LEDs enhance growth characteristics, pigments content, and antioxidant capacity in lettuce, spinach, kale, basil, and sweet pepper in a controlled environment / M.T. Nanzin, M. Lefsrud, V. Gravel, M.O.K. Azad // *Plants*. 2019. Vol. 8. P. 93.
7. Differential expression of microRNAs in tomato leaves treated with different light qualities / F. Dong, C. Wang, Y. Dong et al. // *BMC Genomics*. 2020. Vol. 21. P. 37.
8. Early seedling response of six candidate crop species to increasing levels of blue light / T. Graham, N. Yorio, P. Zhang et al. // *Life Sci Space Res*. 2019. Vol. 21. P. 40–48.
9. Effects of blue and red lights on gibberellin metabolism in tomato seedlings / S. Matsuo, K. Nanya, S. Imanishi I. et al. // *Hortic J*. 2019. Vol. 88. P. 76–82.
10. Koukounaras A., Siomos A. Effects of light spectra from light-emitting diodes on the growth and quality of grafted watermelon seedlings. 2020. P. 20–22.
11. Meng Q., Runkle E.S. Far-red radiation interacts with relative and absolute blue and red photon flux densities to regulate growth, morphology, and pigmentation of lettuce and basil seedlings // *Sci Hortic*. 2019. Vol. 255. P. 269–280.
12. Overhead supplemental Far-red light stimulates tomato growth under intra-canopy lighting with LEDs / Y.T. Zhang, Y.Q. Zhang, Q.C. Yang, T. Li // *ScienceDirect*. 2018. Vol. 17. P. 60345–7.

References:

1. Voitsekhovskaya O.V. Phytochromes and other (photo) receptors of information in plants. *Plant physiology*. 2019;66(3):163–177. (In Russ.).
2. Smirnov A.A., Proshkin Yu.A., Dovlatov I.M., Kachan S.A. Development of phyto-emitters based on LEDs with a configurable ratio of the headlight spectrum. *Innovations in agriculture*. 2019;4(33):247–254. (In Russ.).
3. Achiam M., Gilad Z., Charuvi D. Effects of daytime intra-canopy LED illumination on photosynthesis and productivity of bell pepper grown in protected cultivation. *Sci Hortic*. 2019;250:81–88.
4. Bantis F., Koukounaras A., Siomos A. et al. Assessing quantitative criteria for characterization of quality categories for grafted watermelon seedlings. *Horticulturae*. 2019;5:1–10.
5. Bantis F., Koukounaras A., Siomos A. et al. The use of supplementary lighting enhances the quality of grafted watermelon seedlings. *Acta Hortic*. 2020. submitted.
6. Nanzin M.T., Lefsrud M., Gravel V., Azad M.O.K. Blue light added with red LEDs enhance growth characteristics, pigments content, and antioxidant capacity in lettuce, spinach, kale, basil, and sweet pepper in a controlled environment. *Plants*. 2019;8:93.
7. Dong F., Wang, C., Dong, Y. et al. Differential expression of microRNAs in tomato leaves treated with different light qualities. *BMC Genomics*. 2020;21:37.
8. Graham T., Yorio N., Zhang P., Massa G., Wheeler R. Early seedling response of six candidate crop species to increasing levels of blue light. *Life Sci Space Res*. 2019;21: 40–48.
9. Matsuo S., Nanya K., Imanishi S., Honda I., Goto E. Effects of blue and red lights on gibberellin metabolism in tomato seedlings. *Hortic J*. 2019;88:76–82.
10. Koukounaras A., Siomos A. Effects of light spectra from light-emitting diodes on the growth and quality of grafted watermelon seedlings, 2020. 20–22.
11. Meng Q., Runkle E.S. Far-red radiation interacts with relative and absolute blue and red photon flux densities to regulate growth, morphology, and pigmentation of lettuce and basil seedlings. *Sci Hortic*, 2019;255:269–280.
12. Zhang Y.T., Zhang Y.Q., Yang Q.C., Li T. Overhead supplemental Far-red light stimulates tomato growth under intra-canopy lighting with LEDs. *ScienceDirect*. 2018;17:60345–7.

Информация об авторах:

Маликова Полина Сергеевна, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26), polina_aleksashenkova@mail.ru, ORCID: 0009-0009-8035-3562.

Гиченкова Ольга Геннадьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Садоводство и защита растений», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26), olga.gichenkova@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5982-3114.

Лаптина Юлия Александровна, ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, ФИЦ «Немчиновка» (Российская Федерация, 143026 Московская обл., г.п. Одинцово, р.п. Новоивановское, ул. Агрохимиков, д. 6), ylaptina82@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5982-3114.

Вклад авторов: все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе результатов исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Malikova Polina Sergeevna, Graduate student, FSBEI HE Volgograd SAU (Russian Federation, 400002, Southern Federal District, Volgograd Region, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), polina_aleksashenkova@mail.ru, ORCID: 0009-0009-8035-3562.

Gichenkova Olga Gennadievna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Horticulture and Plant Protection, FSBEI HE Volgograd SAU (Russian Federation, 400002, Southern Federal District, Volgograd Region, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), olga.gichenkova@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5982-3114.

Laptina Yulia Alexandrovna, Leading Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, FRC «Nemchinovka» (Russian Federation, 143026 Moscow oblast, v. Odintsovo, Novoivanovskoye, str. Agrochemikov, 6), ylaptina82@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5982-3114.

Contribution of the authors: all the authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of the results of the study.

УДК 635.25:631.67

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-6

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

PROSPECTS FOR GROWING ONIONS ON IRRIGATED LANDS OF THE SOUTHERN FEDERAL DISTRICT

Д. П. Сидаренко*ФГБНУ «РосНИИПМ», г. Новочеркасск, Ростовская область
Российская Федерация*

Финансирование. Работа выполнена в рамках тематического плана выполнения работ по научно-методическому обеспечению, проведению научных исследований, экспериментальным разработкам и оказания услуг по реализации образовательных программ высшего образования федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИ-ИПМ») по государственному заданию Минсельхоза России на 2023 год и плановый период 2024 и 2025 годов.

D. P. Sidarenko*Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation*

Financing. The work was carried out within the framework of the thematic work plan for scientific and methodological support, research, experimental development and provision of services for the implementation of educational programs of higher education by the federal State budgetary scientific institution "Russian Research Institute of Land Reclamation Problems" (FSBI "RosNI-IPM") according to the state assignment of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation for 2023 the year and the planning period of 2024 and 2025.

Проанализированы статистические данные по динамике площадей, занятых овощными культурами и луком репчатого, по субъектам Южного федерального округа. Выявлены лидирующие субъекты. Установлено, что в 2022 году доля валового сбора лука репчатого субъектами Южного федерального округа составила 69,4 % от общего объема этой овощной культуры, произведенной в Российской Федерации. Лидером как по площади возделывания, так и по объему произведенной продукции остается Волгоградской область: в данном субъекте в 2021 году было собрано 378,5 тыс. тонн, а в 2022 году – 405,5 тыс. т, что составляет 107,1 % по отношению к показателю 2021 года. Далее следует Астраханская область, где в 2021 году было собрано 282,1 тыс. тонн, а в 2022 году – 320,7 тыс. тонн, что составляет 113,6 % по отношению к показателю 2021 года. Замыкает тройку лидеров Ростовская область с показателем в 2021 году 132,0 тыс. тонн, а в 2022 году – 133,3 тыс. т, что по сравнению с показателем 2021 года составляет 101,0 %. Следовательно, в основных лидирующих субъектах Южного федерального округа отмечается тенденция к увеличению валового сбора лука репчатого в 2022 году по сравнению с 2021 годом. Представлена информация по изучению учеными различных научно-исследовательских и учебных учреждений по совершенствованию, технологии внесения минеральных удобрений, способов орошения, направленных на увеличение продуктивности лука репчатого. Рассмотрена эффективность использования различных способов капельного орошения и минерального питания лука репчатого. Приведен передовой мировой опыт по совершенствованию технологии капельного орошения с пленочным мульчированием овощных культур в целом и в частности лука репчатого. Применение современных технологий позволит более перспективно и полно использовать потенциал орошаемых пахотных земель Южного федерального округа.

Analyzes statistical data on the dynamics of areas occupied by vegetable crops and onions in the regions of the Southern Federal District. Leading subjects have been identified. It has been established that in 2022, the share of the gross onion harvest by the subjects of the Southern Federal District amounted to 69.4% of the total volume of this vegetable crop produced in the Russian Federation. The leader, both in terms of cultivation area and volume of products produced, remains the Volgograd region; in this subject in 2021, 378.5 thousand tons were collected, and in 2022, 405.5 thousand tons were already collected, which is 107.1% compared to the 2021 indicator, followed by the Astrakhan region where 282.1 thousand tons were collected in 2021, and in 2022 320.7 thousand tons were already collected, which is 113.6% of the 2021 indicator and The Rostov region closes the top three with an indicator of 132.0 thousand tons in 2021, and 133.3 thousand tons in 2022, which is 101.0% compared to the 2021 indicator. That is, in the main leading regions of the Southern Federal District there is a tendency to increase the gross harvest of onions in 2022 compared to 2021. Information is presented on the study by scientists of various research and educational institutions to improve the technology of applying mineral fertilizers, irrigation methods aimed at increasing the productivity of onions. The effectiveness of using various methods of drip irrigation and mineral nutrition of onions is considered. The best world experience in improving the technology of drip irrigation with film mulching of vegetable crops in general and onions in particular is presented. The use of modern technologies will allow for a more promising and full use of the potential of irrigated arable lands of the Southern Federal District.

Ключевые слова: лук репчатый, капельное орошение, продуктивность.

Для цитирования: Сидаренко Д.П. Перспективы выращивания лука репчатого на орошаемых землях Южного федерального округа // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. . DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-6.

Введение. Природные условия Южного федерального округа очень разнообразны: от полупустынь Астраханской области до субтропиков Краснодарского края, от бесплодных песков до самых плодородных кубанских черноземов. На рассматриваемой территории в значительной степени проявляется сочетание избытка тепла с относительным недостатком влаги.

Важнейшими агрометеорологическими и агроклиматическими факторами, влияющими на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур, являются их влаго- и теплообеспеченность [8].

Почти во всех регионах Южного федерального округа урожайность сельскохозяйственных культур зависит от степени увлажнения года, изменяясь в 2-3 раза и более. Почти 40 % мировых запасов продовольствия производится на орошении. Потребности сельскохозяйственных культур в воде относительно высоки, особенно в засушливых и полузасушливых районах. Овощные культуры очень чувствительны к водному стрессу.

Овощные культуры имеют большое значение в обеспечении продовольственной безопасности. Получение высоких урожаев овощных культур тесно связано с условиями внешней среды. Для роста и развития растений основополагающими факторами являются температура, вода и свет. Овощи на 80-95 % состоят из воды, при этом урожай и качество овощной продукции сильно страдают от засухи.

Актуальность наших исследований обусловлена необходимостью повышения эффективности использования орошаемых земель Южного федерального округа при выращивании лука репчатого, который является важной продовольственной овощной культурой, имеет ценные питательные, витаминные и бактериологические качества. В настоящее время спрос на лук превышает объемы производства, что стимулирует динамичное развитие данного сектора растениеводства. Перспективным регионом для развития производства лука в России является Южный федеральный округ, где климатические ресурсы в сочетании с орошением обеспечивают формирование рекордных урожаев [3, 9, 16, 17].

Новизна наших исследований заключается в том, что проведен анализ изменения посевных площадей, урожайности и валового сбора и сделан прогноз потребности населения в луке репчатом до

Keywords: onion, drip irrigation, productivity.

For citation: Sidarenko D.P. Prospects for growing onions on irrigated lands of the southern federal district. *Irrigated agriculture*. 2024;1(44):42-47. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-6.

2045 года на уровне 1385,9 тыс. тонн по Российской Федерации, для достижения продовольственной безопасности населения.

Целью нашей работы являлся анализ данных по объемам производства лука репчатого субъектами Южного федерального округа, сопоставление их с объемами производства в сравнении с другими федеральными округами и установление перспектив возделывания лука репчатого с целью определения объемов его производства.

Материалы и методы. В качестве материалов исследования использовались данные Федеральной службы государственной статистики, а также данные Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года, проведенной в Российской Федерации в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 2005 г. № 108-ФЗ «О Всероссийской сельскохозяйственной переписи». Применялся метод анализа и синтеза. Метод анализа предполагает последовательное разделение исследуемого объекта на более мелкие части: в данном случае, это площади возделывания лука репчатого, урожайность и валовый сбор. Это

позволяет углубиться в предмет исследования и получить более детальное понимание его структуры и свойств.

Синтез предполагает объединение различных элементов в одно целое. Это позволяет понять, как элементы взаимодействуют друг с другом и как они влияют на всю систему.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлены приоритетные направления ведения сельскохозяйственного производства по субъектам Южного федерального округа.

Согласно данным таблицы 1, овощи открытого грунта рекомендуются для возделывания в трех из восьми субъектов Южного федерального округа, а именно Краснодарский край, Астраханская и Волгоградская области.

Наряду с этим, общая площадь, занятая овощными культурами по субъектам Южного федерального округа за период 2012-2016 годы, составляла 145,75 тыс. га, а за период 2017-2021 гг. площадь возделывания овощных культур сократилась до 144,29 тыс. га¹, причем овощные культуры возделываются во всех восьми субъектах Южного федерального округа (таблица 2).

Таблица 1 – Основные виды сельскохозяйственных культур рекомендуемых для возделывания по субъектам Южного федерального округа [2]

Table 1 – The main types of crops recommended for cultivation by subjects of the Southern Federal District [2]

Субъект / Subject	Зерновые и зернобобовые / Cereals and legumes	Масличные культуры / Oilseeds	Овощные культуры открытого грунта / Open-ground vegetable crops	Пряильные культуры / Spinning crops
Республика Адыгея / Republic of Adygea	+	+		
Республика Калмыкия / Republic of Kalmykia				
Республика Крым / Republic of Crimea	+			
Краснодарский край / Krasnodarskiy kray			+	
Астраханская область / Astrakhan region	+		+	
Волгоградская область / Volgograd region	+	+	+	
Ростовская область / Rostov region	+	+		
Город федерального значения Севастополь / Federal city of Sevastopol				

¹Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года: стат. сборник / Федеральная служба государственной статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2022. 420 с.

Таблица 2 – Динамика площадей, занятых овощными культурами по субъектам Южного федерального округа за период 2012-2021 гг., тыс. га²
Table 2 – Dynamics of the areas occupied by vegetable crops by subjects Southern Federal District for the period 2012-2021, thousand hectares

Субъект / Subject	Период / Period	
	2012-2016	2017-2021
Республика Адыгея / Republic of Adygea	4,53	4,04
Республика Калмыкия / Republic of Kalmykia	1,08	0,61
Республика Крым / Republic of Crimea	7,41	6,85
Краснодарский край / Krasnodarskiy kray	53,87	55,42
Астраханская область / Astrakhan region	20,59	24,46
Волгоградская область / Volgograd region	28,36	27,52
Ростовская область / Rostov region	29,60	25,07
Город федерального значения Севастополь / Federal city of Sevastopol	0,31	0,32
Итого по Южному федеральному округу /	145,75	144,29

Таблица 3 – Динамика площадей возделывания лука репчатого по субъектам Южного федерального округа 2016-2021, тыс. га³
Table 3 – Dynamics of onion cultivation areas by subjects of the Southern Federal District 2016-2021, thousand hectares

Субъект / Subject	Год / Year			
	2016	2018	2021	2022
Республика Адыгея / Republic of Adygea	0,3	0,4	0,2	0,2
Республика Калмыкия / Republic of Kalmykia	0,4	-	0,1	0,1
Республика Крым / Republic of Crimea	1,2	0,9	0,9	0,9
Краснодарский край / Krasnodarskiy kray	4,2	4,3	3,4	3,6
Астраханская область / Astrakhan region	4,6	4,4	4,3	4,8
Волгоградская область / Volgograd region	8,4	7,3	7,1	8,2
Ростовская область / Rostov region	5,0	4,4	3,9	3,8
Город федерального значения Севастополь / Federal city of Sevastopol	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого по Южному федеральному округу /	24,1	21,7	19,9	21,6
Итого по Российской Федерации / Total for the Russian Federation	64,6	61,8	52,6	52,2

Следует отметить, что за последние пять лет по пяти субъектам Южного федерального округа отмечается уменьшение площадей, занятых овощными культурами по сравнению с периодом 2012-2016 гг., а по трем – незначительное увеличение, при этом суммарное увеличение площадей составило 5,43 тыс. га, а сокращение – 6,89 тыс. га, то есть в целом отмечается негативная тенденция сокращения площади возделывания овощных культур в основных субъектах, которые являются лидерами по выращиванию овощной продукции. Лишь в г.ф.з. Севастополь выявлено незначительное увеличение – на 0,01 тыс. га, в Краснодарском крае наблюдается увеличение на 1,55 тыс. га, а в Астраханской области – на 3,87 тыс. га.

Несмотря на отрицательную статистику, Южный федеральный округ остается лидером по выращиванию лука репчатого в Российской Федерации (таблица 3).

Согласно данным таблицы, лидирующим субъектом по площадям возделывания лука репчатого на протяжении шести лет остается Волгоградская область: в 2022 году площадь его возделывания составила 8,2 тыс. га. Далее с показателем 4,8 тыс. га следует Астраханская область и замыкает тройку лидирующих субъектов Краснодарский край с показателем 3,6 тыс. га. Следует отметить негативную тенденцию, показывающую сокращение площадей возделывания лука репчатого. Так, по сравнению с 2016 годом в Волгоградской области произошло сокращение на 0,2 тыс. га, в Краснодарском крае площади возделывания лука репчатого сократились на 0,6 тыс. га. В Астраханской области отмечено увеличение площади возделывания по сравнению с 2016 – на 0,2 тыс. га⁴.

В таблице 4 представлены лидирующие федеральные округа по площади возделывания лука репчатого.

Анализ данных цифр показывает, что суммарная доля субъектов Южного федерального округа в 2021 г. составляла 19,9 тыс. га (52,9 % от общей площади по лидерам возделывания), в 2022 г. отмечается увеличение площади возделывания в единственном из лидирующих федеральных округов – до 21,6 тыс. га (57,3 %) – Приволжском федеральном округе в 2021 г. – 12,5 тыс. га (33,2 %), в 2022 г. – 11,3 тыс. га (30,0 %) и Северо-Кавказском федеральном округе 5,2 тыс. га (13,8 %) и 4,8 тыс. га (12,7 %) соответственно (рисунок 1).

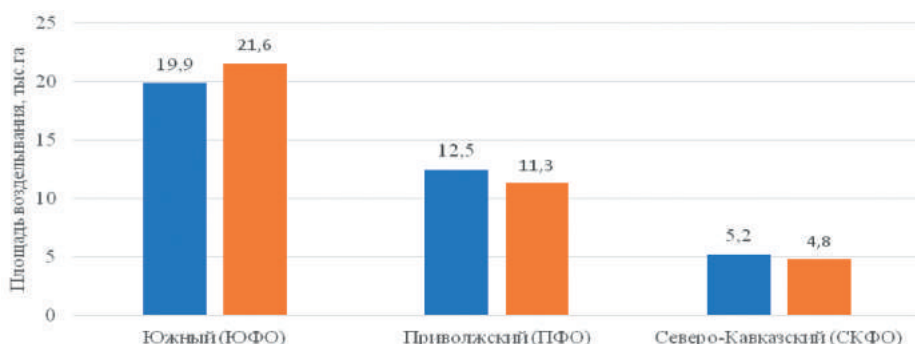
²Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года: стат. сборник / Федеральная служба государственной статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2022. 420 с.

³Федеральная служба государственной статистики URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 15.06.2023).

⁴Там же.

Таблица 4 – Лидирующие федеральные округа по площадям выращивания лука репчатого за период 2021-2022 гг., тыс. га⁵**Table 4** – The leading federal districts in terms of onion cultivation areas for the period 2021-2022, thousand hectares

Федеральный округ / Federal District	Площадь, тыс. га / Area, t/h		%	
	2021	2022	2021	2022
Южный (ЮФО) / Southern (SFD)	19,9	21,6	52,9	57,3
Приволжский (ПФО) / Privolzhsky (PFD)	12,5	11,3	33,2	30,0
Северо-Кавказский (СКФО) / North Caucasian (NCFD)	5,2	4,8	13,8	12,7
Итого / Total	37,6	37,7	100	100

**Рисунок 1** – Лидирующие федеральные округа по выращиванию лука репчатого в 2021-2022 годах, тыс. га**Figure 1** – The leading federal districts for onion cultivation in 2021-2022, thousand hectares

Аналогичная картина наблюдается в рейтинге по объему производства лука репчатого по федеральным округам (таблица 5).

При этом следует отметить, что по валовому сбору лука репчатого безоговорочное первенство остается за Южным федеральным округом. Лидером как по площади возделывания, так и по объему произведенной продукции остается Волгоградская область. В данном субъекте в 2021 году было собрано 378,5 тыс. тонн, а в 2022 году –

405,5 тыс. тонн, что составляет 107,1 % по отношению к показателю 2021 года. Далее следует Астраханская область, где в 2021 году было собрано 282,1 тыс. тонн, а в 2022 году – 320,7 тыс. тонн, что составляет 113,6 % по отношению к показателю 2021 года. Замыкает тройку лидеров Ростовская область с показателем в 2021 году 132,0 тыс. тонн, а в 2022 году – 133,3 тыс. тонн, что по отношению к показателю 2021 года составляет 101,0 %. Следовательно, в основных лидирующих субъектах

Таблица 5 – Лидирующие федеральные округа по объему производства лука репчатого в 2021-2022 годах, тыс. тонн⁶**Table 5** – The leading federal districts in terms of onion production in 2021-2022, thousand tons

Федеральный округ / Federal District	Валовый сбор / Gross collection		%	
	2021	2022	2021	2022
Южный (ЮФО) / Southern (SFD)	866,3	957,8	69,3	69,4
Приволжский (ПФО) / Privolzhsky (PFD)	274,9	305,4	22,0	22,1
Северо-Кавказский (СКФО) / North Caucasian (NCFD)	109,0	116,8	8,7	8,45
Итого / Total	1250,2	1380,0	100	100

Южного федерального округа отмечается тенденция увеличения валового сбора лука репчатого в 2022 году по сравнению с 2021 годом.

Анализ суммарных данных по двум остальным федеральным округам показывает, что объем производства лука репчатого субъектами Приволжского федерального округа в 2021 году составил 274,9 тыс. тонн, в 2022 году – 305,4 тыс. тонн, что меньше чем объем производства субъектами Южного федерального округа и в 2021 и 2022 годах году в 3,1 раза. В Северо-Кавказском федеральном округе по объему производства лука репчатого в 2021 году объем производства лука репчатого субъектами Южного федерального округа превосходит в 7,8 раза, а в 2022 году – в 8,2 раз.

На рисунке 2 изображена диаграмма, показывающая распределение федеральных округов по валовому сбору лука репчатого в 2021-2022 годах.

Всего в 2021 году промышленно лук репчатый выращивали в 49-и регионах России⁷.

В таблице 6 представлена средняя урожайность лука репчатого по субъектам Российской Федерации, занимающим лидирующее положение.

Согласно данным таблицы 6, максимальная урожайность лука репчатого в 2022 году была получена в Астраханской области, где она составила 68,6 т/га, а в 2021 году – 66,6 т/га, что составляет 103,1 % по отношению к показателю 2021 года. Далее следует Оренбургская область с показателем 36,0 т/га и 31,4 т/га и 114,6 % соответственно, и замыкает тройку лидеров Ставропольский край с показателями 31,0 т/га; 24,3 т/га и 127,6 %.

Лидирующая позиция по максимальной урожайности лука репчатого остается за субъектом Южного федерального округа, причем среднее значение, полученное по Астраханской области выше, чем показатель по всему Южному федеральному округу на 22,8 т/га. Это самая большая разница по трем лидирующим федеральным округам в 2022 году.

По урожайности лука репчатого Южный федеральный округ занимает лидирующее место (таблица 7).

Наиболее наглядно данные цифры отображает рисунок 3.

Анализ данных таблицы 7 показывает, что урожайность лука репчатого в Южном федеральном округе в 2021-2022 годах превышала аналогичные показатели по Приволжскому федеральному округу в среднем в 1,8 раза,

⁵Федеральная служба государственной статистики URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 15.06.2023).

⁶Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 15.06.2023).

⁷Рынок лука репчатого – комплексный анализ. URL: <https://ab-centre.ru/dbase/marketingovoe-issledovanie-rossiyskogo-rynka-repchatogo-luka-2023>.

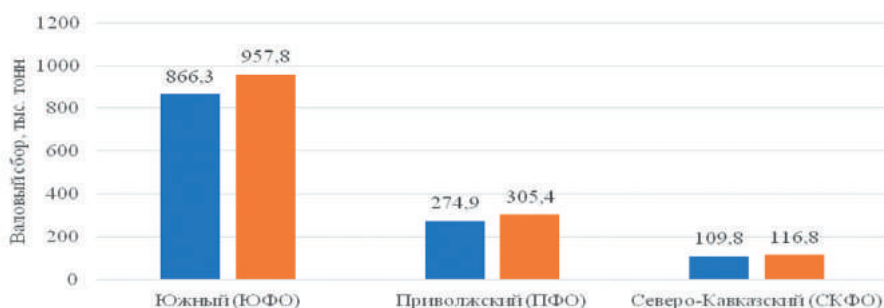


Рисунок 2 – Лидирующие федеральные округа по объему производства лука репчатого в 2021-2022 годах, тыс. тонн

Figure 2 – The leading federal districts in terms of onion production in 2021-2022, thousand tons

Таблица 6 – Средняя урожайность лука репчатого по лидирующим субъектам федеральных округов в 2021-2022 годах, т/га⁸

Table 6 – Average yield of onions by the leading subjects of the federal districts in 2021-2022, t/ha

Субъект / Subject	2022	2021	2022 в % к 2021
Астраханская область / Astrakhan region	68,6	66,6	103,1
Оренбургская область / Orenburg region	36,0	31,4	114,6
Ставропольский край / Stavropol Territory	31,0	24,3	127,6

Таблица 7 – Лидирующие Федеральные округа по урожайности лука репчатого в 2021-2022 годах⁹

Table 7 – The leading Federal Districts in terms of onion yield in 2021-2022

Федеральный округ / Federal District	Валовый сбор / Gross collection		Урожайность, т/га / Yield, t/ha	
	2021	2022	2021	2022
Южный (ЮФО) / Southern (SFD)	866,3	957,8	44,1	45,8
Приволжский (ПФО) / Privolzhsky (PFD)	274,9	305,4	24,6	24,6
Северо-Кавказский (СКФО) / North Caucasian (NCFD)	109,0	116,8	21,8	24,7
Итого по Российской Федерации / Total for the Russian Federation	1542,8	1601,5	29,6	31,3

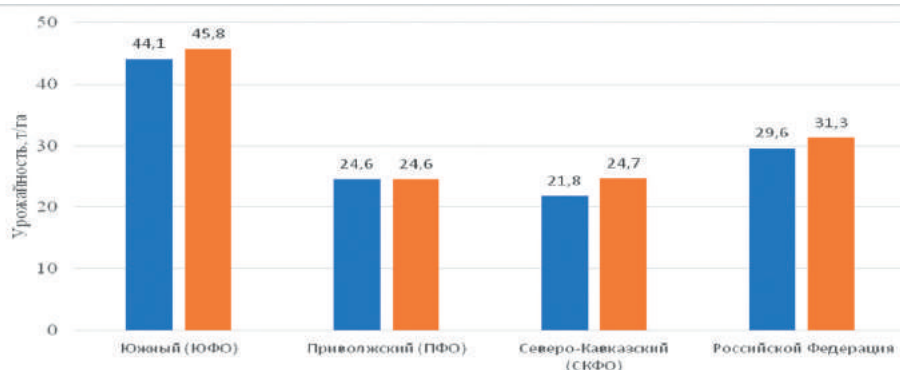


Рисунок 3 – Урожайность лука репчатого по лидирующим федеральным округам и Российской Федерации в 2021-2022 гг.

Figure 3 – Onion yield in the leading federal districts and the Russian Federation in 2021-2022

⁸Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 15.06.2023).

⁹Там же

¹⁰Демография 2030. Как обеспечить устойчивый рост населения Российской Федерации. Специальный доклад Общественной палаты Российской Федерации / С.И. Рыбальченко, А.В. Коротаяев, И.А. Ефремов и др.; отв. ред. С.И. Рыбальченко / ОИПФ. М.: ООО «Пачоли Консалтинг», 2023. 86 с.

¹¹Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания. Приказ М-ва здравоохранения Рос. Федерации от 19 августа 2016 г. № 614 (в ред. Приказа Минздрава РФ от 30.12.2022 № 821). Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

по Северо-Кавказскому федеральному округу – в 1,9 раза и в целом по Российской Федерации – в 1,5 раза.

На основании прогнозных данных по изменению численности населения России¹⁰ и величины нормы потребности лука репчатого на одного человека, равной 10 кг⁻¹, нами сделан прогноз потребности населения Российской Федерации в луке репчатом до 2045 года (таблица 8).

Анализ данных таблицы 8 свидетельствует о постепенном сокращении потребности в луке репчатом к 2045 году. Данное значение – 1389,5 тыс. тонн – меньше показателя 2025 года на 66,8 тыс. тонн.

Следует обратить внимание на тот момент, что основными регионами выращивания лука репчатого являются субъекты Российской Федерации, располагающиеся в сухой и очень засушливой зоне. Сильное отрицательное влияние на урожайность этой сельскохозяйственной культуры оказывает здесь значительный недостаток влаги. Получение высоких и стабильных урожаев лука репчатого на орошении в условиях Южного федерального округа возможно при том условии, что рекомендуемые приемы орошения будут осуществляться в соответствии с местными природными условиями.

По состоянию на 01.01.2022 года площадь орошаемых земель Южного федерального округа составила 1491,1 тыс. га (таблица 9).

Анализ данных таблицы 9 показывает, что площадь орошаемых земель Южного федерального округа превосходит площади орошаемых земель Приволжского федерального округа в 1,7 раза, Северо-Кавказского федерального округа – в 1,5 раза.

Глубокое изучение процессов, протекающих в почве при ее орошении, поможет осуществить такую систему орошения, которая будет ускоренным темпом способствовать постоянному и всестороннему сохранению плодородия почвы.

Действительно, потребности сельскохозяйственных культур в воде относительно высокая, особенно в засушливых и полусушливых районах из-за высокой радиационной нагрузки, наблюдаемой в течение года, поскольку часто возникают засухи.

Орошение дождеванием в условиях засушливого климата ряда субъектов Южного федерального округа при орошении лука репчатого малоэффектив-

Таблица 8 – Потребность населения Российской Федерации в луке репчатом до 2045 г. тыс. тонн
Table 8 – The demand of the population of the Russian Federation for onions until 2045, thousand tons

Год / Year	Потребность населения в луке репчатом тыс. тонн / The population's need for onions thousand tons
2025	1456,3
2030	1432,6
2035	1421,8
2040	1399,5
2045	1389,5

Таблица 9 – Площади и состояние орошаемых земель по федеральным округам на 01.01.2022, тыс. га [17]
Table 9 – Areas and condition of irrigated lands by federal districts as of 01.01.2022, thousand hectares [17]

Федеральный округ / Federal District	Общая площадь / Total area	Из них / Of these		
		Хорошее / good	удовлетворительное / satisfactory	неудовлетворительное / unsatisfactory
Южный (ЮФО) / Southern (SFD)	1491,1	754,6	470,5	266,0
Северо-Кавказский (СКФО) / North Caucasian (NCFD)	997,0	316,2	294,7	386,1
Приволжский (ПФО) / Privolzhsky (PFD)	894,2	605,0	154,8	134,4
Российская Федерация / Russian Federation	4621,5	2130,5	1393,6	1097,4

Таблица 10 – Сравнительный анализ товарного урожая овощных культур в хозяйствах Российской Федерации при традиционном и капельном орошении, т/га¹²
Table 10 – Comparative analysis of the commercial yield of vegetable crops in farms in the Russian Federation with traditional and drip irrigation, t/ha

Овощная культура / Vegetable culture	Традиционные методы полива и внесения сухих удобрений / Traditional methods of irrigation and application of dry fertilizers	Капельное орошение с фертигацией / Drip irrigation with fertigation
Морковь столовая / Carrots canteen	22	54
Томат / Tomato	30	100-150
Огурец / Cucumber	10	50-100
Лук репчатый / Onion	25	80-120



Рисунок 4 – Возделывание лука репчатого на капельном орошении в Ростовской области
Figure 4 – Cultivation of onions on drip irrigation in the Rostov region

но и высокоэнергозатратно. Переход от традиционных методов поверхностного орошения к закрытым системам трубопроводов под давлением может привести к высокой экономии до 90 % от общей экономии воды, как в случае капельного орошения.

Основными движущими факторами мирового рынка капельного орошения являются следующие:

- повышение эффективности использования воды при капельном орошении;
- устойчивое сельское хозяйство и внедрение точных технологий;
- эффективные капиталовложения в сельскохозяйственное производство;
- повышение урожайности (таблица 10).

Основным сдерживающим фактором мирового рынка капельного орошения являются:

- высокие первоначальные вложения;
- загрязнение окружающей среды и климатические колебания;
- высокая стоимость регулируемого обслуживания системы.

Следует отметить, что в настоящее время лук на промышленной основе возделывается в основном с использованием технологий капельного орошения (рисунок 4). Этот перспективный способ полива позволяет существенно увеличить урожайность, а также снизить себестоимость и повысить качество выращиваемых овощей.

Согласно данным таблицы 10, урожайность лука репчатого при использовании традиционных технологий орошения и внесении минеральных удобрений обеспечивает получение урожайности в среднем 25 т/га, использование капельного орошения в сочетании с внесением минеральных удобрений, растворенных в поливной воде, позволило повысить урожайность лука репчатого в 3,2-4,8 раза.

Исследования, проведенные в различных регионах Южного федерального округа, подтвердили целый ряд преимуществ при возделывании лука репчатого при использовании капельного орошения.

В условиях Волгоградской области изучались различные режимы орошения лука репчатого, которые показали, что наиболее высокая урожайность лука репчатого была получена при возделывании на капельном орошении, при поддержании режима орошения 80-90-70 % НВ и питательного режима фертигацией $N_{100}P_{85}K_{95}$, она составила 86,7 т/га, использование режима орошения 85-85-75 % НВ на фоне

¹²Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 264 с.

$N_{100}P_{85}K_{95}$ – 84,4 т/га, а снижение режима орошения до значений 75-85-75 % НВ при том же фоне минерального питания способствовало снижению урожайности до 82,3 т/га [18].

Исследования, проведенные в Астраханской области, выявили, что за период 2011-2016 урожайность лука репчатого возделываемого на капельном орошении, при поддержании режима орошения 60-65 % НВ составила 115,0 т/га, при режиме орошения 80-85 % НВ – 164,0 т/га, при режиме орошения 80-85 % НВ получена максимальная урожайность лука репчатого – 187,0 т/га [14].

Исследования, проведенные на полях Бирючекутской овощной селекционной опытной станции (ГНУ БОСОС г. Новочеркасск) в Ростовской области, показали, что при изучении различной глубины промачивания на капельном орошении лука репчатого оросительная норма для поддержания порога влажности 80 % НВ в среднем до глубины 0,4 м составила 615 м³/га, до глубины 0,5 м – 515 м³/га. Орошение до глубины промачивания 0,4 м способствовало существенному повышению урожайности лука до 29,6-30,7 т/га без сидератов и до 28,7-32,6 т/га – по варианту с сидератами, на глубину 0,5 м – до 26,7-31,4 и до 26,6-31,2 т/га [1].

В Ростовской области имеется передовой производственный опыт возделывания лука репчатого в ООО «Исток – 1», расположенном в Центральной орошаемой зоне Ростовской области, на землях которых исследования проводили ученые НИМИ, биологическая урожайность лука при оптимальном режиме орошения была наивысшей и составила 97,7 т/га, что на 11,5 % и 16,5 % превысило показатели урожайности на вариантах опыта, где поливы проводились сниженными на 15 % и на 30 %. Так, на вариантах производственного опыта при снижении поливной нормы величина урожайности составила 86,5 т/га, дальнейшее снижение поливной нормы от оптимальной величины на 30 % снизило урожайность до 81,6 т/га, при том, что на вариантах с оптимальным режимом орошения величина урожайности лука репчатого составила 97,7 т/га [6].

Современные технологии капельного орошения позволяют вносить в почву с поливной водой водорастворимые удобрения за счет фертигации. Использование фертигации в сочетании с капельным орошением обеспечивает техническое решение, при котором питательные вещества и вода могут подаваться сельскохозяйственной культуре с высокой точностью и обеспечивать высокую эффективность использования питательных веществ. Основная цель эффективного управления фертигаци-

ей – удовлетворить потребность овощных культур и минимизировать потери питательных веществ [10].

Новым типом технологии орошения овощных культур в целом и в частности лука репчатого является капельное орошение с пленочным мульчированием. Данная технология предусматривает сочетание капельного орошения с покрытием пластиковой пленкой. В отличие от традиционного капельного орошения, при капельном орошении с пленочным мульчированием система труб капельного орошения сначала разворачивается на поверхности почвы, а слой пластиковой пленки используется для покрытия зоны трубы капельного орошения и поверхности почвы. Таким образом, технология капельного орошения с пленочным мульчированием сочетает в себе преимущества технологии пленочного мульчирования, такие как повышение температуры почвы и сохранение энтропии и технологию капельного орошения, такую как экономия воды и удобрения.

Использование в качестве мульчирующего материала пластиковой пленки, совместно с капельным орошением дает возможность экономить 50 % воды при поливе, создает благоприятные условия для роста растений и способствует увеличению урожайности возделываемых на орошении сельскохозяйственных культур [19].

Исследования, проведенные группой авторов в условиях легких супесчаных почв Волгоградской области [4], показали, что величина площади контура увлажнения при капельном орошении с использованием пленочного мульчирования сладкого перца на 5 день полива составляет 0,14 м², а без мульчирования – 0,09 м², а томата соответственно 0,04 м² и 0,05 м², для мульчирования использовалась полиэтиленовая пленка.

Эта технология широко применяется за рубежом для выращивания различных овощных культур. Использование пластика в качестве мульчирования в сельском хозяйстве называется пластиковым выращиванием. В последние годы Китай является одним из крупнейших (60 % мирового использования) пользователей мульчи из пластиковой пленки [21, 22].

Одним из перспективных способов орошения, которое может быть применено при возделывании овощных культур является подпочвенное орошение. При данном способе полива вода поступает непосредственно в корнеобитаемый слой, что способствует сокращению потерь влаги на испарение, ввиду недостатка влаги на поверхности отмечается гибель сорных растений, что существенно снижает затраты на проведение хими-

ческих обработок, также обеспечивается более качественная обработка почвы, а вместе с поливной водой возможно внесение минеральных удобрений и регуляторов роста.

Существует возможность использования систем подпочвенного увлажнения в качестве отвода излишнего количества почвенной влаги, которая образуется в результате выпадения дождей в зимний период, такие природные аномалии наблюдаются в Южном федеральном округе, что вызывает таяние снега и аккумуляцию влаги в прудах-накопителях с последующим использованием накопленной воды для орошения.

В настоящее время в России подпочвенное орошение делят на три основных вида:

- технические способы подпочвенного орошения – по уложенным на некоторой глубине от поверхности почвы искусственным трубам;
- подпочвенное орошение – за счет подъема и регулирования уровня пресных грунтовых вод;
- машинные способы подпочвенного орошения.

В частности, учеными Волгоградского ГАУ разработана уникальная система внутрипочвенного орошения, монтаж которой в сравнении с применением капельного орошения позволяет экономить на одном гектаре до сотни тысяч рублей¹³.

К основной отличительной особенностью данного способа орошения можно отнести, тот факт, что монтаж систем подпочвенного орошения в отличие от капельных линий позволяет осуществлять полив на протяжении нескольких лет. При этом маловероятно засоление поверхности почвы, в ходе применения обеспечивается наилучшая экологическая обстановка на орошаемых землях, а высокая окупаемость делает произведенную продукцию конкурентноспособной. Данный способ мало изучен и требует дальнейшего изучения. Однако проведенные исследования показали, что этот способ орошения крайне эффективный [7, 15].

Так, в работе [13] были изучены три режима подпочвенного орошения редьки с различными порогами влажности. При этом два из них были постоянными и имели порог предпочвенной влажности 75 и 85 %, а дифференцированный порог на протяжении вегетации составлял 75-85-75 % НВ, расстояние между внутрипочвенными увлажнителями составляло 1,2; 1,4 и 1,6 м. Проведенные исследования показали, что орошение редьки в условиях Волгоградской области наиболее эффективно при дифференцированном пороге влажности. Наилучший результат

¹³Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 15.06.2023).

обеспечивается при расстоянии между увлажнителями 1,4 м. На данном варианте коэффициент водопотребления в среднем за годы исследования составил 58,7 м³/т против двух других вариантов 59,6 и 60,5 м³/т соответственно.

Сравнительная оценка режимов внутрипочвенного, капельного орошения и дождевания показали, что сельскохозяйственная культура влияет на выбор более эффективного способа орошения. Так, получение планируемой урожайности до 120 т/га томатов и от 60 до 80 т/га столовой свеклы обеспечивает капельный полив; от 70 до 90 т/га томатов и от 50 до 70 т/га баклажанов – полив дождеванием, а до 80 т/га столовой свеклы – внутрипочвенное орошение [20].

К ресурсосберегающим технологиям орошения, которые обеспечивают экономии водных ресурсов и высокую эффективность при производстве овощной продукции, можно отнести такую разновидность капельного орошения, как микродождевание. При данном способе орошения осуществляется дозированная или непрерывная подача воды малой интенсивностью и растворенных в ней

минеральных удобрений на орошаемые земли, что крайне важно при возделывании овощных культур [12].

Исследования, проведенные на юге Украины в 2008-2010 гг., показали, что при орошении лука репчатого микродождеванием в среднем за годы исследований урожайность составила при уровне предполивной влажности почвы 90-80-70 % НВ и расчетным уровнем минерального питания на урожай 100 т/га – 90,53 т/га, а при тех же показателях на капельном орошении – всего 87,7 т/га. Существенное увеличение качественных показателей, выражающихся в повышенном содержании нитратов, выше уровня ПДК при изучаемых технологиях орошения в получаемой продукции выявлено не было [5].

Преимущество микродождевания при возделывании лука репчатого подтверждают исследования, проведенные учеными Николаевского национального аграрного университета, в ходе которых было выявлено, что при режиме орошения микродождеванием 90–80–70 % НВ в среднем по всем фонам удобрения сформирована урожайность на уровне

71,96 т/га, а при капельном орошении – 68,54 т/га, или на 4,8 % меньше. При режиме орошения 80–70–70 % НВ в указанных вариантах товарного лука собрали соответственно 67,19 и 65,51 т/га, что на 2,5 % меньше. При выращивании лука репчатого без полива и внесения минеральных удобрений в среднем за годы исследований сформирована урожайность на уровне 13,48 т/га [11].

Заключение. Эффективность сельскохозяйственного производства зависит в значительной степени от природных факторов. В некоторых районах Российской Федерации использование пахотных земель без применения орошения невозможно из-за недостатка влаги. Орошение не только значительно повышает урожай, но и способствует расширению перечня возделываемых сельскохозяйственных культур. В частности, делает возможным возделывание овощных культур в непростых природно-климатических условиях. Применение современных технологий внесения минеральных удобрений и орошения здесь позволит более перспективно и полно использовать потенциал пахотных земель.

Список источников:

1. Авдеенко С.С. Эффективность использования влаги посевами лука репчатого в зависимости от орошения, удобрения и сидератов // Успехи современной науки. 2015. № 3. С. 24–27.
2. Аграрный сектор Юга России: современные тенденции и перспективы развития: монография / А.Н. Тарасов, О.В. Исаева, М.А. Холодова [и др.] / ВНИИЭиН – филиал ФГБНУ ФРАНЦ. Ростов н/Д: Изд-во ООО «АзовПринт», 2020. 112 с.
3. Бабичев А.Н., Балакай Г.Т., Монастырский В.А. Орошаемое земледелие. Новочеркасск: Российский НИИ проблем мелиорации, 2022. 83 с.
4. Влияние мульчирования как агротехнического приема на динамику контуров увлажнения при внутрипочвенном и капельном орошении / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. №1 (45). С. 155–161.
5. Гамаюнов В.В., Задорожный Ю.В. Влияние орошения и режима питания на водопотребление лука репчатого // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2015. № 3(19). С.40–50.
6. Гурина И.В., Михеев Н.В., Панкарикова А.А. Анализ суммарного водопотребления овощных культур при орошении современной дождевальной техникой // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всеросс. науч. практ. конф. (Шумаковские чтения) с междунар. участ., посвящ. 130-летию рожд. Б.А. Шумакова (г. Новочеркасск 24 октября 2019 г.). Новочеркасск: Изд-во «Лик», 2019. Т. 1. С. 28–31.
7. Захаров Р.Ю., Борбат И.Н., Скосарь Д.В. О целесообразности применения внутрипочвенного орошения в Республике Крым // Экономика и строительство природопользования. 2021. № 4(81). С. 53–63.
8. Инновационные технологии орошения овощных культур / А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, М.И. Иванов, А.А. Рубцов. М.: Изд-во «Ким Л.А.», 2021. 306 с.
9. Калмыкова Е.В., Воронин Г.А. Ресурсоэффективные элементы технологии возделывания лука репчатого в условиях Нижнего Поволжья // Орошаемое земледелие. 2021. № 3 (34). С. 52–56. DOI 10.35809/2618-8279-2021-3-10.

References:

1. Avdeenko S.S. Efficiency of moisture use by onion crops depending on irrigation, fertilizers and siderates. *Successes of modern science*. 2015;3:24–27. (In Russ.).
2. Tarasov A. N., Isaeva O. V., Kholodova M.A. et al. The agricultural sector of the South of Russia: modern trends and prospects of development: monograph. VNIIEiN – branch of FGBNU FRANTS. Rostov n/A: Publishing house of AzovPrint LLC, 2020. 112 p. (In Russ.).
3. Babichev A.N., Balakai G.T., Monastyrsky V.A. Irrigated agriculture. Novocherkassk: Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, 2022. 83 p. (In Russ.).
4. Ovchinnikov A.S., Bocharnikov V.S., Meshcheryakov M.P., Bocharnikova O.V., Loboiko V.F. The influence of mulching as an agrotechnical technique on the dynamics of humidification contours during subsurface and drip irrigation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2017;1(45):155–161. (In Russ.).
5. Gamayunov V.V., Zadorozhny Yu.V. The influence of irrigation and nutrition regime on water consumption of onions. *Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation*. 2015;3(19):40–50. (In Russ.).
6. Gurina I.V., Mikheev N.V., Pankarikova A.A. Analysis of total water consumption of vegetable crops during irrigation with modern sprinkler equipment // *Melioration and water management: materials of the All-Russ. scient.-pract. conf. (Shumakov readings) from the international participant, ded. to the 130th anniversary of the birth of B.A. Shumakov (Novocherkassk, October 24, 2019)*. Novocherkassk: Publishing house "Lik", 2019. Vol. 1. P. 28–31. (In Russ.).
7. Zakharov R.Yu., Borbat I.N., Kotsar D.V. On the expediency of using subsurface irrigation in the Republic of Crimea. *Economics and construction of natural resources*. 2021;4(81):53–63. (In Russ.).
8. Fedosov A.Y., Menshikh A.M., Ivanov M.I., Rubtsov A.A. Innovative technologies of irrigation of vegetable crops. M.: Publishing house «Kim L.A.», 2021. 306 p. (In Russ.).
9. Kalmykova E.V., Voronin G.A. Resource-efficient elements of onion cultivation technology in the conditions of the Lower Volga region. *Irrigated agriculture*. 2021;3(34):52–56. DOI 10.35809/2618-8279-2021-3-10. (In Russ.).

10. Кизяев Б.М., Бородычев В.В. Эффективность минерального питания овощных культур при капельном орошении // Плодородие. 2016. № 5. С. 18–20.
11. Лымарь В.А. Урожай и качество лука репчатого при выращивании на юге Украины // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 55–59.
12. Микродрождевание: особенности технологии и численный эксперимент инфильтрации воды в почву / А.А. Терпигорев, М.С. Зверьков, А.В. Гришин, С.А. Гжибовский // Природообустройство. 2019. № 3. С. 22–26.
13. Милованова С.Г., Ходяков Е.А., Боровой Е.П. Конструктивные особенности опытного участка внутрипочвенного орошения в условиях Волго-Донского междуречья // Современные научно-практические решения в АПК: сб. статей II Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф. / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. Тюмень, 2018. С. 401–407.
14. Научное обоснование агротехнических приемов повышения урожайности лука репчатого на территории Астраханской области / Н.И. Матвеева, Е.В. Калмыкова, Н.Ю. Петров [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 5. С. 30–35.
15. Овчинников А.С., Ходяков Е.А., Милованов С.Г. Перспективы использования внутрипочвенного орошения в развитии аграрного сектора Юга России // Современное научное знание в условиях системных изменений: матер. I Нац. науч.-практ. конф. / Тарский филиал ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Тара, 2016. С. 35–37.
16. Орошение и почвенное плодородие в различных климатических зонах / Р.С. Масный, Г.Т. Балакай, Л.М. Докучаева [и др.]. Новочеркасск: Российский НИИ проблем мелиорации, 2023. 225 с.
17. Сидаренко Д.П., Рубцов А.А. Состояние овощеводства в условиях дефицита доступных водных ресурсов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 2(82). С. 82–87.
18. Соловьева О.А. Технология возделывания репчатого лука при капельном орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 1(65). С. 171–179.
19. Турсунова Э.А. Мировой опыт водосбережения в условиях дефицита доступных водных ресурсов // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: матер. II Респ. науч.-техн. конф. Минск, 2022. С. 361–368.
20. Ходяков Е.А. Особенности режима орошения овощных культур, выращиваемых на Юге России // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 4(12). С. 122–132.
21. Perry C., Steduto P. Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence // Discussion paper on irrigation and sustainable water resources management in the Near East and North Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Cairo, 2017. 57 p.
22. Returning cotton stalks to the field increases residual plastic film in oasis agroecosystems under long-term mulched drip irrigation / J.Z. Zhang, H.J. He, Z.H. Wang et al. // Soil Science Society of America Journal. 2019. Vol. 83. P. 1502–1511.
10. Kizyaev B.M., Borodychev V.V. Efficiency of mineral nutrition of vegetable crops under drip irrigation. *Fertility*. 2016;5:18–20. (In Russ.).
11. Lymar V.A. The yield and quality of onions when grown in the south of Ukraine. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*. 2015;3:55–59. (In Russ.).
12. Terpigorev A.A., Zverkov M.S., Grishin A.V., Grzhibovsky S.A. Microdriving: features of technology and numerical experiment of water infiltration into the soil. *Nature management*. 2019;3:22–26. (In Russ.).
13. Milovanova S.G., Khodyakov E.A., Borovoy E.P. Design features of the experimental site of subsurface irrigation in the conditions of the Volga-Don interfluvium // Modern scientific and practical solutions in agriculture: collection of articles of the II All-Russ. (nation.) scient.-pract. conf. / State Agrarian University of the Northern Urals. Tyumen, 2018. P. 401–407. (In Russ.).
14. Matveeva N.I., Kalmykova E.V., Petrov N.Yu., Zvolynsky V.P., Narushev V.B. Scientific substantiation of agrotechnical techniques for increasing the yield of onions in the Astrakhan region. *Agrarian Scientific Journal*. 2019;5:30–35. (In Russ.).
15. Ovchinnikov A.S., Khudyakov E.A., Milovanov S.G. Prospects for the use of subsurface irrigation in the development of the agricultural sector in the South of Russia // Modern scientific knowledge in the context of systemic changes: mater. I Nation. scient.-pract. conf. / Tarsky branch of the Omsk State Agrarian University. Tara, 2016. P. 35–37. (In Russ.).
16. Masny R.S., Balakai G.T., Dokuchaeva L.M. et al. Irrigation and soil fertility in various climatic zones / *Novocherkassk: Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*, 2023. 225 p. (In Russ.).
17. Sidorenko D.P., Rubtsov A.A. The state of vegetable growing in conditions of shortage of available water resources. *Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture*. 2021;2(82):82–87. (In Russ.).
18. Solovyova O.A. Technology of onion cultivation with drip irrigation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2022;1(65):171–179. (In Russ.).
19. Tursunova E.A. World experience of water conservation in conditions of shortage of available water resources // *Innovative technologies in water, communal services and water transport: mater. II Rep. scient.-techn. conf. Minsk*, 2022. P. 361–368. (In Russ.).
20. Khodyakov E.A. Features of the irrigation regime of vegetable crops grown in the South of Russia. *Tauride bulletin of agrarian science*. 2017;4(12):122–132. (In Russ.).
21. Perry C., Steduto P. Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence // Discussion paper on irrigation and sustainable water resources management in the Near East and North Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Cairo, 2017. 57 p.
22. Zhang J.Z., He H.J., Wang Z.H. et al. Returning cotton stalks to the field increases residual plastic film in oasis agroecosystems under long-term mulched drip irrigation. *Soil Science Society of America Journal*. 2019;83:1502–1511.

Информация об авторе:

Сидаренко Дмитрий Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела сельскохозяйственной мелиорации ФГБНУ «РосНИИПМ» (Российская Федерация, 346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190), sidarenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3273-6499.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Information about the author:

Sidarenko Dmitry Petrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Scientific Associate of the Department of Agricultural Land Reclamation Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems (Russian Federation, 346421, Rostov Region, Novocherkassk, Ave. Baklanovsky, 190), sidarenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3273-6499.

Conflict of interest. The author declare no conflicts of interests.



МИКСЕРЫ

Хорошо перемешанная навозная жижа гарантирует равномерное распределение питательных веществ, а значит - оптимальный рост растений и большой урожай

СЕПАРАТОРЫ

Разделение жижи на твердую и жидкую фракции является первым шагом на пути к утилизации навоза

BRU Фильтрационно-сушильная установка

Производство (восстановление из навоза) обеззараженного подстилочного материала для КРС

ЦИСТЕРНЫ

Использование цистерн - простое решение для транспортировки и внесения ценных органических удобрений в почву

НАСОСЫ

Для перекачки навозных стоков с содержанием твердых и длинных волокнистых веществ на сельскохозяйственных фермах используют насосы со специальными мощными режущими устройствами

УДК 633.2: 631.6: 338.43

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-8

ОРОШАЕМОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО В ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

IRRIGATED FORAGE PRODUCTION IN THE CHUY VALLEY OF THE ALTAI REPUBLIC

¹Л.Н. Медведева²М.В. Бугаева³И.М. Кречетова¹ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Волгоград, Российская Федерация²ФГБНУ ФАНЦА, г. Барнаул, Российская Федерация³ФГБУ «Управление «Мелиоводхоз по РА», г. Горно-Алтайск, Республика Алтай, Российская Федерация
milena.medvedeva2012@ya.ru¹L.N. Medvedeva²M.V. Bugaeva³I.M. Krechetova¹VNIOZ Branch of VNIIGiM, Volgograd, Russian Federation²FSBNI FANCA, Barnaul, Russian Federation³Gorno-Altai branch of the FGBU «Altaimeliovodkhoz Management», Barnaul, Russian Federation
milena.medvedeva2012@ya.ru

Финансирование. Исследования проведены в рамках выполнения государственных заданий: FNFR-2022-0006 «Разработать экономико-математические модели устойчиво функционирующих высокопродуктивных экологически сбалансированных орошаемых агроландшафтов», ФГБНУ ФАНЦА № 0534-2021-0002.

Financing. The research was carried out as part of the fulfillment of state tasks: FNFR-2022-0006 «To develop economic and mathematical models of sustainably functioning highly productive ecologically balanced irrigated agricultural landscapes», FSBNI FANCA No. 0534-2021-0002.

Значимость кормопроизводства объясняется дальнейшей интенсификацией сельского хозяйства. Особую актуальность данная проблема приобретает в связи со стратегией увеличения поставок российской продукции на зарубежные рынки. Сформированные с учетом региональных особенностей адресные, адаптивные рационы питания позволяют раскрыть генетический потенциал животных, обеспечить максимальную конверсию корма. Все более значимым становится совершенствование структуры кормовой базы, повышение урожайности кормовых культур, внедрение научно-обоснованных систем земледелия и орошения. Экосистемы Республики Алтай, расположенные в двух природных зонах: гумидной бореальной и аридной пустынно-степной, отмечаются продолжительными холодными зимами, нерегулярными и недостаточными осадками, что делает сельское хозяйство весьма рискованным и возводит в приоритет скотоводство. Общая площадь сельскохозяйственных угодий в республике – 1131,7 тыс. га, из них наибольшую долю занимают кормовые угодья – 994,2 тыс. га (87,9 %). Со времени интенсивного освоения высокогорий, в кормопроизводстве Чуйской долины преобладающим становится полевое кормопроизводство, обеспечивающее страховые запасы сена на зимний джутовый период. На период зимовки на условную голову заготавливается 6-8 ц корм. ед., которые в большинстве своем, остаются не сбалансированы по основным элементам питания. Целью исследования является анализ системы кормопроизводства в Республике Алтай, проведение полевых опытов по повышению продуктивности сортов овса в высокогорной Чуйской долине. Предмет исследования – организационно-экономические отношения, возникающие

The importance of feed production is explained by the further intensification of agriculture. This problem is of particular relevance in connection with the strategy of increasing the supply of Russian products to foreign markets. Targeted, adaptive nutrition rations, formed taking into account regional characteristics, make it possible to reveal the genetic potential of animals and ensure maximum feed conversion. Improving the structure of the forage base, increasing the yield of forage crops, and introducing scientifically based farming and irrigation systems is becoming increasingly important. The ecosystems of the Altai Republic, located in two natural zones: humid boreal and arid desert-steppe, are characterized by long cold winters, irregular and insufficient precipitation, which makes agriculture very risky and prioritizes cattle breeding. The total area of agricultural land in the republic is 1131.7 thousand hectares, of which the largest share is occupied by forage lands - 994.2 thousand hectares (87.9 %). Since the time of intensive development of the highlands, field forage production has become predominant in the forage production of the Chui Valley, providing insurance reserves of hay for the winter jute period. For the wintering period, 6-8 quintals of feed are prepared per conditional head. units, which for the most part remain unbalanced in terms of basic nutritional elements. The purpose of the study is to analyze the feed production system in the Altai Republic and conduct field experiments to increase the productivity of oat varieties in the high-mountain Chui Valley. Subject of research: organizational and economic relations that arise during the organization of feed production and cattle breeding. The object of the study is the agricultural fodder production system of the Altai Republic, the cultivation of oats in the steppe part of the Chui Valley. During the study, the following

при организации кормопроизводства и скотоводства. Объектом исследования являются система кормопроизводства сельского хозяйства Республики Алтай, возделывание овса в степной части Чуйской долины. В ходе исследования применялись следующие методы: наблюдение, полевой эксперимент, статистико-экономическое обоснование. Выводы: дальнейшее развитие республиканского кормопроизводства, продиктованное запросами животноводства, видится в совершенствовании условий заготовки кормов, внедрении смешанных посевов высокопродуктивных и холодостойких однолетних растений, развитии технологий орошаемого земледелия. Наиболее продуктивными на орошаемых землях Чуйской степи являются сорта овса: по прибавке массы сена – Иртыш 22 ($\leq 1,84$ т/га), Русич ($\leq 1,61$ т/га), Ровесник и Аргумент ($\leq 1,55$ т/га); по перевариваемому протеину – Ровесник, Иртыш 22, Аргумент (2,41-2,58 ц/га); кормовым единицам в сухом веществе – Иртыш 22 (4,47 т/га), Русич (4,30 т/га).

methods were used: observation, field experiment, statistical and economic justification. Conclusions: further development of the republican feed production, dictated by the demands of livestock farming, is seen in the improvement of conditions for the procurement of feed, the introduction of mixed crops of highly productive and cold-resistant annual plants, and the development of irrigated farming technologies. The most productive oat varieties on the irrigated lands of the Chui steppe are: in terms of hay weight gain - Irtysh 22 (≤ 1.84 t/ha), Rusich (≤ 1.61 t/ha), Rovesnik and Argument (≤ 1.55 t/ha); for digestible protein - Coeval, Irtysh 22, Argument (2.41-2.58 c/ha); feed units in dry matter – Irtysh 22 (4.47 t/ha), Rusich (4.30 t/ha).

Ключевые слова: сельское хозяйство, регион, климат, система кормопроизводства, орошаемое земледелие, овес, сорт, урожайность, кормовые единицы.

Keywords: agriculture, region, agriculture, region, climate, feed production system, irrigated agriculture, oats, variety, yield, feed units.

Для цитирования: Медведева Л.Н., Бугаева М.В., Кречетова И.М. Орошаемое кормопроизводство в Чуйской долине Республики Алтай // Орошаемое земледелие. 2024.1(44). ... DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-8.

For citation: Medvedeva L.N., Bugaeva M.V., Krechetova I.M. Irrigated fodder production in the Chui Valley of the Altai Republic. *Irrigated agriculture*. 2024; 1(44). ... (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-8.

Введение. Республика Алтай занимает лидирующие позиции в Российской Федерации по производству мяса и мясопродуктов (254 кг), молока и молокопродуктов (406 кг) на душу населения. По состоянию на 1 января 2023 года в хозяйствах всех категорий насчитывалось 276,5 тыс. голов крупного рогатого скота [8]. Сложившаяся в республике система кормопроизводства не в полной мере обеспечивает дальнейшее развитие животноводства. Российские ученые: М. Браславц, А. Гатаулин, Т. Дронова, Р. Кравченко, И. Кружилин, Э. Крылатых, В. Можин – сформировали адаптивные рационы питания, позволяющие в полной мере раскрыть генетический потенциал животных и обеспечить максимальную конверсию корма [14-16]. Несмотря на значительность проделанного пути, связанного с кормопроизводством, отдельные аспекты этой задачи, требуют дальнейшего развития с учетом местных особенностей и климатических изменений.

Сельскохозяйственные угодья в Республике Алтай составляют 1131,7 тыс. га, из них наибольшую долю занимают кормовые угодья – 994,2 тыс. га, или 87,9 %. Экосистемы Алтая находятся в двух природных зонах: гумидной бореальной и аридной пустынно-степной, отличаются сложным рельефом, значительным многообразием видового состава растений. Резко континентальный климат с низкими темпера-

турами (средняя годовая температура воздуха около $-1,1$ °C), частыми морозами (безморозный период в среднем составляет 87 дней), нерегулярными и недостаточными осадками (365 мм осадков в год) делает сельское хозяйство рискованным, возводит в приоритет мясомолочное направление. Поскольку большая часть скота сосредоточена в личных подсобных хозяйствах, которые не всегда применяют пастбищеоборот, ощутимой становится деградация естественных угодий. Ежегодно на площади 186,7 тыс. га, из которых 6,5 тыс. га занимают зерновые культуры, 38,2 тыс. га однолетние травы, 54,8 тыс. га многолетние травы, 87,2 тыс. га естественные сенокосы, осуществляется заготовка кормов [1]. На период зимовки на основную голову заготавливается не более 6-8 ц корм. ед., в большинстве своем они остаются не сбалансированы по основным элементам питания. Со времени интенсивного освоения высокогорий, которое приходится на середину 70-х годов XX века, в орошаемом кормопроизводстве Чуйской степи основной кормовой культурой, обеспечивающей страховой запас сена в зимний джутовый период, становится овес. Чистовидовые посевы овса в условиях высокогорий весьма склонны к полеганию, поэтому их высевают с высокорослыми растениями, имеющими прочный стебель и хорошие кормовые качества. Поскольку в высокогорье овес имеет

низкую урожайность, решение проблемы кормового белка решается за счет формирования смешанных посевов холодостойких однолетних растений. При оценке кормовой продуктивности сортов овса, возделываемых в Чуйской степи на орошаемых землях, было установлено, что наибольшую прибавку сена дают сорта: Иртыш 22 ($\leq 1,84$ т/га), Русич ($\leq 1,61$ т/га), Ровесник и Аргумент ($\leq 1,55$ т/га); высокий сбор переваримого протеина в сухом веществе – сорта Иртыш 22, Аргумент (2,41-2,58 ц/га); наибольший сбор кормовых единиц в сухом веществе – сорта Иртыш 22 (4,47 т/га), Русич (4,30 т/га).

Целью исследования является анализ системы кормопроизводства в Республике Алтай, проведение полевых опытов по определению продуктивности сортов овса в высокогорной Чуйской долине. Предмет исследования – организационно-экономические отношения, возникающие при организации кормопроизводства. Объектом исследования являются система кормопроизводства сельского хозяйства Республики Алтай, возделывание овса в степной части Чуйской долины.

Материалы и методы. Информационно-эмпирическую базу составили материалы исследований ВНИИОЗ-филиала ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГМ им. А.Н. Костякова» (Волгоград), ФГБНУ Федерального Алтайского научного центра агроботехнологий (Барнаул), Горно-Алтайского филиала ФГБНУ

«Управление «Алтаймелиоводхоз» (Горно-Алтайск). Научные коллективы данных НИИ за время своей работы трансформировали фундаментальные и прикладные исследования в область освоения энергосберегающих, экологически безопасных технологий возделывания кормовых культур. Исследование включало два направления: аналитическое, которое позволило проанализировать состояние кормопроизводства в Республике Алтай; второе – полевое, обеспечившее проведение опытов по определению продуктивности овса на землях в зоне действия Тархатинской межхозяйственной оросительной системы. На Алтае выделяются три агроклиматические зоны: низкогорная, среднегорная и высокогорная. Чуйская котловина входит в высокогорную зону, имеет длину 70 км и ширину 40 км. С повышением высоты происходит значительное уменьшение обеспеченности тепловыми ресурсами – общий приток лучистой энергии составляет 19,0 ккал/см². Большинство почв каштановые или светло-каштановые с низким содержанием фосфора и гумуса (3,5 %). В Кош-Агачской подзоне Чуйской котловины основное направление животноводства – мясное скотоводство. Население занимается разведением крупного рогатого скота, овцеводством, пуховым козоводством, коневодством, яководством и верблюдоводством. Для оценки кормовой базы в условиях экстенсивного сельского хозяйства используется индикатор –

плотность скота в расчете на единицу площади полевых и естественных кормовых угодий и пастбищ. В Чуйской долине данный показатель имеет тенденцию увеличения, составляет 0,37. Полив кормовых однолетних культур обеспечивается Тархатинской межхозяйственной оросительной системой, которая имеет протяженность магистрального трубопровода – 9087 м, в т.ч. по участкам: 5735 м (D – 820 мм), 1780 м (D – 720 мм), 1572 м (D – 520 мм). Полевые исследования проводились в 2021-2022 гг. на землях СППК «Р-242» с. Новый Бельтир, Кош-Агачский район (рисунок 1). Постановка опытов проводилась на основе методик, разработанных Государственным сортоиспытанием сельскохозяйственных культур, Б. Доспехова, В. Плешакова и др.^{1,2,3,4} [2, 9].

В опыте сравнивались сорта овса Алтайской селекции – Аргумент, Пегас, Русич, которые созданы (ФГБНУ ФАНЦА), Кемеровской селекции – Ровесник (ФИЦ ИЦиГ СО РАН), Нарымский 943 (СФНЦА РАН), Омской селекции – Иртыш 22 (ФГБНУ Омский АНЦ). Почвенный покров опытных делянок площадью 360 м² представлен светло-каштановыми почвами с гумусным горизонтом в 10-12 см, слабой обеспеченностью подвижными формами азота. Гранулометрический состав почвы большей частью грубый, мало-дисперсный с высоким содержанием крупнозёма, с незначительной примесью тонкодисперсных фракций, без солонцеватости. Реакция верхней

части почвы нейтральная (рН = 6,86). Сумма поглощенных оснований низкая (8,4 мг-экв на 100 г почвы). Почвы обеспечены подвижным фосфором P205 – 209,0 мг/кг, обменным калием K20 – 223,2 мг/кг. Предшественником является залежь. Обработка почвы включала в себя уборку камней камнеуборочной машиной «Тамерлан 1800», трехкратное дискование почвы. Срок посева овса – 27 мая, способ посева – рядовой сеялкой СЗС-3,6, норма высева овса в чистом виде 5,0 млн шт./га. Полив проводился установкой ДМ «Фрегат Ф 392», оросительная норма за вегетационный период составила 3000 м³/га, поливная норма – 250 м³/га. По вегетации проводилась двукратная подкормка азотно-магниевым удобрением в два этапа: 20 июня – из расчета 130 кг/га физического веса, 2 июля – 70 кг/га. Опыт однофакторный, повторность 4-х-кратная. На сено скашивали посева 24 и 31 августа. Начало вегетации 2021 года было холодным, в первой декаде июня наблюдались заморозки до минус 1 °С с выпадением мокрого снега, вторая и третья декады отмечены невысокими температурами воздуха. Июль и август были достаточно теплыми, сумма температур выше +10 °С в период с 27 мая по 25 августа составила 1237 °С, выпало 115,8 мм осадков, что составило 135 % к норме; 2022 год был сухой и холодный, низкие ночные температуры отмечались до середины июля, третья декада июля и август были теплыми; сумма активных температур за вегетацию составила 1209 °С, выпало 95,5 мм осадков, это 111 % к норме.

Результаты и обсуждение. Характерной особенностью кормовой базы Республики является с одной стороны – большая доля в годовом кормовом балансе естественных кормовых угодий – 87,9 %, а с другой – преобладание в заготавливаемых на зиму кормах доли полевого кормопроизводства [5]. До середины 1950-х годов в составе грубых кормов преобладало сено дикорастущих трав. По данным геоботанических обследований, площадь естественной кормовой базы составляла – 186,7 тыс. га, в том числе степных угодий – 7,5 %, луговых – 75 %, лесных – 17,5 % (рисунок 2).

Незначительный объем полевого кормопроизводства был связан со слабым развитием орошаемого земледелия и низкой урожайностью сельскохозяйственных культур. В последующем за счет мелиорации земель произошло заметное расширение по-



Рисунок 1 – Сельскохозяйственные поля обеспечиваются водой Тархатинской межхозяйственной оросительной системы, СППК «Р-242», с. Новый Бельтир, 04.03.2024 г.

Figure 1 – Agricultural fields are provided with water by the Tarkhatinsky inter-farm irrigation system, SPPC «R-242», v. Novy Beltir, 03.04.2024

¹Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть / Под. ред. М.А. Федина. М.: МСХ СССР, 1985. 267 с.

³Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: Россельхозакадемия, 1997. 156 с.

⁴Плешаков В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / ВНИИОЗ. Волгоград, 1983. 149 с.



Рисунок 2 – Естественные пастбища и солончаки Чуйской долины Республики Алтай⁵

Figure 2 – Natural pastures and salt marshes of the Chui Valley of the Altai Republic



Рисунок 3 – Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур и по категориям хозяйств тыс. га, в % к 2021 году; соотношение возделываемых культур, в %

Figure 3 – Total sown area of crops and by categories of farms thousand hectares, in % by 2021; ratio of cultivated crops, in %

севных площадей кормовых культур (рисунок 3) [12, 13].

Возделываемые кормовые культуры представлены в основном посевами многолетних трав, имеющих в своем составе смешанные злаково-бобовые компоненты (клевер, люцерна и эспарцет); однолетних культур, представленных многокомпонентными смеша-

ми (овса в смеси с бобовыми и другими зерновыми культурами), подсолнечника, суданской травы, рапса [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Урожайность кормовых культур в среднем составляет: по зерновым – 12,8 ц/га, однолетним травам на сено – 24,3 ц/га, многолетним травам на сено – 14,4 ц/га, естественным



Рисунок 4 – Соотношение сеяных и естественных сенокосов, многолетних и однолетних трав, 2010 год, %

Figure 4 – The ratio of seeded and natural hayfields, perennial and annual grasses, 2010, %

сенокосам – 12,5 ц/га. в условиях горностепной зоны наибольшая урожайность зеленой массы в чистых посевах дает овес – 165,0 ц/га, со сбором корм. ед. в сухом веществе – 33,9 ц/га. В смешанных посевах более продуктивными является сочетание: овес + горох – 160,0 ц/га и овес + вика – 170,0 ц/га. Характерной особенностью природных кормовых угодий является круглогодичное пастбищное содержание скота. В Кош-Агачском районе на долю тебеновочного корма приходится – 80 %. Основной задачей лугового кормопроизводства является внедрение районированных сортов сибирской селекции, тщательное выполнение агротехнических требований при подготовке почвы к посеву, четкая организация мероприятий по уходу за травостоем [1, 5, 6, 7, 8].

Современное полевое кормопроизводство в экстремальных условиях высокогорья ориентируется на выращивание овса на грубый корм, что снижает плодородие почв. Решающим фактором в увеличении производства кормов является орошение, применение минеральных, особенно азотных удобрений, а также подбор современных сортов. Важным остается наличие сортового разнообразия, что позволяет сельхозтоваропроизводителям подбирать наиболее адаптированные, продуктивные сорта кормового направления, устойчивых к полеганию. Использование высокопродуктивных и технологичных, экологически пластичных сортов овса является основой высокой стабильной урожайности и качества, а также условием сокращения затрат в технологии их возделывания. Различные сорта предъявляют неодинаковые требования к условиям возделывания, имеют различную продуктивность, устойчивость к вредителям, болезням, неблагоприятным факторам почвы (кислотность, содержание в почве соединения алюминия, засоленность), заморозкам, полеганию и осыпанию. Для повышения эффективности требуется разработка программ прогнозирования урожайности кормовых культур на основе информационных технологий (рисунок 4) [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

В 2021 году на опытной делянке СППК «Р-242» с. Новый Бельтир полив начался на 2 день после посева, всходы появились на 12-14 день (7-9 июня), в 2022 году полив начался на 12 день после посева, растения взошли на 18-19 день (16-17 июня). Овес без полива взошел на 25 день, после выпадения первых осадков. Из-за довольно прохладного климата в начале

⁵Здесь и далее фотографии предоставлены Горно-Алтайским филиалом ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз»

Таблица 1 – Развитие и урожайность сортов овса, среднее за 2021–2022 гг.
Table 1 – Development and productivity of oat varieties, average for 2021–2022

Сорт / Variety	Выметывание, дней / Sweeping, days	Высота растений, см / Plant height, cm	Урожайность, т/га / Yield, t/ha					
			зеленая масса / green mass			сено / hay		
			2021	2022	среднее / average	2021	2022	среднее / average
Нарымский 943(к) / Narymsky 943(k)	56	72,0	5,36	13,75	9,55	1,74	6,53	4,13
Пегас / Pegasus	58	79,0	9,01	12,90	10,95	2,70	5,34	4,02
Ровесник / Same age	56	82,0	9,95	16,45	13,20	3,29	8,07	5,68
Русич / Rusich	58	80,0	9,90	16,58	13,24	3,28	8,20	5,74
Аргумент / Argument	60	92,0	10,86	19,07	14,96	3,20	8,07	5,63
Иртыш 22 / Irtysk 22	60	80,0	13,96	17,48	15,72	3,92	8,03	5,97
НСР 05						1,24	1,89	1,17

вегетации овес рос медленно, к концу июня достиг в своем развитии фазы всходы – третий лист-образование узловых корней, к середине июля высота его составляла уже 25–30 см. Интенсивный рост начинался с III декады июля и к середине августа растения достигали фазы выметывания. В среднем за два года исследований наиболее коротким этот период (56 дней) оказался у сортов Нарымский 943 и Ровесник, у сортов Пегас и Русич – 58 дней, у Аргумент и Иртыш 22 – 60 дней. На момент уборки сорта овса находились в фазе цветения – начала налива семян. Полегание посевов не наблюдалось. Посевы овса без полива были сильно изреженные и к уборке достигли всего 10–15 см. Наибольшую высоту растений на поливе показали сорта: Аргумент (92 см), Ровесник (82 см), Русич и Иртыш 22 (80 см). Эти сорта имели прочный, толстый, устойчивый к полеганию, хорошо облиственный стебель, с широкими (до 1,5–2,0 см) длинными листьями (таблица 1).

Высота растений у сортов Нарымский 943 и Пегас составила 72–79 см, стебель был тонким, со средней облиственностью и шириной листа – 1,0–1,2 см. Наблюдения показали, что высота растений по годам практически не отличалась: разница составила от 1 до 3 см. Значительное же влияние на урожайность зеленой массы оказали густота стояния растений и количество продуктивных стеблей. В 2021 г. густота стояния посевов к уборке была на уровне 275–378 шт./

м², коэффициент продуктивных стеблей составил 1,08 у сорта Иртыш 22, у остальных сортов – 1.

В 2022 году густота стояния растений перед уборкой составила 450–585 шт./м². Наибольшее количество продуктивных стеблей образовалось у сортов Нарымский 943 – 1,3, Русич – 1,24, Иртыш 22 – 1,18, Аргумент – 1,14, у сортов Пегас – 1,03 и Ровесник – 1. В среднем за 2 года исследований с наибольшим кущением выделился сорт Иртыш 22 – 1,13 шт. стеблей. Урожайность зеленой массы в 2021 г находилась в пределах – 5,36–13,96 т/га, в 2022 г – 12,90–19,07 т/га. В среднем за два года, наибольшую урожайность зеленой массы (14,96–15,72 т/га) сформировали сорта Аргумент и Иртыш 22, что превышает контроль Нарымский 943 на 5,41–6,17 т/га. По выходу сена в 2021 г. выделился сорт Иртыш 22 – 3,92 т/га, в 2022 г. сорт Русич – 8,20 т/га. В среднем за два года, урожайность сена у контрольного варианта Нарымский 943 составила – 4,13 т/га. Наибольшая прибавка сена к контролю получена у сорта Иртыш 22 – на 1,84 т/га, Русич – на 1,61 т/га, Ровесник и Аргумент – на 1,50–1,55 т/га. Основная оценка корма производилась по питательности. Исследования показали, что питательная ценность и химический состав сена овса в большей степени зависит от облиственности растений различных сортов и фазы вегетации при уборке. Самое большое содержание сырого протеина наблюдалось у позднеспелых хорошо облиственных сортов Ровес-

ник, Иртыш 22 (7,0–7,1 %), Аргумент и Русич (5,5–5,7 %), убранных в фазу цветения. У сортов Нарымский 943 и Пегас, убранных в фазу налива семян, данный показатель был ниже – в пределах 5,2–5,5 % (таблица 2).

Наиболее высокий сбор переваримого протеина в сухом веществе – 2,41–2,58 ц/га наблюдался у сортов Ровесник, Иртыш 22 и Аргумент, следовательно, и обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином (57–63 г) у них была выше. По сбору корм. ед. в сухом веществе наибольший показатель имел сорт Иртыш 22 и Русич – 4,47 и 4,30 т/га, затем сорта Ровесник – 4,09 т/га и Аргумент – 3,60 т/га. Выращивание сортов овса на орошаемых землях в условиях высокогорья имеет довольно высокую энергетическую ценность – 1 кг сухого вещества 0,64–0,75 корм. ед. и 8,89–9,64 МДж обменной энергии (рисунок 5).

Наибольший экономический эффект при выращивании овса на сено (с учётом орошения и применения минеральных удобрений) получен у сортов Иртыш 22 и Русич. Прибыль от полученного сена составила 12 806–14 547 рублей на 1 га, при себестоимости 1 ц сена – 513–533 рубля с рентабельностью – 29–32 %.

Заключение. Дальнейшее развитие республиканского кормопроизводства, продиктованное запросами животноводства, видится в совершенствовании условий заготовки кормов, внедрении смешанных посевов высокопродуктивных и холодостойких однолетних растений, развитии технологии орошаемого земледелия.

Таблица 2 – Продуктивность овса, среднее за 2021–2022 гг.
Table 2 – Oat productivity, average for 2021–2022

Сорт / Variety	Урожайность сена т/га / Hay yield t/ha	Сбор ПП* в сухом в-ве, ц/га / Collection of PP* in dry form, c/ha	Сбор корм. ед. в сухом в-ве, т/га / Collection of feed. units in dry form, t/ha	Обеспечен. ПП*1 к.ед., г / Secured. pp* 1 k units, g	Содержание к. ед. в 1 кг корма / The content of K. units in 1 kg of feed	Обменная энергия, МДж/кг / Exchange energy, MJ/kg	Стоимость 1 ц сена, руб. / Cost 1 ts price, rub.	Рентабельность, % / Profitability, %
Нарымский 943(к) / Narymsky 943(k)	4,13	1,55	3,05	50	0,74	9,58	742	2
Пегас / Pegasus	4,02	1,48	2,97	49	0,74	9,64	762	-
Ровесник / Same age	5,68	2,41	4,09	59	0,72	9,48	539	28
Русич / Rusich	5,74	2,24	4,30	52	0,75	9,64	533	29
Аргумент / Argument	5,63	2,27	3,60	63	0,64	8,89	544	28
Иртыш 22 / Irtysh 22	5,97	2,58	4,47	57	0,75	9,65	513	32

Примечание. ПП*– Переваримый протеин

Для улучшения экологической ситуации в орошаемом кормопроизводстве Чуйской долины необходимо продолжение исследований по внедрению адаптированных многолетних кормовых культур. Исследования показали, что в агроклиматических условиях высокогорной зоны Республики Алтай на землях СППК «Р-242» Кош-Агачского района (Тархатинская межхозяйственная оросительная система) наиболее продуктивными оказались сорта овса: Иртыш 22, Русич, Аргумент, Ровесник, которые являются основополагающим биологическим фактором стабилизации сельскохозяйственного производства.



Рисунок 5 – Полив посевов овса ДМ Фрегат; высота, возделываемого сорта Аргумент, 2022 г., СППК «Р-242», с. Новый Бельтир, Республика Алтай
Figure 5 – Irrigation of DM Fregat oat crops; height, cultivated variety Argument, 2022, SPPC «R-242», v. Novy Beltir, Altai Republic

Список источников:

1. Баяндинова Б.Т., Одинцев А.В. Продуктивность однолетних кормовых культур в высокогорьях Алтая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 1(75). С. 5–9.
2. Васина Н.В. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: метод. указания для практ. занятий. Кинель: РИЦ СГСХА. 2014. 42 с.
3. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Земцова И.П. Особенности технологии возделывания нетрадиционной культуры овсяницы тростниковой при орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 60–67.
4. Жезмер Н.В. Экономическая эффективность длительного многоукосного использования разноспелевающих злаковых травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. М., 2020. С. 24–29.
5. Зверева Г.К., Сыева С.Я., Карнаухова Н.А. Оценка состояния растительности на природных кормовых угодьях Горного Алтая // Вестник НГАУ. 2019. № 1. С. 116–125.

References:

1. Bayandinova B.T., Odintsovo A.V. Productivity of annual forage crops in the Altai highlands. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2011;1 (75):5–9. (In Russ.).
2. Vasina N.V. Programming of crop yields: method. guidelines for pract. training. Kinel: RIC SGSHA. 2014. 42 p. (In Russ.).
3. Dronova T.N., Burtseva N.I., Zemtsova I.P. Features of technology of cultivation of non-traditional culture of reed fescue under irrigation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020;4(60):60–67. (In Russ.).
4. Zhezmer N.V. Economic efficiency of long-term multicultural use of multi-ripening cereal grass stands // Multifunctional adaptive feed production: coll. of scient. pap. M., 2020. P. 24–29. (In Russ.).
5. Zvereva G.K., Syeva S.Ya., Karnaukhova N.A. Assessment of the state of vegetation on natural forage lands of the Altai Mountains. *Bulletin of the NGAU*. 2019;1:116–125. (In Russ.).
6. Ismagilov R.R. The main directions of energy saving in crop production // Energy-saving technologies for the production of crop production: mater. All-Russ. scient.-pract. conf. / Bashkir State University. Ufa, 2013. P. 6–10. (In Russ.).

6. Исмагилов Р.Р. Основные направления энергосбережения в растениеводстве // Энергосберегающие технологии производства продукции растениеводства: матер. Всерос. науч.-практ. конф. / Башкирский ГАУ. Уфа, 2013. С. 6–10.

7. Корнышев Д.С., Карасева Т.Н. Многолетние бобово-злаковые травостои как источник повышения почвенного плодородия // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. V Междун. науч.-эколог. конф., посвящ. 95-летию Кубанского ГАУ. Краснодар, 2017. С. 421–424.

8. Кречетова И.М., Медведева Л.Н. Развитие мелиорации для кормопроизводства Республики Алтай // Орошаемое земледелие. 2020. № 3. С. 33–36.

9. Лукьянова М.Т., Залилова З.А. Методические подходы к комплексной экономической оценке эффективности кормопроизводства в регионе // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. №1. С. 51–56. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_1_51.

10. Научно-практические требования по производству высококачественных кормов из трав / Е.А. Тяпугин, В.К. Углин, В.Е. Никифоров, Л.И. Креминская // Достижения науки и техники АПК. 2011. №1. С. 41–47.

11. Разработка программы анализа и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур / В.К. Каличкин, Д.С. Федоров, О.К. Альсова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 1. С. 51–56. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_1_51.

12. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Динамические модели первичных процессов фотосинтеза // Успехи современной биологии. 2020. Т. 140. № 4. С. 315–332.

13. Экономическая эффективность технологии создания и использования культурных пастбищ на основе усовершенствованных злаковых и бобово-злаковых травостоев / А.А. Кутузова, К.Н. Привалова, Д.М. Тебердиев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т.33. № 10. С. 9–14.

14. Roiss O., Medvedeva L. Innovation in agriculture - An actor in the development of a green economy // AIP Conference Proceedings. 2022. Vol. 2650. P. 030019.

15. Temirbulatova A. Agrotehnika vyrashchivaniya kormov i sozdaniya senokosov i pastbishch v lesostepnoy zone Severnogo Kazakhstana // SABRAO Dzh. Genetta. 2023. Vol. 55(4). 1245–1258.

16. The use of non-traditional legumes in the production of high-protein feed on irrigation / T.N. Dronova, N.I. Burtseva, E.I. Molokantseva, O.V. Golovatyuk, I.P. Zemtsova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1069. № 1. P. 012031.

Информация об авторах:

Медведева Людмила Николаевна, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник, ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» (Российская Федерация, 400002, Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9), milena.medvedeva2012@ya.ru, ORCID: 0000-0002-3650-2083.

Бугаева Марина Владимировна, старший научный сотрудник, ФГБНУ ФАНЦА (Российская Федерация, 656910, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, 35), m.w.bugaeva@yandex.ru, ORCID: 0009-0001-2111-4811.

Кречетова Инга Михайловна, директор, ФГБУ «Управление «Мелиоводхоз по РА» (649002, Российская Федерация, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Титова, 36), meliovodh@mail.ru.

Вклад авторов: все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе результатов исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

7. Kornyshev D.S., Karaseva T.N. Perennial legume-cereal herbage as a source of increased soil fertility // Problems of reclamation of household waste, industrial and agricultural production: coll. of scient. pap. of the V Intern. scient.-ecologist. conf., dedic. 95th anniversary of the Kuban State University. Krasnodar, 2017. P. 421–424. (In Russ.).

8. Krechetova I.M., Medvedeva L.N. Development of land reclamation for fodder production in the Altai Republic. *Irrigated agriculture*. 2020;3:33–36. (In Russ.).

9. Lukyanova M.T., Zalilova Z.A. Methodological approaches to a comprehensive economic assessment of the effectiveness of feed production in the region. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2023;37(1):51–56. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_1_51 (In Russ.).

10. Tyapugin E.A., Uglin V.K., Nikiforov V.E., Kreminskaya L.I. Scientific and practical requirements for the production of high-quality feed from herbs. *Achievements of science and technology of the Agroindustrial Complex*. 2011;1:41–47. (In Russ.).

11. Kalichkin V.K., Fedorov D.S., Alsova O.K. et al. Development of a program for the analysis and forecasting of crop yields. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2022;36(1):51–56. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_1_51. (In Russ.).

12. Riznichenko G.Yu., Rubin A.B. Dynamic models of primary photosynthesis processes. *Successes of modern biology*. 2020;140(4):315–332. (In Russ.).

13. Kutuzova A.A., Privalova K.N., Teberdiev D.M. et al. Economic efficiency of technology for the creation and use of cultivated pastures based on improved cereal and legume-cereal stands. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2019;33(10):9–14. (In Russ.).

14. Roiss O., Medvedeva L. Innovation in agriculture - An actor in the development of a green economy. *AIP Conference Proceedings*. 2022;2650:030019.

15. Temirbulatova A. Agrotehnika vyrashchivaniya kormov i sozdaniya senokosov i pastbishch v lesostepnoy zone Severnogo Kazakhstana. *SABRAO Dzh. Genetta*. 2023;55(4):1245–1258.

16. Dronova T.N., Burtseva N.I., Molokantseva E.I., Golovatyuk O.V., Zemtsova I.P. The use of non-traditional legumes in the production of high-protein feed on irrigation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;1069(1):012031.

Information about the authors:

Medvedeva Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Economics, Leading Researcher, VNIIOZ Branch of VNIIGiM (Russian Federation, 400002, Volgograd, st. Timiryazev, 9), milena.medvedeva2012@ya.ru, ORCID: 0000-0002-3650-2083.

Bugayeva Marina Vladimirovna, Senior Staff Scientist, FSBNI FANCA (Russian Federation, 656910, Altai Territory, Barnaul, Scientific town, 35), m.w.bugaeva@yandex.ru, ORCID: 0009-0001-2111-4811.

Krechetova Inga Mikhailovna, director, Gorno-Altai branch of the FGBU «Altai meliovodkhoz Management» (Russian Federation, 649002, Altai Republic, Gorno-Altaysk, str. Titova 36), meliovodh@mail.ru.

Contribution of the authors: all the authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of the results of the study.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interests.



Большие площади –

большие оросительные системы BAUER!

- Передовые и инновационные достижения BAUER в управлении и мониторинге
- Надежность и стабильность в различных условиях эксплуатации
- Минимальные затраты труда и влияние человеческого фактора на работу системы
- Высокий уровень эффективности орошения
- Широкие возможности компоновки и оснастки
- Высокая мобильность благодаря наличию опции разворота и перестановки машины на другое поле



РЕГИОНИНВЕСТАГРО
основано 2003



г. Волгоград, ул. Новороссийская, 5. Тел.: +7(8442) 41-62-83, +7 (8442) 26-04-30
www.riagro.ru e-mail: vasilyuk@riagro.ru

УДК 631.81.095.337

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-9

ИЗУЧЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ФРАКЦИЙ НАВОЗА КАК ИСТОЧНИКА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ И СУБСТРАТА ДЛЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ СЕМЕЙСТВА LUMBRICIDAE

STUDY OF AGROCHEMICAL COMPOSITION OF MANURE FRACTIONS AS A SOURCE OF MICROELEMENTS FOR PLANT NUTRITION AND SUBSTRATE FOR EARTHWORMS OF LUMBRICIDAE FAMILY LIFE ACTIVITY

А.А. Коровин, В.В. Голембовский

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», г. Михайловск,
Ставропольский край, Российская Федерация
vvh26@yandex.ru

A.A. Korovin, V.V. Golembovskii

FGBNU «North Caucasian FNAC», Mikhailovsk, Stavropol
Territory, Russian Federation
vvh26@yandex.ru

Утилизация всевозрастающего количества накопленного навоза крупного рогатого скота является насущной проблемой сельскохозяйственного производства. Параллельно с этим наблюдается деградация почв по причине острой нехватки и дисбаланса макро- и микроэлементов. Для активного восстановления структуры и плодородия почв требуется внесение сбалансированных комплексных органоминеральных удобрений. Помочь в этом может внедрение биотехнологий, в том числе вермтехнологий, на основе создания субстратов для разведения дождевых червей и выработки вермикомпоста. Используемые в настоящее время технологии переработки отходов животноводства не соответствуют требованиям сельхозпроизводителей ввиду своей трудоемкости, длительности процессов естественного компостирования и негативного воздействия на состояние окружающей среды. Разработанная авторами технология проста в эксплуатации, малозатратна, позволяет утилизировать свежий навоз и получить товарный продукт, пригодный к использованию в растениеводстве в качестве жидких органоминеральных удобрений и в качестве субстрата для жизнедеятельности дождевых червей с получением сбалансированного органоминерального удобрения – вермикомпоста. Целью исследования явилось изучение агрохимического состава жидкой и твердой фракций сепарированного навоза крупного рогатого скота, полученного в условиях сельскохозяйственных организаций Ставропольского края. Сепарация навоза производилась по разработанной авторами технологии. Исследования показывают соответствие полученных фракций требованиям ГОСТ, предъявляемым к органическим и минеральным удобрениям, и возможность использования твердой фракции в качестве субстрата для жизнедеятельности червей и получения сбалансированного органоминерального удобрения. Агрохимический состав полученных фракций позволяет использовать их в качестве сбалансированных органоминеральных удобрений сельскохозяйственных культур при почвенном внесении.

Utilization of the increasing amount of accumulated cattle manure is an urgent problem of agricultural production. In parallel, soil degradation is observed due to acute shortage and imbalance of macro- and microelements. Active restoration of soil structure and fertility requires application of balanced complex organomineral fertilizers. The introduction of biotechnologies, including vermitech technologies, based on the creation of substrates for earthworm breeding and vermicompost production can help in this. Currently used technologies for processing livestock waste do not meet the requirements of agricultural producers due to their labor intensity, duration of natural composting processes and negative impact on the environment. The technology developed by the authors is simple in operation, low-cost, allows to utilize fresh manure and obtain a marketable product suitable for use in crop production as liquid organomineral fertilizers and as a substrate for earthworms to obtain a balanced organomineral fertilizer - vermicompost. The aim of the study was to investigate the agrochemical composition of liquid and solid fractions of separated cattle manure obtained in agricultural organizations of Stavropol Krai. Separation of manure was carried out according to the technology developed by the authors. Studies show compliance of the obtained fractions with GOST requirements for organic and mineral fertilizers, and the possibility of using the solid fraction as a substrate for worm life and obtaining a balanced organomineral fertilizer. Agrochemical composition of the obtained fractions allows their use as balanced organomineral fertilizers of agricultural crops at soil application.

Ключевые слова: дождевые черви, вермикомпостирование, навоз крупного рогатого скота, агрохимический состав.

Для цитирования: Коровин А.А., Голембовский В.В. Изучение агрохимического состава фракций навоза как источника микроэлементов для питания растений и субстрата для жизнедеятельности дождевых червей семейства Lumbricidae // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-9.

Keywords: earthworms, vermicomposting, cattle manure, agrochemical composition.

For citation: Korovin A.A., Golembovskii V.V. Study of agrochemical composition of manure fractions as a source of microelements for plant nutrition and substrate for earthworms of Lumbricidae family life activity. *Irrigated agriculture*. 2024;1(44):42-47. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-9.

Введение. Проблема увеличения урожайности сельскохозяйственных культур в первые десятилетия XXI века решается путем внесения в почву всевозрастающего количества удобрений, прежде всего азотных, фосфорных, калийных (NPK), и иных агрохимикатов. При этом повсеместно отмечается прогрессирующая деградация почв, причиной которой является дисбаланс макро- и микроэлементов, гибель почвенной биоты [7, 8].

Последние расчеты экономической эффективности использования минеральных удобрений показали, что в связи с ростом цен на продукцию химической промышленности их применение в хозяйствах стало гораздо менее выгодным, чем было 3-5 лет назад [1, 3]. Такая ситуация заставляет ученых и аграриев искать альтернативные источники NPK, одним из которых являются органические удобрения животного происхождения в виде различных видов навоза и помета [9, 10], издревле используемых в сельском хозяйстве [11].

Особенностью экономики России последних лет явился рост цен на моторное топливо, что заставляет сельхозпроизводителей пересматривать политику логистики в сторону приближения производства и доставки удобрений непосредственно к полю [2, 5].

Хозяйства возвращаются к использованию в качестве удобрения различных видов навоза и помета, прошедших естественное компостирование, для восполнения почвенного гумуса, который является энергетической и материальной базой биологических процессов, происходящих в почвах, источником доступных для растений микро- и макроэлементов, физиологически активных веществ, сорбентом пестицидов и тяжелых металлов [4, 6].

Однако технология естественного компостирования навоза длительна, а потребность внесения навоза в почву в зависимости от агроклиматической зоны может достигать 60 тонн и более на 1 гектар, что при сложившихся ценах на то-

пливо также финансово обременительно для малых и средних сельхозпроизводителей.

Вместе с тем широко известна и хорошо себя зарекомендовала такая технология переработки отходов животноводства, как вермикомпостирование, которая существенно ускоряет процесс компостирования и позволяет получить более концентрированное и сбалансированное органоминеральное удобрение [12].

Навоз крупного рогатого скота – это основное и наиболее экологически безопасное органическое удобрение, содержание питательных веществ в котором напрямую зависит от степени его разложения.

Целью исследования явилось изучение агрохимического состава жидкой и твердой фракций сепарированного навоза крупного рогатого скота, их пригодности для использования в качестве комплексного органоминерального удобрения и сырья для вермикомпостирования.

Материалы и методы. Объекты исследований – жидкая и твердая фракции навоза крупного рогатого скота, сепарированного по разработанной авторами технологии. Забор фракций

осуществлялся и направлялся на агрохимическое исследование в течение первых 3 суток с момента выработки. Дополнительно твердая фракция тестировалась на пригодность в качестве сырья к вермикомпостированию методом биоиндикации дождевыми червями семейства Lumbricidae *Eisenia fetida* и *Dendrobaena Veneta* согласно ГОСТ 33036-2014¹.

Субстрат для вермикомпостирования – твердая фракция навоза крупного рогатого скота – выкладывался в вермиреакторы, куда заселялись черви. Плотность заселения компостной массы дождевыми червями производилась из расчета 3,0 тыс. особей на 1 м².

Эксперименты проводились в условиях помещения при температуре 18-25 °С и влажности субстрата в пределах 70-75 %.

Агрохимические анализы были выполнены по стандартным методикам в условиях аттестованных лабораторий ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Ставропольский» согласно требованиям, отраженным в ГОСТ^{2,3,4} и Методических указаниях^{5,6,7}.

Результаты и обсуждение. В результате применения разработанной авторами

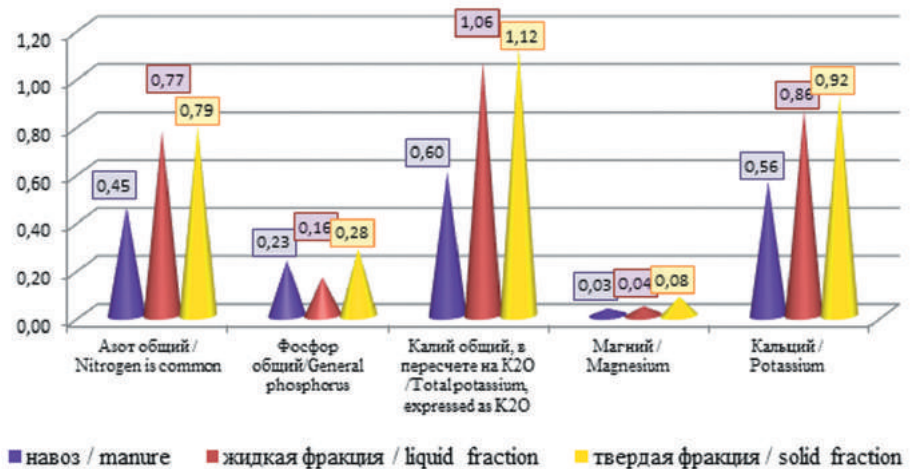


Рисунок 1 – Показатели основных питательных веществ и микроэлементов в навозе и сепарированных фракциях (в %)

Figure 1 – Indicators of basic nutrients and trace elements in manure and separated fractions (in %)

¹ГОСТ 33036-2014. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для дождевых червей. М.: Стандартинформ, 2019. 6 с.

²ГОСТ 26717-85. Удобрения органические. Метод определения общего фосфора. М., 1985. 6 с.

³ГОСТ 27979-88. Удобрения органические. Метод определения pH. М.: Издательство стандартов, 1989. 6 с.

⁴ГОСТ 27980-88. Удобрения органические. Методы определения органического вещества. М.: Издательство стандартов, 1989. 10 с.

⁵Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии М-МВИ-80-2008. СПб, 2008. 36 с.

⁶Методические указания по определению мышьяка в почвах фотометрическим методом / ЦИНАО. М., 1993. 12 с.

⁷Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / ЦИНАО. М., 1992. 62 с.

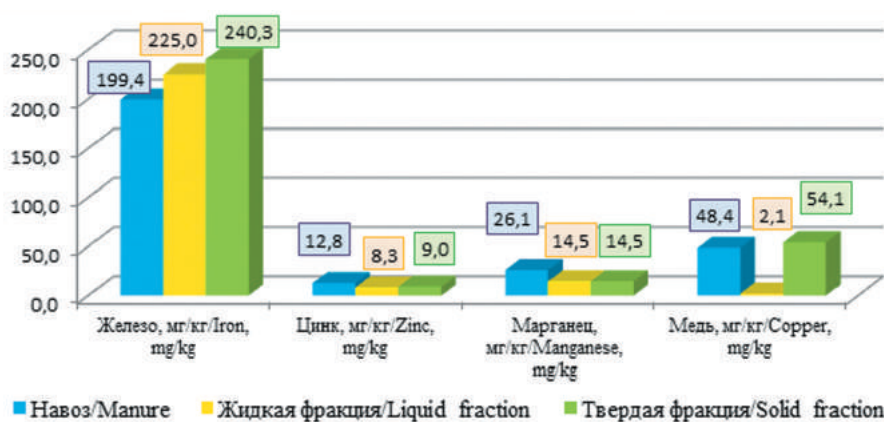


Рисунок 2 – Показатели железа, цинка, марганца и меди в навозе и сепарированных фракциях (в мг/кг)

Figure 2 – Indicators of iron, zinc, manganese and copper in manure and separated fractions (in mg/kg)

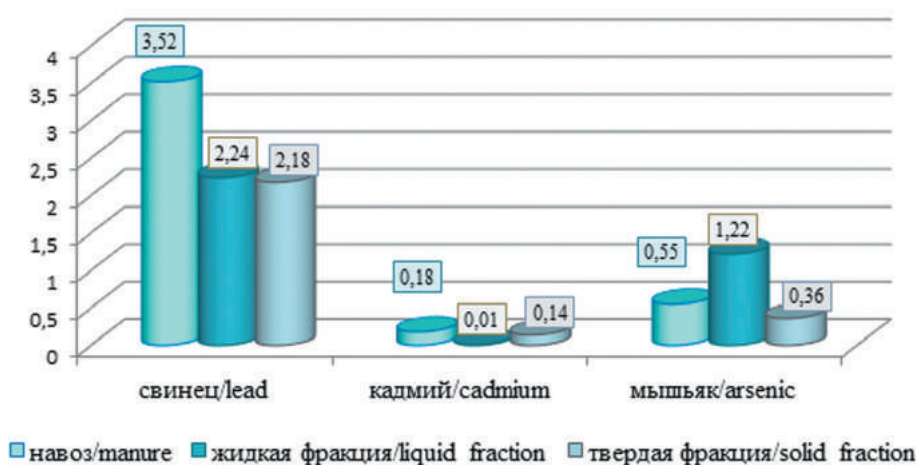


Рисунок 3 – Содержание примесей отдельных токсичных элементов (в мг/кг)

Figure 3 – Impurity content of individual toxic elements (in mg/kg)

технологии и сепарации свежего навоза с помощью специально построенного оборудования свежеполученный навоз был нормализован по кислотности до 7,2 pH и разделен на жидкую и твердую фракции. Опыт показал, что в результате сепарации объем полученной жидкой фракции равнялся объему, взятому на переработку свежего навоза.

Агрохимические исследования фракций сепарированного навоза крупного рогатого скота выявили превышение количественных показателей значимых для растений питательных веществ и микроэлементов в полученных фракциях по сравнению со свежим навозом. Так, массовая доля органического вещества в

навозе составила 20,4 %, в жидкой фракции – 74,0 %, твердой фракции – 80,2 %.

При этом содержание основных питательных веществ и микроэлементов в твердой фракции превышало таковое в жидкой фракции и навозе (рисунок 1).

Показатели железа и меди в твердой фракции также превышают таковые в навозе и жидкой фракции. В то время как для цинка и марганца характерно превышение показателей в навозе по сравнению с таковыми в обеих фракциях (рисунок 2).

Кроме того, полученные фракции, в отличие от навоза, доставленного непосредственно с производства, не содержали балластных инородных механических включений (камни, щебень, металл,

шпагат, веревки, щепы, палки и т. д.), что свидетельствовало о возможности их внесения в почву без дополнительного ее загрязнения и нанесения ущерба для сельскохозяйственной техники.

Исследования содержания отдельных токсичных элементов: свинца и мышьяка – выявили снижение их концентраций в твердой фракции в сравнении с навозом и жидкой фракцией. Содержание кадмия в твердой фракции было меньше, чем в навозе, но превышало таковое в жидкой фракции (рисунок 3).

Исследования методом биоиндикации твердой фракции сепарированного навоза в качестве сырья для производства вермикомпоста выявили ее пригодность к жизнедеятельности червей.

Исследования показали, что черви хорошо прижились, дали потомство и активно перерабатывали субстрат в вермикомпост.

Предусмотренные для проведения эксперимента температурный режим (18-25 °C) и влажность субстрата (70-75 %) оказались оптимальными для жизнедеятельности и продуктивности червей.

Заключение. Проведенные исследования выявили соответствие показателей содержания макро- и микроэлементов требованиям к химическому составу органических и минеральных удобрений.

Полученные фракции могут быть использованы как при предпосевной обработке почв, так и непосредственно в качестве прикорневой подкормки. Сельхозпроизводитель может вносить в почву как жидкую, так и твердую, особенно после ее гранулирования, фракции. Дозы внесения на гектар напрямую зависят от агрохимического состояния почв и потребностей сельскохозяйственных культур. Однако целесообразнее использовать твердую фракцию в качестве сырья для выработки более эффективного органоминерального удобрения – вермикомпоста – и получения биомассы дождевых червей.

Применение простой и малозатратной технологии сепарации навоза крупного рогатого скота и последующего вермикомпостирования твердой фракции позволяет не только получать непосредственно в хозяйстве органоминеральные удобрения, но и снимает проблему утилизации навоза крупного рогатого скота и связанные с этим выплаты в бюджет за негативное воздействие на окружающую среду.

Список источников:

1. Анализ изменения цен на минеральные удобрения как исходные характеристики организации производств при развитии инженерных инструментов управления российским химическим комплексом / С.В. Савинков, Ю.М. Аверина, О.В. Зверева, С.А. Рублева // Успехи в химии и химической технологии. 2022. Т. 36. № 13 (262). С. 123–125.
2. Белов Д.С., Лявина М.Ю. Экономическое обоснование создания вермифермы на базе УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ // Аграрная наука и образование: проблемы и перспективы: сб. ст. Национ. науч.-практ. конф.; под редакцией Е.Б. Дудниковой. Саратов, 2022. С. 29–32.

References:

1. Savinkov S.V., Averina Yu.M., Zvereva O.V., Rubleva S.A. Analysis of price changes for mineral fertilizers as initial characteristics of production organization in the development of engineering tools for management of the Russian chemical complex. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii*. 2022;36.13(262):123-125. (In Russ.).
2. Belov D.S., Lyavina M.Y. Economic justification of the creation of a vermiculture farm on the basis of the UNPK «AGROCENTER» FGBOU VO Saratov GAU. *Agrarian science and education: problems and prospects: collection of articles*. National scient. and pract. conf.; ed. by E.B. Dudnikova. Dudnikova. Saratov, 2022:29-32. (In Russ.).

3. Будовский А.В., Пустовая Л.Е. Анализ предложений по повышению рентабельности сельхозтоваропроизводства в условиях роста цен на минеральные удобрения // Молодой исследователь Дона. 2022. № 6 (39). С. 102–111.

4. Вермтехнологии как основа экологического земледелия / И.Б. Фахруденова, А.С. Хамитова, С.М. Сергазина, Ш.А. Мустафина // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 106–110.

5. Ветчинников Д.В. Экономически эффективные стратегии переработки отходов АПК на основе внедрения инноваций // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. 2022. № 3. С. 216–230.

6. Гарзанов А.Л., Дорофеева О., Брюханов А.Ю. Навоз и помет: критерии оценки и эффективности технологии переработки // Мясная индустрия. 2021. № 10. С. 44–48.

7. Илькив Н. Биологизация земледелия: преграды и перспективы // АгроФорум. 2022. № 1. С. 24–30.

8. Климкина Е.В., Светашова Л.А. Особенности применения удобрений российскими аграриями в современных экономических условиях // Организационно-экономические и финансовые аспекты развития АПК: матер. Национ. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию экон. ф-та Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Воронеж, 2021. С. 140–150.

9. Мембранная технология подготовки животноводческих стоков для их утилизации в орошаемом земледелии / М.И. Филимонов, А.Е. Новиков, А.Б. Голованчиков, Т.Г. Константинова // Орошаемое земледелие. 2019. № 1. С. 52–55.

10. Новиков А.Е., Шевченко В.А., Филимонов М.И. Моделирование процессов центрифугирования и ультрафильтрации стоков животноводческих ферм // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2019. № 3(91). С. 27–35.

11. Новые технологии в растениеводстве как условие экологической и продовольственной безопасности / Т.Г. Зеленская, А.А. Коровин, Ю.А. Безгина [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. 2022. № 1 (45). С. 32–36.

12. Bioremediation, biostimulation, and bioaugmentation: a review / G.O. Adams, P.T. Fufeyin, S.E. Okoro, I. Ehinomen // Environ Bioremediation Biodegrad. 2015. Vol. 3. P. 28–39.

3. Budovskiy A.V., Pustovaya L.E. Analysis of proposals to improve the profitability of agricultural production in the context of rising prices for mineral fertilizers. *Young researcher Don*. 2022;№ 6 (39):102-111. (In Russ.).

4. Fakhruddenova I.B., Khamitova A.S., Sergazina S.M., Mustafina Sh.A. Vermtechnologies as the basis of organic farming. *International Veterinary Gazette*. 2020;4:106-110. (In Russ.).

5. Vetchinnikov D.V. Economically effective strategies for processing of agro-industrial complex waste on the basis of innovation implementation. *Bulletin of the Moscow Finance and Law University MFSA*. 2022;3:216-230. (In Russ.).

6. Garzanov A.L., Dorofeeva O., Brukhanov A.Yu. Manure and droppings: criteria for evaluation and efficiency of processing technology. *Meat Industry*. 2021;10:44-48. (In Russ.).

7. Ilkiv N. Biologization of farming: obstacles and prospects. *AgroForum*. 2022;1:24-30. (In Russ.).

8. Klimkina E.V., Svetashova L.A. Features of fertilizer use by Russian farmers in modern economic conditions. *Organizational, economic and financial aspects of agro-industrial complex development: mater. National scient. and pract. Conf., dedic. to the 70th anniversary of the Faculty of Economics of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great*. Voronezh, 2021. P. 140-150. (In Russ.).

9. Filimonov M.I., Novikov A.E., Golovanchikov A.B., Konstantinova T.G. Membrane technology of preparation of livestock effluents for their utilization in irrigated agriculture. *Irrigated agriculture*. 2019;1:52–55. (In Russ.).

10. Novikov A.E., Shevchenko V.A., Filimonov M.I. Modeling of centrifugation and ultrafiltration of livestock farm effluents. *Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «V.P. Goryachkin Moscow State Agroengineering University»*. 2019;3(91):27-35.9. (In Russ.).

11. Zelenskaya T.G., Korovin A.A., Bezgina Yu.A. et al. New technologies in crop production as a condition of environmental and food security. *Vestnik AIC Stavropolya*. 2022;1(45):32-36. (In Russ.).

12. Adams G.O., Fufeyin P.T., Okoro S.E., Ehinomen I. Bioremediation, biostimulation, and bioaugmentation: a review. *Environ Bioremediation Biodegrad*. 2015; 3:28–39.

Информация об авторах:

Коровин Андрей Анатольевич, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (Российская Федерация, 356241, Ставропольский край, Шпаковский р-н, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49), abv20korovin@yandex.ru, ORCID 0009-0004-2565-1149.

Голембовский Владимир Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией промышленной технологии производства продукции животноводства, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (Российская Федерация, 356241, Ставропольский край, Шпаковский р-н, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49), vvh26@yandex.ru, ORCID 0000-0003-3124-0587.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Korovin Andrey Anatolyevich, Doctor of Medical Sciences, Leading Researcher, FGBNU «North Caucasian FNAC», (Russian Federation, 356241, Stavropol Territory, Shpakovsky district, Mikhailovsk, Nikonova str., 49) abv20korovin@yandex.ru, ORCID 0009-0004-2565-1149.

Golembovsky Vladimir Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Industrial Technology of livestock production, leading researcher, FGBNU «North Caucasian FNAC» (Russian Federation, 356241, Stavropol Territory, Shpakovsky district, Mikhailovsk, Nikonova str., 49), vvh26@yandex.ru, ORCID 0000-0003-3124-0587.

Contribution of the authors: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interests.

УДК 631.67, 51.74

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-11

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНОЙ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА ПОЛЯ

A MATHEMATICAL MODEL OF THE IRRIGATION PROCESS BY A SPRINKLER MACHINE OF A COMPLEX FIELD RELIEF

В.С. Алексеев
С.В. Чумакова
А.В. Русинов

V.S. Alekseev
S.V. Chumakova
A.V. Rusinov

ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов,
Российская Федерация
alekseev1997@gmail.com

FSBEI HE Vavilov University, Saratov, Russian Federation
alekseev1997@gmail.com

Эффективное использование дождевальных машин на орошаемых полях сопровождается рядом недостатков, вызванных низким коэффициентом равномерности полива в сложных рельефных условиях, что способствует снижению досточковых поливных норм. Образование затопленных участков и поверхностного стока на поверхности орошаемого поля, сопровождаемое переходом безнапорного впитывания в напорное, может приводить к негативным последствиям, среди которых не только разрушение почвенных агрегатов, слитизация верхних слоёв почвы и ирригационная эрозия, но и провальная инфильтрация воды в глубокие горизонты по макропористой проводящей системе почвы. Рассматривается решение проблемы неравномерного распределения воды по площади орошаемого поля, имеющего сложный рельеф, применительно к дождевальной машине, которое заключается в построении математической модели, учитывающей скорость перемещения дождевальной машины и время орошения, измеряемые при использовании датчиков, точного позиционирования и влажности почвы. Процесс полива дождевальной машиной (ДМ) был описан при помощи математической модели, показывающей взаимное расположение ДМ, дальность полива и рельефа местности, на которой полив происходит. Установлено, что машинная поливная норма не должна превышать ее досточкового значения. Анализ соответствующей зависимости показал, что снижение досточковой поливной нормы, связанное с увеличением интенсивности дождя на уклоне, в пределах их практически встречающихся значений (до 800 м³/га) не компенсируется уменьшением диаметра его капель. Предлагаемая математическая модель процесса орошения может быть использована для коррекции алгоритмов автоматизированных систем на сложном поле, где есть уклоны, низины, возвышенности и др. также ее применение позволяет экономить водные ресурсы и более точно соблюдать необходимую норму полива.

The effective use of sprinkler machines in irrigated fields is accompanied by a number of disadvantages caused by a low coefficient of uniformity of irrigation in difficult relief conditions, which contributes to a decrease in adequate irrigation standards. The formation of flooded areas and surface runoff on the surface of an irrigated field, accompanied by the transition of non-pressure absorption into pressure, can lead to negative consequences, including not only the destruction of soil aggregates, the fusion of upper soil layers and irrigation erosion, but also the failure of water infiltration into deep horizons through the macroporous conductive soil system. The solution to the problem of uneven distribution of water over the area of an irrigated field with a complex relief is considered in relation to a sprinkler machine, which consists in constructing a mathematical model that takes into account the speed of movement of the sprinkler machine and irrigation time, measured using sensors, accurate positioning and soil moisture. The irrigation process with a sprinkler machine (DM) was described using a mathematical model showing the relative location of the DM, the range of irrigation and the terrain on which watering takes place. It is established that the machine irrigation rate should not exceed its maximum value. The analysis of the corresponding dependence showed that the decrease in the adequate irrigation rate associated with an increase in the intensity of rain on a slope, within their practically occurring values (up to 800 m³/ha), is not compensated by a decrease in the diameter of its drops. The proposed mathematical model of the irrigation process can be used to correct the algorithms of automated systems in a complex field where there are slopes, lowlands, hills, etc., its application also allows saving water resources and more accurately observing the required irrigation rate.

Ключевые слова: дождевальная машина кругового действия (ДМ), рельеф, скорость, математическая модель, слитизация.

Для цитирования: Алексеев В.С., Чумакова С.В., Русинов А.В. Математическая модель процесса орошения дождевальной машиной сложного рельефа поля // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. . DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-11.

Keywords: circular sprinkler machine (DM), relief, speed, mathematical model, merging.

For citation: Alekseev V.S., Chumakova S.V., Rusinov A.V. A mathematical model of the irrigation process by a sprinkler machine of a complex field relief. Irrigated agriculture. 2024;1(44):42-47. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-11.

Введение. Мелиорация оказывает серьезное влияние на развитие сельского хозяйства и выполняет одну из ведущих ролей в ВВП России. Во многих российских регионах снижается количество пахотных земель, при этом спрос на дождевальные машины повышается, так как орошение позволяет повысить урожай сельскохозяйственных культур с одного гектара орошаемого поля [8, 4, 13, 12]. Эффективное использование дождевальных машин на орошаемых полях сопровождается рядом недостатков, вызванных низким коэффициентом равномерности полива в сложных рельефных условиях, что способствует снижению досточковых поливных норм [13]. Установлено, что машинная поливная норма не должна превышать ее досточкового значения. Анализ соответствующей зависимости показал, что снижение досточковой поливной нормы, связанное с увеличением интенсивности дождя на уклоне, в пределах их практически встречающихся значений (до 800 м³/га) не компенсируется уменьшением диаметра его капель [1].

Поверхностный сток при орошении дождеванием традиционно является предметом изучения разработчиков дождевальной техники. Образование затопленных участков

и поверхностного стока на поверхности орошаемого поля, сопровождаемое переходом безнапорного впитывания в напорное, может приводить к негативным последствиям, среди которых не только разрушение почвенных агрегатов,

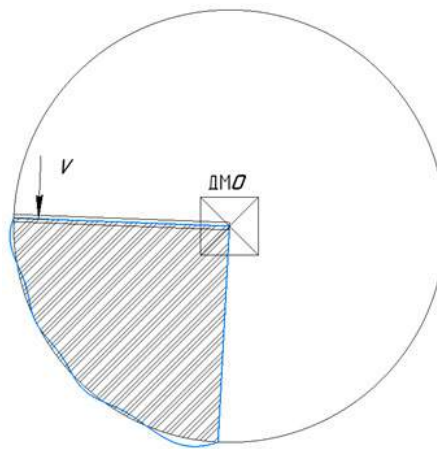


Рисунок 2 – Схема движения плеча P_{DM} дождевальной машины кругового действия с выделенным сектором, на котором осуществляется полив, и неровностями поля

Figure 2 – Scheme of movement of the arm P_{DM} of a circular sprinkler with a selected sector in which irrigation is carried out, and field unevenness

слитизация верхних слоёв почвы и ирригационная эрозия, но и провальная инфильтрация воды в глубокие горизонты по макропористой проводящей системе почвы. Эти негативные проявления повышают экологическую опасность орошения и снижают эффективность дождевальных систем [5, 11].

В связи с этим требуется усовершенствование дождевальной машины с возможностью адаптации скоростных режимов для обеспечения равномерного полива [3, 6, 7, 13].

Материалы и методы. В работе процесс полива дождевальной машиной (ДМ) был описан при помощи математической модели, показывающей взаимное расположение ДМ, дальность полива и рельефа местности, на которой полив происходит [2].

Полив организован при помощи дождевальной машины кругового действия ДМО (рисунок (2)), имеющей плечо P_{DM} , м, перемещающееся со скоростью V , км/ч, по окружности, радиус которой равен длине плеча ДМ [10].

Следуя обозначениям на рисунке 1:

$$|\text{радиус полива ДМ}| = |P_{DM}| \quad (1)$$

Также на схеме рисунка 2 на графике отображена кривая, которая показывает, насколько неравномерно осуществляется полив на разных расстояниях от центра поля. Если полив равномерный, то кривая будет практически горизонтальной и будет оставаться на одном уровне на протяжении всего расстояния от центра поля. Однако если полив неравномерный, то кривая будет иметь больший угол наклона, который будет колебаться в зависимости от расстояния от центра поля.

Важно отметить, что такой график также будет зависеть от конкретной системы полива, включая типы и расположение систем полива, а также характеристики почвы и рельефа поля.

Для геометрического представления процесса построим поверхность, представленную фронтальным разрезом,



Рисунок 1 – Орошение дождевальной машиной поля со сложным рельефом
Figure 1 – Irrigation of a field with complex terrain using a sprinkler

который ограничен частью плоскости P , рассматриваемой в системе координат RON (рисунок 3). Плоскость P ограничена длиной плеча P_{DM} дождевальной машины и, так называемой, линией рельефа $P(R)$. Выступы и впадины при этом хаотично расположены по поверхности поля. Такое представление рельефа позволяет уйти от рассмотрения всего множества точек поверхности поля и изучать только локальный участок, один из геометрических параметров которого равен длине плеча P_{DM} дождевальной машины.

С геометрической точки зрения, перепады высот рельефа относительно средней величины будем рассматривать на графике как точки локальных максимума и минимума P_i и P_j .

На рисунке (3) график описывает линию поверхности для плоскости P в плоскости RON :

$$H = f(R) \quad (2)$$

В неявном виде линия рельефа описывается уравнением:

$$\varphi(R; H) = 0 \quad (3)$$

На рисунке 3 были введены следующие обозначения:

□ – обозначение части рельефа, лежащей выше среднего уровня H_{cp} ;

□ – обозначение части рельефа, лежащей ниже среднего уровня H_{cp} ;

$f(R)$ – график функции, описывающий фрагмент рельефа поля;

P_{i-1}, P_i – точки максимума графика функции $f(R)$, причем, $P_{i-1}(r_{i-1}, H_i)$ и $P_i(r_i, H_i)$;

P_{j-1}, P_j – точки минимума графика функции $f(R)$, причем, $P_{j-1}(r_{j-1}, H_j)$ и $P_j(r_j, H_j)$;

H_{cp} – ордината пересечения прямой $H = H_{cp}$ с осью OH ;

P_{k-1}, P_k – точки пересечения графика функции $f(R)$ с прямой $H = H_{cp}$;

$P_{k-1}(r_{k-1}, H_{cp})$ и $P_k(r_k, H_{cp})$. Фактически, точки P_{k-1}, P_k являются точками перегиба графика, в которых функция $f(R)$ меняет направление выпуклости;

$\angle \alpha$ – угол наклона касательной к графику функции $f(R)$.

Также на рисунке 1 графически представлено изменение величины скорости V перемещения плеча P_{DM} дождевальной машины в зависимости от рельефа.

Функция показывает зависимость изменения скорости перемещения плеча P_{DM} дождевальной машины по рассматриваемому участку поля:

$$H = V(R), \quad (4)$$

V – скорость перемещения плеча дождевальной машины, км/ч;

$V(R)$ – график функции, описывающий изменения скорости движения плеча дождевальной машины в зависимости от рельефа поля;

V_{i-1}, V_i – точки максимума графика функции $V(R)$, $V_{i-1}(r_{i-1}, H_{vi})$ и $V_i(r_i, H_{vi})$;

V_{j-1}, V_j – точки минимума графика функции $V(R)$;

Δr – приращение по оси OR , м:

$$\begin{aligned} |L_B| = |0; r_L| = \\ |L_P| = |0; r_P| \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{То есть: } |L_B| = |0; r_L| = |P_P|. \quad (6)$$

Приращение Δr является разницей между абсциссами опорных точек P_i, P_j, V_i, V_j графиков функций $H = P(R)$ и $H = V(R)$, то есть:

$$\Delta r_i = r_{Pi} - r_{Vi} \text{ или } \Delta r_j = r_{Pj} - r_{Vj} \quad (7)$$

Движение плеча P_{DM} происходит вдоль оси OR со скоростью, если учитывать только перемещение по оси в координатах:

$$\frac{V_i = (r_i - \Delta r_i)}{t_i} \quad (8)$$

$$\frac{V_j = (r_j - \Delta r_j)}{t_j} \quad (9)$$

Графики функций $H = P(R)$ и $H = V(R)$ были построены исходя из количества 100 опорных точек, являющихся P_i и P_j точками рельефа относительно H_{cp} .

Если H_i – координата по оси OH точки P_i и H_j – координата по оси OH точки P_j , то:

$$\frac{H_{cp} = H_i + H_j}{2} \quad (10)$$

Выстроенная система рассуждений, обозначений и формул позволила прогнозировать скорость перемещения плеча P_{DM} дождевальной машины в зависимости от рельефа поля, по которому осуществляется движение.

Тогда если движение осуществляется от точки P_{i-1} к точке P_j , то:

$$P_{i-1} \rightarrow P_j \Rightarrow V_{i-1} < V_i \quad (11)$$

При условии, что движение плеча P_{DM} происходит от точки P_j к точке P_i , то есть:

$$P_j \rightarrow P_i \Rightarrow V_j > V_i \quad (12)$$

Для характеристики изменения скорости перемещения P_{DM} и на основании (9) и (10) были введены следующие коэффициенты:

$$k_i = \frac{H_i}{H_{cp}} \sin \angle \alpha, \quad k_j = \frac{H_j}{H_{cp}} \cos \angle \alpha. \quad (13)$$

Введение коэффициентов k_i и k_j позволило уточнить изменения скорости перемещения плеча P_{DM} дождевальной машины в зависимости от рельефа поля, где осуществляется движение. Зависимость отражена в формуле (12):

$$\text{на } [r_k; r_{k+1}] V_i = V_{i0} - k_i V_j \quad (14)$$

$$\text{на } [r_{k-1}; r_k] V_j = V_j + k_j V_i \quad (15)$$

V_{i0}, V_{j0} – начальные значения скорости перемещения плеча P_{DM} дождевальной машины в зависимости от места его нахождения в начальный момент времени от начала движения.

При использовании зависимостей (1-15) возможна регулировка уровня орошения поля путем контроля ско-

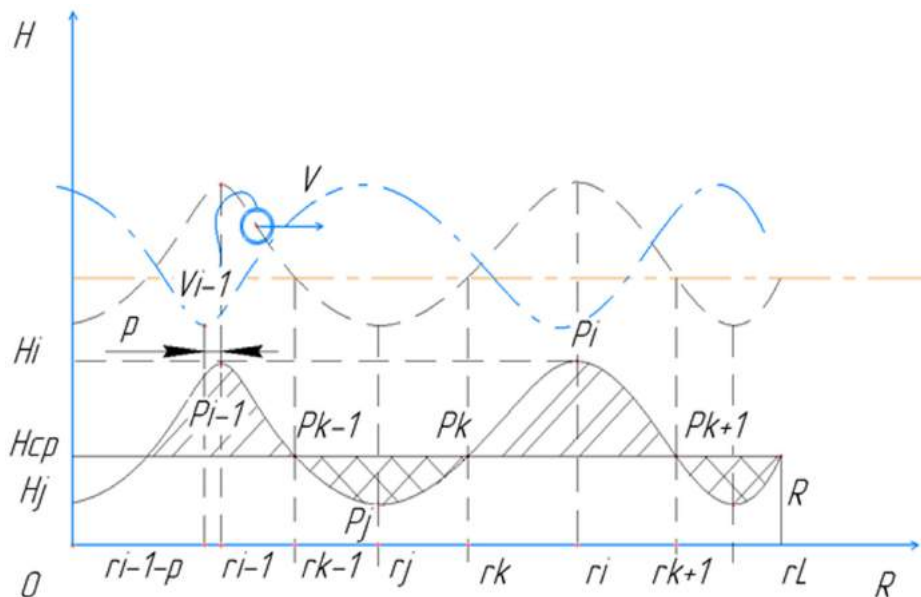


Рисунок 3 – Схема рельефа участка поверхности поля, на котором осуществляется полив с применением дождевальной машины

Figure 3 – Relief diagram of the area of the field surface where irrigation is carried out using a sprinkler

рости перемещения плеча ДМ в зависимости от конфигурации рельефа поля:

$$\text{на } [r_k; r_k + 1] m_i = m_{i0} - k_i m_r, \quad (16)$$

$$\text{на } [r_{k-1}; r_k] m_j = m_{j0} + k_j m_r, \quad (17)$$

m_{i0}, m_{j0} – рекомендованный среднесуточный расход воды на рассматриваемом участке поля, $\text{м}^3/\text{га} \cdot \text{сут.}$;

m_r, m_j – оптимальный среднесуточный расход воды на рассматриваемом участке поля, $\text{м}^3/\text{га} \cdot \text{сут.}$

Результаты. В работе была поставлена задача устранения неравномерности орошения поля при использовании ДМ кругового действия в условиях разнообразия рельефа поля. В результате проведенных исследований были получены результаты, показывающие возможность контроля необходимого уровня орошения поля дождевальной машиной кругового действия за счет регулирования скорости перемещения ее плеча с учетом геометрии рельефа поля, отраженные в формулах 1-15, кото-

рые представляют математическую модель описываемого процесса. Геометрия рассматриваемой в данном случае ситуационной задачи представлена на рисунках 1 и 2. Рисунки 3 и 4 демонстрируют возможные варианты разнообразия рельефа полей Саратовской области.

В результате проведения практического эксперимента были получены следующие данные:

$$V_0 = 650 \text{ м/ч}, H_i = 0,5 \text{ м}, \\ \sqrt{H_j} = 0,6 \text{ м}, H_{cp} = 5,5 \text{ м}$$

$$\Delta r_i = r_{k+1} - r_k = 135 \text{ м}, V_i = 591,5 \text{ м/ч}, \\ V_j = 681,85 \text{ м/ч},$$

$$m_i = 55,59 \text{ м}^3/\text{га} \cdot \text{сут.}, \\ m_j = 48,5 \text{ м}^3/\text{га} \cdot \text{сут.}$$



Рисунок 4 – Вид со спутника поля с ДМ вид
Figure 4 – Satellite view of the field with DM view

Обсуждение. При постоянной скорости движения ДМ происходит выдача поливной нормы с образованием стока, и авторы работы предлагают ее устранить за счет изменения и контроля скорости движения машины на участках поля со сложным рельефом. Была представлена математическая модель, позволяющая описать работу дождевальной машины на полях со сложным рельефом, обеспечивающая полив с высоким коэффициентом равномерности полива без образования стока.

Заключение. Представленная математическая зависимость (8-9) позволяет выполнить расчет по эффективному применению дождевальной машины кругового действия во время полива поля со сложным рельефом за счет обоснования скорости ее движения по выдаче досточковых поливных норм.

Список источников:

1. Андреева Е.В. Совершенствование технологии и дождевальных машин кругового действия для орошения площадей со сложным рельефом // Инженерно-техническое обеспечение АПК. 2010. № 4. С. 1060.
2. Беляев А.А. Цифровое управление процессом орошения // Орошаемое земледелие. 2021. № 4. С. 48–50.
3. Дождеватели широкозахватных дождевальных машин: монография / Л.А. Журавлева, И.А. Попков, М.С. Магомедов, Хеирбеик Басселю. М.: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. 140 с.
4. Кижяева В.Е., Пешкова В.О. Оптимизация методов управления плодородием орошаемых земель аридной зоны Поволжья // Орошаемое земледелие. 2022. № 2 (41). С. 13–21.
5. Корнеев И.В. Условия соблюдения досточковых поливных норм при работе дождевальных машин кругового действия // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. №3. С. 17–20.

References:

1. Andreeva E.V. Improvement of technology and circular sprinkler machines for irrigation of areas with difficult terrain. Engineering and technical support of the agro-industrial complex. 2010;4:1060. (In Russ.).
2. Belyaev A.A. Digital control of the irrigation process. Irrigated agriculture. 2021;4:48–50. (In Russ.).
3. Zhuravleva L.A., Popkov I.A., Magomedov M.S., Basselyu Kheirbeik. Sprinklers of wide-reach sprinkler machines: monograph. M.: FSBEI HE RT SAU, 2022. 140 p. (In Russ.).
4. Kizhaeva V.E., Peshkova V.O. Optimization of methods of fertility management of irrigated lands of the arid zone of the Volga region. Irrigated agriculture. 2022;2 (41):13–21. (In Russ.).
5. Korneev I.V. Conditions for compliance with adequate irrigation standards during operation of circular sprinkler machines. Land reclamation and water management. 2014;3:17–20. (In Russ.).

6. Новые технические разработки для обеспечения ресурсосбережения при поливе многоопорными дождевальными машинами / Н.Ф. Рыжко, Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.А. Шишенин // Орошаемое земледелие. 2019. № 4. С. 13–16.
7. Подготовка оператора дождевальных машин и установок: метод. указания / Сост. А.В. Русинов / ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. Саратов, 2017. 144 с.
8. Сычев В.Г., Хисматуллин Марс М., Хисматуллин Марсель М. Роль мелиорации в повышении эффективности сельскохозяйственного производства и плодородия почв: экономико-правовые аспекты // Плодородие. 2023. № 1. С. 57–63.
9. Чевердин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В. Изменение влагообеспеченности чернозёмных почв под различными компонентами агроландшафта // Орошаемое земледелие. 2022. №1 (36). С. 12–19.
10. Чумакова С.В., Абдразакова С.В. Применение математического моделирования к задачам прикладного характера // Современная интеллектуальная трансформация социально-экономических систем: матер. III Междунар. науч.-практ. конф. М., 2020. С. 147–150.
11. Шапорина Н.А., Чичулин А.В. Влияние микрорельефа на формирование гидротермического поля почвенного покрова водоразделов Приобского плато в орошаемых условиях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 9. С. 130–134.
12. Шевченко В.А. Роль мелиорации в обеспечении продовольственной безопасности страны // Главный агроном. 2024. №1. URL: <https://panor.ru/articles/rol-melioratsii-v-obespechenii-prodovolstvennoy-bezopasnosti-strany/99854.html#>
13. Эффективность технологии приповерхностного полива многоопорными дождевальными машинами кругового действия / Н.Ф. Рыжко, Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.А. Шишенин // Орошаемое земледелие. 2020. № 1. С. 50–53.
6. Ryzhko N.F., Ryzhko N.V., Ryzhko S.N., Shishenin E.A. New technical developments to ensure resource saving when watering with multi-support sprinkler machines. *Irrigated agriculture*. 2019;4:13–16. (In Russ.).
7. Training of the operator of sprinkler machines and installations: meth. guidelines / Comp. A.V. Rusinov / Saratov SAU. Saratov, 2017. 144 p. (In Russ.).
8. Sychev V.G., Hismatullin Mars M., Hismatullin Marcel M. The role of land reclamation in increasing the efficiency of agricultural production and soil fertility: economic and legal aspects. *Fertility*. 2023;1:57–63. (In Russ.).
9. Cheverdin Yu.I., Bepalov V.A., Titova T.V. Change in moisture availability of chernozem soils under various components of the agrolandscape. *Irrigated agriculture*. 2022;1 (36):12–19. (In Russ.).
10. Chumakova S.V., Abdrazakova S.V. Application of mathematical modeling to problems of an applied nature // Modern intellectual transformation of socio-economic systems: mater. III International scient.-pract. conf. M., 2020. P. 147–150. (In Russ.).
11. Shaporina N.A., Chichulin A.V. The influence of microrelief on the formation of the hydrothermal field of the soil cover of the watersheds of the Priobsky plateau in irrigated conditions. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2017;9:130–134. (In Russ.).
12. Shevchenko V.A. The role of land reclamation in ensuring food security of the country // Chief agronomist. 2024. №1. URL: <https://panor.ru/articles/rol-melioratsii-v-obespechenii-prodovolstvennoy-bezopasnosti-strany/99854.html#> (In Russ.).
13. Ryzhko N.F., Ryzhko N.V., Ryzhko S.N., Shishenin E.A. Efficiency of the technology of near-surface irrigation with multi-support circular sprinkler machines. *Irrigated agriculture*. 2020;1:50–53. (In Russ.).

Информация об авторах:

Алексеев Владислав Сергеевич, аспирант, ФГБОУ ВО Вавиловский университет (Российская Федерация, 410012, г. Саратов, пр-т им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3), alekseevlad1997@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6336-9284.

Чумакова Светлана Валентиновна, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Общеобразовательные дисциплины», ФГБОУ ВО Вавиловский университет (Российская Федерация, 410012, г. Саратов, пр-т им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3), ch-sv@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2877-0758.

Русинов Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», ФГБОУ ВО Вавиловский университет (Российская Федерация, 410012, г. Саратов, пр-т им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3), Rusinovsar@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-1269-5140.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Alekseev Vladislav Sergeevich, Postgraduate Student, FSBEI HE Vavilov University (Russian Federation, 410012, Saratov, ave. Peter Stolypin, 4, buil. 3), alekseevlad1997@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6336-9284.

Chumakova Svetlana Valentinovna, Candidate of Technical Science, Associate Professor of the «General education subjects», FSBEI HE Vavilov University (Russian Federation, 410012, Saratov, ave. Peter Stolypin, 4, buil. 3), ch-sv@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2877-0758.

Rusinov Alexey Vladimirovich, Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Department «Technosphere safety and transport and technological machines», FSBEI HE Vavilov University ((Russian Federation, 410012, Saratov, ave. Peter Stolypin, 4, buil. 3), Rusinovsar@yandex.ru ORCID: 0000-0002-1269-5140.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interests.

УДК 631.6

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-12

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

THEORETICAL CONCEPT OF AGROFORESTRY RECLAMATION SYSTEMS

В. М. Ивонин

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт
им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ, г. Новочеркасск,
Ростовская область, Российская Федерация

V. M. Ivonin

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute
named after A.K. Kortunov FGBOU VO Donskoy GAU,
Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation

Для агролесомелиорации земель уточнён объект дисциплины – иерархическая агролесомелиоративная система, формируемая биотическими, биокосными и техническими элементами. Биотические элементы могут быть природными (водораздельные леса и т.п.) и/или антропогенными (лесополосы и насаждения). Биокосными элементами являются дамбы из хвороста или фашин с земляными банкеттами, конструкции из природного камня, веток и грунта, устройства для очистки грунта или воды и другие. Технические элементы – это простейшие земляные гидротехнические сооружения, выровненные овраги, технологические дороги и многое другое. Реакция биотических элементов на изменение факторов внешней среды и незавершенность биологических циклов определяет поля мелиоративных воздействий, формирующих целостность системы. В основе структуры агролесомелиоративной наднадсистемы основного бассейна реки лежит естественная древовидная гидрографическая сеть, объединяющая все лесные насаждения вплоть до агролесомелиоративных надсистем бассейнов рек низшего порядка и сложных агролесомелиоративных систем овражно-балочных водосборов. Сложные системы состоят из простых систем, включающих полевые защитные и стокорегулирующие лесополосы, а также лесопосадки овражно-балочной сети. Элементом простых систем служит постоянный агростепной (травяной) покров, занимающий закрайки лесополос. Кроме того, элементами систем могут служить технологические дороги, земляные валы, каналы и террасы; в овражно-балочной сети имеются перепады, различные преграды временным стокам и другие гидротехнические сооружения, дополняющие лесные насаждения. Заключительным этапом обоснования концепции явилось отображение полученных результатов набором фотографий. Таким образом, теоретическая концепция агролесомелиоративной системы формулируется поэтапно: объект дисциплины; поля мелиоративного воздействия лесных насаждений; бассейновое строение системы; визуализация результатов исследования с помощью комплекса фотографических изображений.

For agroforestry land reclamation, the object of the discipline has been specified - a hierarchical agroforestry system formed by biotic, bioinertic and technical elements. Biotic elements can be natural (watershed forests, etc.) and/or anthropogenic (forest belts and plantings). Bioinertic elements are dams made of brushwood or fascines with earthen banquettes, structures made of natural stone, branches and soil, devices for cleaning soil or water, and others. Technical elements are simple earthen hydraulic structures, leveled ravines, technological roads, and more. The reaction of biotic elements to changes in environmental factors and the incompleteness of biological cycles determine the fields of reclamation effects that form the integrity of the system. The structure of the agroforestry super-super system of the main river basin is based on a natural tree-like hydrographic network that unites all forest plantations down to the agroforestry supersystems of lower-order river basins and complex agroforestry systems of gully-beam catchment areas. Complex systems consist of simple systems, including field protection and runoff-regulating forest belts, as well as forest plantations of a gully-beam network. An element of simple systems is a permanent agropsteppe (grass) cover that occupies the edges of forest belts. In addition, technological roads, earthen ramparts, ditches and terraces can serve as elements of the systems; in the gully-beam network there are drops, various barriers to temporary flows and other hydraulic structures that complement forest plantations. The final stage of substantiating the concept was to display the results obtained with a set of photographs. Thus, the theoretical concept of the agroforestry system is formulated in successive stages: the object of the discipline; fields of reclamation effects of forest plantations; basin structure of the system; visualization of research results using a complex of photographic images.

Ключевые слова: агролесомелиорация земель, теоретическая концепция, агролесомелиоративная система, объект дисциплины, элементы системы, поля воздействия, структура системы.

Для цитирования: Ивонин В. М. Теоретическая концепция агролесомелиоративных систем. // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. . DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-12.

Keywords: agroforestry land reclamation, theoretical concept, agroforestry system, object of discipline, system elements, influence fields, system structure.

For citation: Ivonin V.M. Theoretical concept of agroforestry reclamation systems. *Irrigated agriculture*. 2024;1(44):42-47. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-12.

Введение. Агролесомелиорация земель состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий, которые включают создание агролесомелиоративных насаждений. Агролесомелиоративные насаждения – лесные насаждения (естественные или антропогенно созданные) на землях сельскохозяйственных или предназначенных для производства сельскохозяйственной продукции, с целью защиты земель от воздействия негативных природных и антропогенных явлений посредством использования полезных функций агролесомелиоративных насаждений¹.

Научная дисциплина «Агролесомелиорация» разрабатывает теоретические основы борьбы с эрозией и дефляцией почв, засухой и суховеями, другими факторами деградации земель посадкой деревьев, кустарников в комплексе с другими мероприятиями [8].

Агролесомелиорация увеличивает экологическую емкость агроландшафта, снижает поверхностный сток, способствует накоплению почвенной влаги и снижению ветровой и водной эрозии, улучшению водного, воздушного, питательного, солевого и теплового режимов почвы [9].

Одной из задач агролесомелиорации является создание условий для мобилизации природных ресурсов территорий, адаптивного потенциала сельскохозяйственных культур, что делает сельскохозяйственные проекты не только экономически эффективными, но и экологически безопасными [13].

За рубежом принято считать, что агролесомелиорация (сочетание деревьев и кустарников с сельскохозяйственными культурами или домашним скотом) является одной из лучших стратегий землепользования для обеспечения продовольственной безопасности и ограничения деградации среды [16].

Агролесомелиорация выступает средством повышения устойчивости сельского хозяйства, при смягчении последствий изменений климата во всём мире и применительно к условиям Эфиопии [17].

В Англии надлежащая интеграция деревьев на пахотных землях (агролесомелиорация) приносит больше пользы обществу в целом, чем земледелие без деревьев. Агролесомелиоративная инфраструктура агроландшафта программирует условия ведения сельскохозяйственного производства на перспективу [15].

Зарубежные исследователи агролесомелиорационные системы и их подсистемы классифицируют по следующим признакам²:

- объединение сельскохозяйственных культур с деревьями или кустарниками (агролесоводство);

- ассоциирование деревьев (кормовых и живых изгородей) с животными (лесопастбищное хозяйство);

- связывание сельскохозяйственных культур с деревьями и животными (агролесопастбищное хозяйство);

- другие (аквалесоводство в мангровых зарослях или пчеловодство в связи с деревьями).

В Европе такая классификация имеет свои особенности [14]:

- сочетание деревьев или кустарников с кормом и домашним скотом (лесопастбищные системы);

- аллеинное земледелие (ряды древесной растительности, чередующиеся с однолетними или многолетними культурами);

- лесные насаждения, используемые для сбора плодов, цветов, ягод и др. в медицинских, декоративных или кулинарных целях;

- приусадебные участки (в городских районах), в которых сочетают выращивание древесных растений с овощеводством.

Термин «агролесомелиоративные системы» распространён и в России, где под ним понимают сельскохозяйственные системы, модифицированные с помощью защитных лесных насаждений, оказывающих стабилизирующее биогеофизическое воздействие на окружающую среду, способствующих восстановлению деградированных земель и адаптивной организации агропроизводства, сохраняющих биологическое разнообразие [12].

Некоторые отечественные исследователи полагают, что система лесомелиоративных мероприятий является одним из элементов адаптивно-ландшафтного земледелия [1].

Другие исследователи видят большое будущее в Докучаевском геоландшафтном принципе преобразования степного агроландшафта в природоподобный лесогидро-мелиорированный агроландшафт для стабилизации сельского хозяйства в степях России [11].

Такое различие мнений можно объяснить отсутствием теоретических представлений об агролесомелиоративной системе.

В связи с этим целью данной статьи явилось обоснование последовательных этапов построения теоретической концепции агролесомелиоративной системы, основанной на фундаментальных идеях агролесомелиоративной дисциплины, которые в дальнейшем можно использовать не только для развития теории, но и для применения на практике.

Материалы и методы. Для дисциплины «Мелиорация земель» определены предмет и объект исследований. Предмет – это земли сельскохозяйственные

или используемые для производства сельскохозяйственной продукции, а также неиспользуемые и малопродуктивные, предназначенные для вовлечения в сельскохозяйственный оборот. Объект – это иерархическая система мелиоративных мероприятий: гидромелиоративных, агролесомелиоративных, химических, культуртехнических и других, которые раздельно или в сочетании друг с другом служат средством эколого-экономической и социальной адаптации сельскохозяйственного землепользования к различным уровням иерархии ландшафтной структуры [6].

Если предмет «Мелиорации земель» (избранная для познания область объективной реальности) отвечает научной дисциплине «Агролесомелиорация земель», то объект (область объективной реальности, осознанно определяемая для познания специфическим научным аппаратом), требует определения. Такое определение служит первым этапом обоснования нашей теоретической концепции (рисунок 1).

Кроме определения объекта дисциплины, последовательными этапами обоснования теоретической концепции явились: поля мелиоративного воздействия лесных насаждений как фактор целостности системы; бассейновая структура агролесомелиоративной системы; визуализация системы и её элементов фотографическими изображениями; обоснование теоретической концепции агролесомелиоративной системы.

Этапы обоснования (рисунок 1) базируются на системном анализе [2]; идее о том, что поля мелиоративного воздействия связывают между собой элементы агролесомелиоративной системы [5]; бассейновой структуре системы [7]; опыте визуализации научного исследования в виде комплекса фотографических изображений³.

Результаты и обсуждение. Объектом дисциплины «Агролесомелиорация земель» считаем иерархическую систему, формируемую набором групп биотических, биокосных и технических элементов, которая организует агролесомелиоративный каркас на землях сельскохозяйственного региона (рисунок 2).

Такая система хранит биоразнообразие и генофонд биоты, определяет пути её расселения, формирует дивергентные потоки вещества, энергии и информации [3].

Биотические элементы агролесомелиоративной системы могут быть природными (региональные лесные массивы, колки, байрачные и пойменные леса, группы древесной растительности и естественных травянистых сообществ и др.) и/или антропогенно созданными (полезные и стокорегулирующие, приба-

¹О внесении изменений в Федеральный закон «О мелиорации земель» и отдельные законодательные акты Российской Федерации от 13 июня 2023 г. N 244-ФЗ (вступит в силу с 01.03.2024). URL: <https://rg.ru/documents/2023/06/20/fz244-site-dok.html> (дата обращения: 1.12.2023).

²Nair P.K.R. Classification of Agroforestry Systems // Agroforestry Systems. 1985. № 3. P. 97–128. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00122638>

³Гурьева М.М. Повседневная фотография как объект научного исследования // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2009. № 3. С. 153–161.

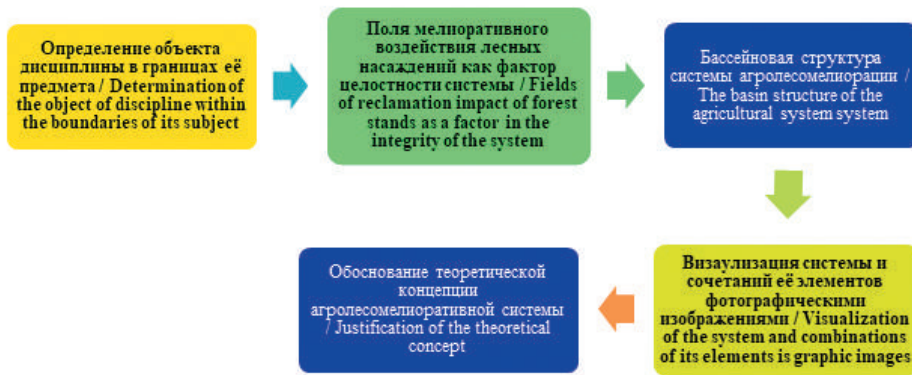


Рисунок 1 – Этапы обоснования теоретической концепции агролесомелиоративной системы

Figure 1 – Stages of substantiation of the theoretical concept

лочные и приовражные, пастбищезащитные, садозащитные и государственные защитные лесные полосы; прифермские и мелиоративно-кормовые насаждения, древесные зонты, затишки и оазисные насаждения; чересполосное (кулисное) облесение и травосеяние, агроstepной покров под пологом и на закрайках лесных полос).

Агроstepной покров под пологом лесных полос – это воссоздание многовидовых травяных фитоценозов (с использованием целинных семенников), сходных по основным признакам с травянистыми формациями зональных степей – метод агроstepей, по Д. С. Дзыбову [4].

Биокосные элементы (образованы в результате совмещения биотического и косного начала) включают хворостяные, фашинные, габионные запруды с земляными банкетами, сооружения из природного камня, ветвей и почвогрунта; защитные покровы на склонах в виде решёток из дерева (с грунтовым заполнением) или из стеблей кукурузы, мульча из скошенной травы или соломы; хворостяные настилы, устройства биоремедиации (для очистки почв и вод с помощью живых организмов биопрудов, биоплато, гидробиотических площадок в балках) и др.

В группу технических элементов включены простейшие земляные гидротехнические сооружения – ГТС (валы, валы-каналы, распылители стока, террасы, площадки), сопрягающие сооружения в вершинах оврагов и запруды из каменной кладки, культуртехническая подготовка земель к хозяйственному использованию (выполаживание оврагов с последующим облесением или залужением подготовленной площади), технологические дороги и др.

Поля мелиоративного воздействия (рисунок 3) агролесомелиоративных насаждений возникают под влиянием повышенной напряженности вещественно-энергетических проявлений, динамичности полей воздействия и незавершённости циклов биологического круговорота [5].

Напряженность вещественно-энергетических проявлений в полях воздей-

ствия определяется реакцией древесного сообщества на меняющиеся факторы среды (мезоклимат, скорости ветра, снегораспределение и снегозадержание, плодородие почв – тепловой, воздушный и водный режимы, водно-физические и химические свойства). Эта напряженность может увеличиваться (стрессовые проявления факторов среды) или снижаться (благоприятные проявления факторов среды), а с удалением от агролесомелиоративных насаждений – постепенно ослабевать и исчезать. Перекрытая друг друга, поля воздействия соседних насаждений образуют мелиоративную сферу увеличения продуктивности агроценозов.

При лесном типе биологического круговорота химические элементы из почвы и воздуха поступают в древесные растения, где происходит биохимический синтез веществ с закреплением их в массе органики, при дальнейшем возвращении в почву и атмосферу (за исключением древесины, которая извлекается из годового цикла биологического круговорота и служит хранилищем углерода).

Частичное возвращение химических элементов в почву и атмосферу происхо-

дит при сезонном листопаде (хвоепаде), опадении генеративных органов и других, что постепенно формирует лесную подстилку с её дальнейшей трансформацией, минерализацией и гумификацией. Незамкнутость цикла углерода в верхнем слое почвы происходит при его консервации в форме гумуса почвы.

В полях мелиоративного воздействия интенсивность биологического круговорота зависит от прироста фитомассы агроценоза, поэтому повышенная интенсивность характерна для частей агроценоза, размещённых в полях мелиоративного воздействия (максимальные урожаи и коэффициенты гумификации).

Обосновано иерархическое ранжирование региональной агролесомелиоративной системы (первый уровень – отдельные лесные полосы или куртины деревьев и кустарников; второй уровень – простые системы различных агролесомелиоративных насаждений; третий уровень – сложные системы обычно в пределах водосборов балок, состоящие из известного числа простых систем или подсистем; четвёртый уровень – большая надсистема ландшафтной зоны (региона), организующая ландшафтное пространство) [7].

Учитывая это ранжирование, представим фрагмент бассейновой структуры региональной наднадсистемы агролесомелиоративных насаждений бассейна главной реки (рисунок 4), которая объединяет районные надсистемы бассейнов рек низших порядков.

Кроме этого, наднадсистема пополняется бассейновыми водораздельными лесами, ценными степными или лесостепными лесами, лентами государственных лесных полос, а также пойменными и аренными лесами, полезными лесными полосами поймы, прирусловыми лесными полосами, зарослями вокруг стариц и другими насаждениями.

Фигурами помощника на рисунке 4 отображены: районные надсистемы бас-

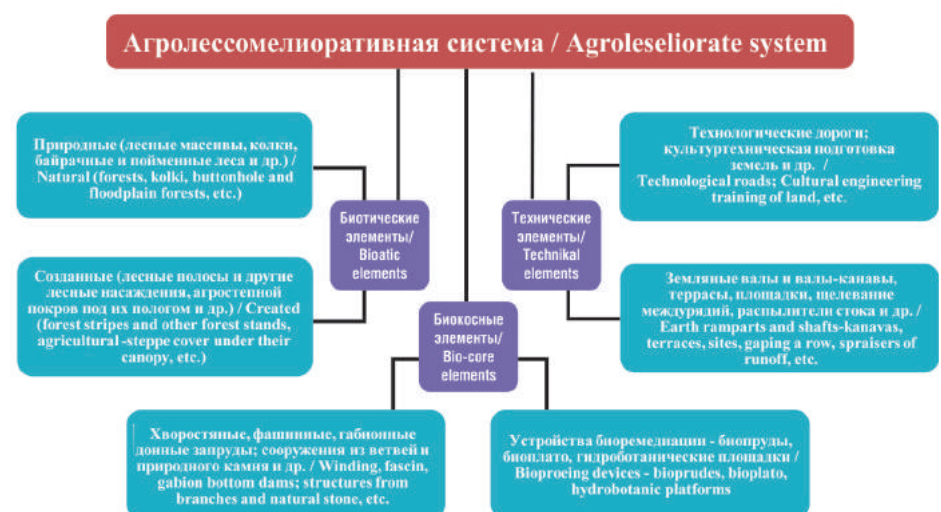


Рисунок 2 – Агролесомелиоративная система как объект дисциплины

Figure 2 – Agroland system as an object of discipline

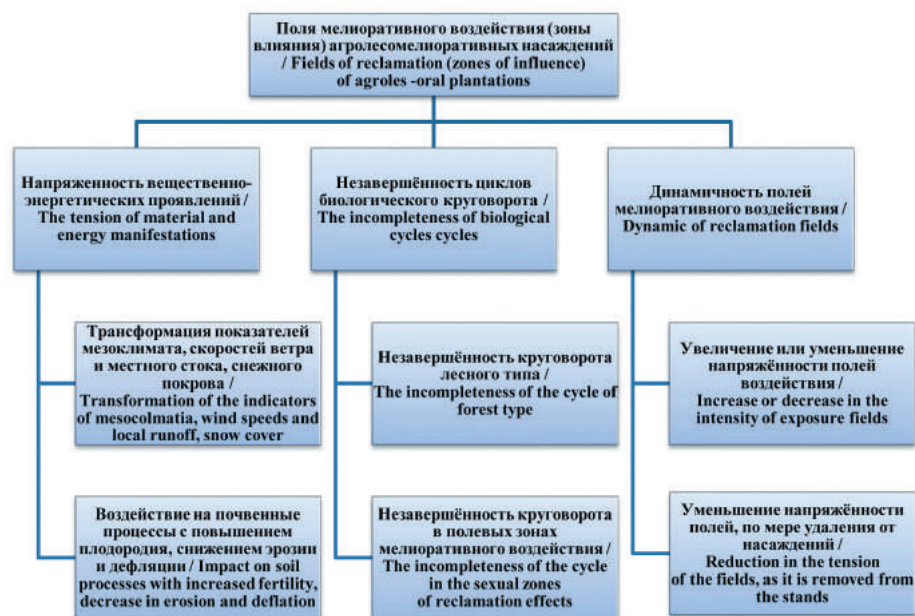


Рисунок 3 – Поля мелиоративного воздействия агролесомелиоративных насаждений

Figure 3 – Fields of reclamation effects of agricultural seams

сейнов рек i-го порядка (со своими водораздельными и пойменными лесами) и сложные агролесомелиоративные системы водосборов i-х балок, которые включают простые системы (подсистемы): полевых защитных лесных полос; стокорегулирующих и прибалочных (прибывочных) лесных полос; лесных насаждений овражно-балочной сети.

Составляющими элементами простых полевых защитных систем служат лесные полосы, закрайки которых (по ширине равные междурядьям или их половине) заняты постоянным травянистым покровом, созданным методом агростепей. К составляющим элементам отнесём и технологические дороги, которые обычно сочетают с полевых защитными лесными полосами.

Простые системы стокорегулирующих и прибалочных (приовражных и др.) лесных полос образуют агролесомелиоративные насаждения, технические элементы (валы, валы-канавы и другие простейшие ГТС), а также технологические дороги. На притетивых склонах усиление лесных полос валами, валами-канавами, щелеванием междурядий и другими способами повышает стокорегулирующие способности агролесомелиоративных насаждений.

Простые системы овражно-балочной сети, кроме древесных куртин, полос, насаждений-илофильтров и насаждений конусов выноса, байрачных лесов, могут включать биокосные (хворостяные и фашинные запруды с грунтовыми банкетамми, биопруды и биоплато, гидробиотанические сооружения с укрепленными откосами, сопрягающие сооружения в вершинах оврагов, выположенные овраги) элементы.

Визуальная составляющая научного исследования в виде комплекса фотографических изображений (рисунок 5) основывается на таких параметрах, как общий вид объекта, типичные составляющие элементы и их сочетания.

Комплекс фотографических изображений рисунка 5 визуально отображает как некоторые функции агролесомелиоративной системы (защита земель от эрозии, охрана водных объектов, защита пастбищ от деградации), так и наиболее распространённые сочетания биотических и технических элементов.

К числу таких сочетаний, прежде всего, относим совмещение лесных полос с агростепью закраек. На закрайках проводят периодическое подкашивание травостоя и оставление его на месте в качестве мульчи. По верховым опушкам стокорегулирующих лесных полос проводят аналогичные работы, при этом низовые опушки занимают простейшие земляные гидротехнические сооружения, ниже которых при необходимости размещают технологические дороги, которые можно располагать и в зонах закраек полевых защитных лесных полос (рисунок 5). Это способствует снегозащите дорожного полотна при ослаблении скоростей ветра и его укреплению, предупреждению выноса на полотно продуктов водной и ветровой эрозии, прикрытию прилегающих агроценозов от пыли и транспортных выбросов.

Заключение. Для дисциплины «Агролесомелиорация земель» в границах её предмета уточнён объект – иерархическая агролесомелиоративная система, формируемая набором групп биотических, биокосных и технических элементов на землях сельскохозяйственного региона.

Биотические элементы могут быть природными (водораздельные леса, колки, байраки, пойменные леса, группы древесной растительности и естественных травянистых сообществ и другие) и/или созданными человеком (полевых защитные, прибалочные и другие защитные лесные полосы; мелиоративно-кормовые и другие насаждения, древесные зонты и затишки, кулисное облесение и травосеяние, агростепной покров под пологом и на закрайках лесных полос).

Биокосные элементы включают хворостяные, фашинные, габионные запруды

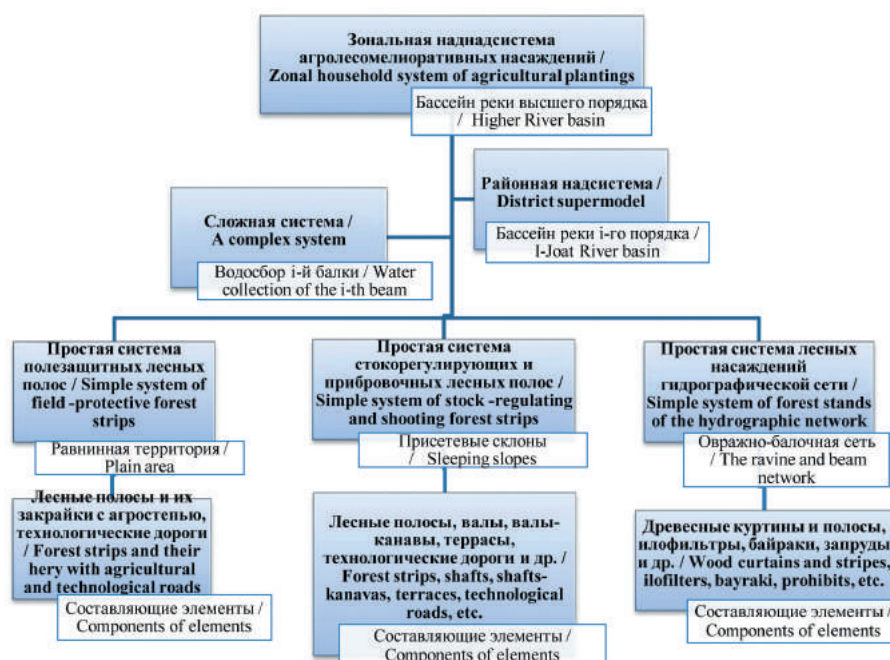


Рисунок 4 – Фрагмент бассейновой структуры системы агролесомелиоративных насаждений

Figure 4 – Fragment of the basin structure of the agroforestry system, plantings

ды с земляными банкетами, сооружения из природного камня, ветвей и почвогрунта, защитные покровы на склонах, мульча из скошенной травы или соломы; хворостяные настилы, устройства биоремедиации (для очистки почв и вод с помощью живых организмов биопруд, биолато, гидроботанических площадок в балках) и другие.

Группа технических элементов объединяет земляные простейшие гидротехнические сооружения (валы, валы-канавы, террасы, распылители стока, площадки), сопрягающие сооружения в вершинах оврагов, запруды из каменной кладки, культуртехническую подготовку земель к хозяйственному использованию (выполнение оврагов с последующим облесением или залужением подготовленных площадей), технологические дороги и др.

Благодаря реакциям древесных сообществ биотических элементов на меняющиеся факторы среды и незавершённости циклов биологического круговорота в системе, возникают динамичные поля мелиоративного воздействия, формирующие целостность агролесомелиоративной системы. При стрессовых проявлениях факторов среды напряжённость вещественно-энергетических проявлений в полях мелиоративного воздействия увеличивается, снижаются негативные проявления факторов среды, что способствует формированию максимальных урожаев и коэффициентов гумификации. При благоприятных проявлениях факторов среды (для агроцезов) напряжённость вещественно-энергетических проявлений снижается, а с удалением от полос древесных сообществ – постепенно ослабевает и исчезает.

Идея бассейновой структуры агролесомелиоративной системы заключена в том, что региональная наднадсистема агролесомелиоративных насаждений бассейна главной реки объединяет районные (областные) надсистемы бассейнов рек низших порядков и сложные агролесомелиоративные системы водосборов балок, охваченных этими бассейнами. Сложные агролесомелиоративные системы включают простые системы (подсистемы): ползащитных лесных полос; стокорегулирующих и прибалочных (прибровочных) лесных полос; лесных насаждений овражно-балочной сети.

Простые ползащитные системы составляют лесные полосы, закрайки которых заняты постоянным агростепным

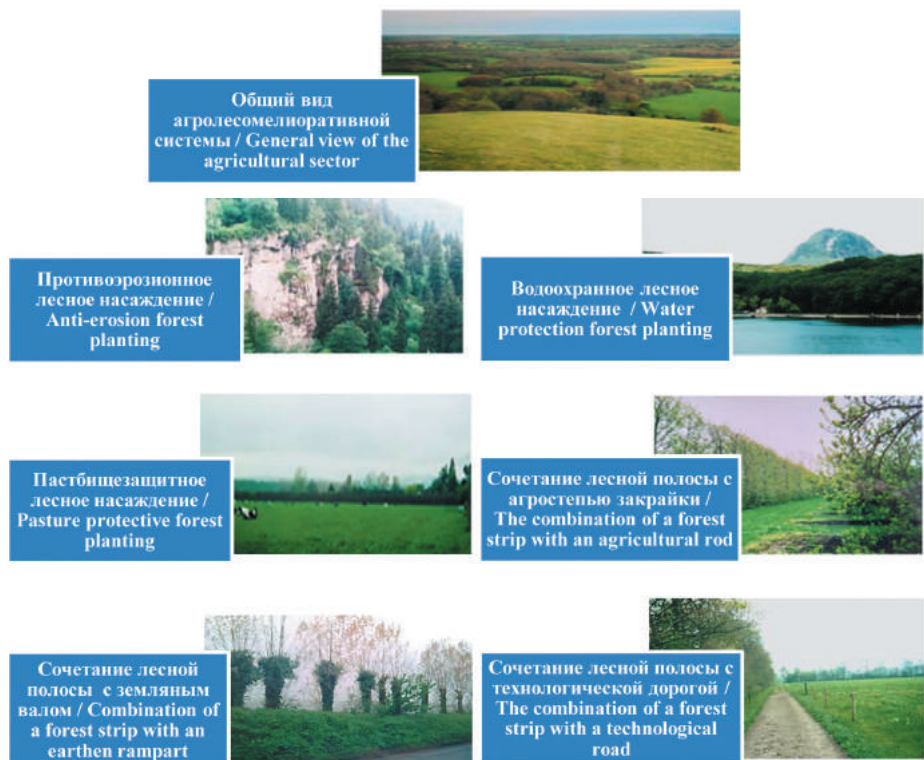


Рисунок 5 – Визуальное отображение научного исследования комплексом фотографических изображений (автор фотографий В.М. Ивонин)

Figure 5 – Visual display of scientific research by a complex of photographic images (Author of photographs V.M. Ivonin)

(травяным) покровом. Кроме этого, элементами ползащитных систем служат технологические дороги, которые можно сочетать с лесными полосами.

Основные элементы простых систем стокорегулирующих и прибровочных лесных полос дополняют техническими элементами: технологическими дорогами, валами, валами-канавами и другими простейшими ГТС.

Простые системы лесных насаждений овражно-балочной сети (древесные куртины и полосы, насаждения-илофильтры, байрачные леса и другие) пополняются биокосными (хворостяные и фашинные запруды с грунтовыми банкетом, биопруды и биолато, гидроботанические площадки) и/или техническими (каменные запруды, грунтовые плотины с укрепленными откосами и водообходами, сопрягающие сооружения в вершинах оврагов, выложенные овраги) элементами.

Комплекс фотографических изображений помогает анализировать данные исследований, визуально отображая общий вид и функционал агролесомелиоративной системы, а также рекомендуемые сочетания биотических и технических элементов – совмещение лесных полос с агростепью закрайки, простейшими земляными гидротехническими сооружениями, размещёнными по нижним опушкам стокорегулирующих и прибровочных лесных полос и другими.

Таким образом, анализ накопленных знаний дисциплины «Агролесомелиорация земель» и определение её предмета (земли сельскохозяйственные или используемые для производства сельскохозяйственной продукции), а также результаты собственных исследований позволили сформулировать теоретическую концепцию агролесомелиоративной системы по следующим этапам: определение объекта дисциплины в границах её предмета; изучение полей мелиоративного воздействия лесных насаждений как фактора целостности системы; исследование бассейновой структуры системы; подтверждение результатов исследований комплексом фотографических изображений.

Таким образом, анализ накопленных знаний дисциплины «Агролесомелиорация земель» и определение её предмета (земли сельскохозяйственные или используемые для производства сельскохозяйственной продукции), а также результаты собственных исследований позволили сформулировать теоретическую концепцию агролесомелиоративной системы по следующим этапам: определение объекта дисциплины в границах её предмета; изучение полей мелиоративного воздействия лесных насаждений как фактора целостности системы; исследование бассейновой структуры системы; подтверждение результатов исследований комплексом фотографических изображений.

Список источников:

1. Барабанов А.Т. Теория и практика разработки систем агролесомелиоративных почвозащитных мероприятий в адаптивно-ландшафтном земледелии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2014. № 4(48). С. 28–31.
2. Васильев Ю.С., Волкова В.Н., Козлов В.Н. Теории систем и системный анализ: истоки и перспективы // Системный анализ в проектировании и управлении. 2021. Vol. XXV. № 1. P. 7-29. DOI:10.18720/SPBPU/2/id21-45.
3. Воскобойникова И.В., Ивонин В.М. Природоподобие агролесомелиоративных систем // Региональные геосистемы.

References:

1. Barabanov A.T. Theory and practice of developing agricultural-milestone systems in adaptive landscape agriculture. *Izvestia of the Orenburg State Agrarian University*. 2014;4(48):28-31. (In Russ.).
2. Vasiliev Yu.S., Volkova V.N., Kozlov V.N. System theories and system analysis: origins and prospects. *System analysis in design and management*. 2021;XXV(1):7-29. DOI: 10.18720/SPBPU/2/ID21-45. (In Russ.).
3. Voskoboinikova I.V., Ivonin V.M. Naturalness of agricultural -melody systems. *Regional geosystems*.

2023. Т. 47. №2. С. 268–281. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-2-268-281.

4. Дудченко Л.В., Лапенко Н.Г., Дружинин В.А. Эколого-флористическая ситуация объектов лесомелиорации в агроландшафтах Ставропольского края // Лесотехнический журнал, 2017. № 2. С. 67–75. DOI: 10.12737/article_5967e9653fc089.77407015.

5. Ивонин В.М. Анализ мелиоративного потенциала лесоаграрного ландшафта // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. Т. 34. № 2. С. 51–67. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-2-51-67.

6. Ивонин В.М. Мелиорация земель как научная дисциплина // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 3. С. 140–162. DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-140-162.

7. Ивонин В.М. Синергетика систем агролесомелиорации // Региональные геосистемы. 2023. Т. 47. №1. С. 62–75. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-1-62-75.

8. Кулик К.Н. Развитие агролесомелиоративной науки в России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 3(35). С. 12–19.

9. Кундиус В.В. Роль агролесомелиорации в повышении экологической устойчивости и экономической эффективности агроландшафтов // Природообустройство. 2010. Вып. 4. С. 92–95.

10. Опыт создания агролесомелиоративных насаждений в условиях сухой степи Казахстана (на примере фермерского хозяйства «Байтуган») / С.А. Кабанова, А.Д. Абильдинов, В.П. Алека, П.Ф. Шахматов // Успехи современного естествознания. 2017. № 2. С. 21–25.

11. Панов В.И. Ландшафтно-географическая методология (географический принцип В.В. Докучаева) ресурсного управления и преобразования степного незащищённого агроландшафта в улучшенный природоподобный противозероизонный агроландшафт лесостепного типа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2(3). С. 511–528.

12. Пугачёва А.М. Агролесомелиоративные системы – основа развития земледелия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1(49). С. 227–237.

13. Эколого-экономическая эффективность агролесомелиоративных мероприятий в условиях степных ландшафтов / П.Н. Проездов, Е.Г. Панфилова, К.П. Колотырин, А.В. Панфилов // Аграрный научный журнал. 2017. № 5. С. 27–33. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i5>

14. Agroforestry in Europe: A land management policy tool to combat climate change / María Rosa Mosquera-Losada, José Santiago-Freijanes, Mercedes Rois et al. // Land Use Policy. 2018. № 78. P. 603–613.

15. Modelling and valuing the environmental impacts of arable, forestry and agroforestry systems: a case study / Silvestre García de Jalón, A.R. Graves, H. N. Palma Joao et al. // Agroforestry Systems. 2018. № 92. P. 1–15. DOI: 10.1007/s10457-017-0128-z.

16. Wilson Matthew Heron and Lovell Sarah Taylor. Agroforestry – The Next Step in Sustainable and Resilient Agriculture // Sustainability. 2016. № 8(6). P. 15. DOI: 110.3390/su8060574.

17. Yirga Solomon Abirdew. Agroforestry for Sustainable Agriculture and Climate Change: A Review // Int. J. Environ Sci. Nat. Res. 2019. № 19(5). P. 556022. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.19.556022.

Информация об авторе:

Ивонин Владимир Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Российская Федерация, 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111), Ivoninforest@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3554-0691.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

2023;47(2):268–281. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-2-2-268-281. (In Russ.).

4. Dudchenko L.V., Lapenko N.G., Druzhinin V.A. Ecological and phloristic situation of forest-sustaining objects in the agricultural sector of the Stavropol Territory. *Forestry Journal*. 2017;2:67–75. DOI: 10.12737/Article_5967E9653FC089.77407015. (In Russ.).

5. Ivonin V.M. Analysis of the reclamation potential of the logging landscape. *Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation*. 2019;34(2):51–67. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-2-51-67. (In Russ.).

6. Ivonin V.M. Land reclamation as a scientific discipline. *Reclamation and hydraulic engineering*. 2021;11(3):140–162. DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-140-162. (In Russ.).

7. Ivonin V.M. Synergetics of agricultural system systems. *Regional geosystems*. 2023;47(1):62–75. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-1-62-75. (In Russ.).

8. Kulik K.N. The development of agricultural -regional science in Russia. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2014;3(35):12–19.

9. Kundius V.V. The role of agricultural regionalization in increasing the environmental sustainability and economic efficiency of agrolandshafths. *Environmental Institution*. 2010;4:92–95. (In Russ.).

10. Kabanova S.A., Abildinov A.D., Alec V.P., Chess P.F. Experience in creating agricultural meliorative plantings in the conditions of the dry steppe of Kazakhstan (for example, the Baitugan farm). *Successes of modern natural science*. 2017;2:21–25. (In Russ.).

11. Panov V.I. The landscape-geographical methodology (geographical principle of V.V. Dokuchaev) resource management and transformation of the steppe unprotected agricultural sector into an improved natural-like anti-erosion agricultural spare-steppe type. *Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(3):511–528. (In Russ.).

12. Pugacheva A.M. Agrolesomeliorative systems - the basis for the development of agriculture. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2018;1(49):227–237. (In Russ.).

13. Driveways P.N., Panfilova E.G., Kolotyryn K.P., Panfilov A.V. Environmental and economic efficiency of agricultural-mileage measures in the conditions of steppe landscapes. *Agrarian Scientific Journal*. 2017;5:27–33. (In Russ.).

14. María Rosa Mosquera-Losada, José Santiago-Freijanes, Mercedes Rois et al. Agroforestry in Europe: A land management policy tool to combat climate change. *Land Use Policy*. 2018;78:603–613. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.06.052

15. Silvestre García de Jalón, A.R. Graves, H. N. Palma Joao et al. Modelling and valuing the environmental impacts of arable, forestry and agroforestry systems: a case study. *Agroforestry Systems*. 2018;92:1–15. DOI: 10.1007/s10457-017-0128-z.

16. Wilson Matthew Heron and Lovell Sarah Taylor. Agroforestry – The Next Step in Sustainable and Resilient Agriculture. *Sustainability*. 2016;8 (6):15. DOI: 110.3390/su8060574.

17. Yirga Solomon Abirdew. Agroforestry for Sustainable Agriculture and Climate Change: A Review. *Int. J. Environ Sci. Nat. Res*. 2019;19(5):556022. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.19.556022.

Information about the author:

Ivonin Vladimir Mikhailovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov FGBOU VO Donskoy GAU (Russian Federation, 346428, Rostov region, Novocherkassk, str. Pushkinskaya, 111), Ivoninforest@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3554-0691.

Conflict of interest. The author declare no conflicts of interests.

УДК 630 + 631.626.1

DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-13

ФОРМИРОВАНИЕ БЕРЁЗОВЫХ МОЛОДНЯКОВ НА БЫВШИХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

FORMATION OF YOUNG BIRCH STANDS ON FORMER AGRICULTURAL LANDS IN THE VOLOGDA REGION

¹О.С. Попов¹С.В. Третьяков²А.С. Новосёлов¹O.S. Popov¹S.V. Tretyakov²A.S. Novoselov

¹ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Российская Федерация
popovoleg81@gmail.com

²ФГБОУ ВО «ВоГУ», г. Вологда, Российская Федерация

¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation
popovoleg81@gmail.com

²VSU, Vologda, Russian Federation

В берёзовых древостоях Вологодской области проведено исследование по выявлению особенностей формирования насаждений на бывших хозяйственных угодьях. Изучались березняки, расположенные на бывших агроудьях и на землях бывшей торфоразработки. Древостои на бывших сельскохозяйственных землях и контрольный объект растут на минеральных почвах, березняк после бывшей торфоразработки – на торфяных почвах с низинным типом торфяной залежи. Все опытные древостои представлены чистыми березняками, за исключением контрольного объекта, в составе которого определены следующие сопутствующие породы – ель и осина. Особенности формирования и строения деревьев изучались в зависимости от их близости расположения к осушительному каналу. Лесотаксационные характеристики древостоя определялись по сумме площадей сечений с использованием регионального справочника. Керны древесины отбирались на высоте 1,3 м от шейки корня. В ходе исследования решены следующие задачи: 1) отграничены временные пробные площади ленточного типа и составлена лесоводственно-таксационная характеристика опытных насаждений; 2) определены особенности распределения берёзовых насаждений по естественным и относительным ступеням толщины; 3) установлены особенности радиального прироста древесины берёзы на объектах исследования за весь период роста и суммарный прирост по пятилетиям; 4) рассчитана сортиментная структура опытных древостоев. В приканальном положении березняка, растущего на территории бывших агроудий, усреднённый прирост древесины снизился на 0,1 см за 12 лет. В березняках, растущих на территории бывшей торфоразработки, усреднённый прирост древесины снизился сильнее – на 0,2 см – как в приканальном, так и в межканальном положениях. Наиболее близкое к нормальному распределению деревьев по относительным ступеням толщины зафиксировано в приканальном положении березняка после бывшей торфоразработки.

In the birch stands of the Vologda region, a study was conducted to identify the characteristics of forest formation on former agricultural lands. The study focused on birch groves located on former agricultural lands and on territories previously used for peat extraction. The stands on former agricultural lands and the control site grow on mineral soils, while the birch grove after the former peat extraction is situated on peat soils with a lowland type of peat deposit. All experimental stands consist solely of birch stands, except for the control site, which includes the following associated tree species – spruce and aspen. The features of the formation and structure of trees were studied depending on their proximity to the drainage channel. The forestry-taxation characteristics of the forest stand were determined based on the total area of sections using the regional reference guide. The wood cores were sampled at a height of 1.3 meters from the root collar. During the study, the following tasks were addressed: 1) defined temporary sample plots of strip type and created silvicultural and taxonomic characteristics of the experimental plantations; 2) determined the features of birch stands distribution concerning the natural and relative layers of thickness; 3) the peculiarities of radial wood growth in birch trees across the study sites throughout their growth period and the cumulative growth per five-year periods were established; 4) The assortment structure of the experimental stands was calculated. The average wood increment of the birch stands in the canal-side position, growing in the former agricultural lands, decreased by 0.1 cm over 12 years. In the birch stands located in the area of former peat extraction, the average wood increment decreased more significantly, by 0.2 cm, both in the canal-side and inter-canal positions. The closest to a normal distribution of trees based on the relative diameter classes was observed in the canal-side position of the birch stands after the former peat extraction.

Ключевые слова: березняки, сельскохозяйственная мелиорация, бывшие агроугодья, макроструктура древесины берёзы, прирост древесины берёзы.

Для цитирования: Попов О.С., Третьяков С.В., Новосёлов А.С. Формирование берёзовых молодняков на бывших хозяйственных угодьях Вологодской области // Орошаемое земледелие. 2024. 1(44). С. DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-13.

Введение. Как на территории Российской Федерации, так и за рубежом, в связи с кризисом социально-экономического характера, с XX века начало увеличиваться количество заброшенных сельскохозяйственных угодий [2, 3, 10].

Прекращение работ по целевому назначению на таком типе территорий происходит по ряду причин, включающих: уменьшение плодородия почв, нерентабельность, «отток» населения, удалённость от населённых пунктов, прекращение работ сельскохозяйственных предприятий и других. Активное уменьшение использования сельскохозяйственных угодий происходит в последние 20–25 лет, и характерно оно для всех субъектов страны [4]. На 01 июля 2006 года используемые по назначению площади сельскохозяйственных угодий сократились до 33 % (54,4 млн га), по данным «Всероссийской сельскохозяйственной переписи» [5].

Рост насаждений на постагrogenных землях существенно отличается от аналогичных древостоев в естественных условиях. Лесовосстановление начинается, как правило, сразу после прекращения сельскохозяйственных работ. Направленность лесообразовательного процесса определяется начальным этапом, при котором происходит первичное формирование древесной растительности [7, 10].

Земли бывших сельскохозяйственных угодий трансформируются под влиянием как естественных, так и антропогенных процессов: почвообразование, саморазвитие почв, зарастание лесом, задернение, залужение, заболачивание и других [12]. На территории южно-таёжного района такие территории на залежных землях зарастают естественным путем, в основном, мягколиственными породами: берёзой повислой (*Betula pendula* Roth) и ольхой серой (*Alnus incana* (L.) Moench). В отдельных случаях на таких землях могут заселяться хозяйственно-ценные породы, например, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.).

Исследования, направленные на изучение особенностей, закономерностей роста и строения березняков Европейского Севера, особенно важны для совершенствования процесса инвентаризации лесов. Древесина берёзы

менее ценна для производственных направлений промышленной деятельности, ввиду чего она не была объектом всестороннего изучения, в отличие от хвойных насаждений [1]. При определённых условиях использования этой древесины, например в целлюлозно-бумажном производстве – важнейшем направлении использования такой древесины, при её добавлении в оптимальных количествах совместно с хвойной целлюлозой бумага приобретает дополнительные положительные свойства. Происходит снижение разницы в показателях между продольными и поперечными направлениями по причине лучшей связи между волокнами [11]. Древесина берёзы распространённых видов находит многообразное применение для выработки лучшего шпона и фанеры, а также для изготовления ружейных лож, лыж и многих других изделий. Берёза может применяться для производства строительных деталей, древесностружечных и древесноволокнистых плит, паркета, получения фурфурола и других лесохимических продуктов [8].

К настоящему времени в научной литературе сведения о формировании молодых берёзовых насаждений на бывших хозяйственных угодьях на территории южной тайги ограничены, в связи с этим затрудняется разработка научно обоснованных систем использования лесных ресурсов на землях такой категории.

Цель исследования – выявить особенности формирования молодых берёзовых насаждений на бывших искусственно-дренируемых хозяйственных угодьях в Вологодской области.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

1. Отграничить временные пробные площади (ВПП) ленточного типа с последующим проведением в них таксационных работ и составлением лесоводственно-таксационной характеристики лесных насаждений.

2. Определить и проанализировать особенности распределения берёзовых насаждений по естественным и относительным ступеням толщины.

3. Установить особенности радиального прироста древесины берёзы на объектах исследования за весь период роста и суммарный прирост по пятилетиям.

Keywords: birch grove, agricultural reclamation, former agricultural lands, birch wood macrostructure, birch wood growth.

For citation: Popov O.S., Tret'yakov S.V., Novoselov A.S. Formation of young birch stands on former agricultural lands in the Vologda region. *Irrigated agriculture*. 2024;1(44):118-131. (In Russ.). DOI: 10.35809/2618-8279-2024-1-13.

4. Рассчитать сортиментную структуру опытных древостоев.

Материалы и методы. Исследовались берёзовые насаждения в Вологодском районе Вологодской области. Древостои подбирались на бывших сельскохозяйственных угодьях (ВПП 1 и 2) вблизи посёлка Фетинино (рисунок 1), на объекте бывшей торфоразработки (ВПП 3 и 4) восточнее микрорайона Лоста г. Вологды (рисунок 2, А) и контрольный древостой в естественных условиях роста фитоценозов, расположенный в западной части Вологодского района – в Кипеловском уч. лесничестве, кв. 48, выд. 25 (рисунок 2, Б).

Чистопородный березняк (н/п Фетинино, ВПП 1 и 2) произрастает на окультуренных дерново-подзолистых почвах, глубоко-пахотных с мощностью гумуса более 30 см; объект осушается каналами сельскохозяйственной мелиорации. В подлеске отмечен можжевельник.

Объект на территории бывшей торфоразработки (мкр «Лоста», ВПП 3 и 4) покрыт чистым березняком, произрастающим на низинных болотных почвах; по степени разложения торфа – торфяно-перегнойные, дренаж – искусственный. На лесной подстилке встречается большое количество папоротника.

Древесные насаждения на бывших хозяйственных угодьях представлены чистыми молодыми березняками. В качестве контроля (ВПП 5) подобран смешанный древостой с участием берёзы в составе – 70 % по запасу древесины. Почвогрунт представлен почвой с автоморфным увлажнением; вид – дерново-подзолистая, среднедерновая, естественно-дренируемая на слабом уклоне.

На всех опытных объектах произрастает кислица, а уровень почвенно-грунтовых вод (верховодка) – ниже области аэрации.

В ходе исследования отграничивались временные пробные площади ленточного типа длиной стороной вдоль сельскохозяйственного осушительного канала. ВПП отграничивались в двух положениях: в приканальном положении (ПК) и в центре межканального положения (МК). Лесотаксационные характеристики древостоя определялись по сумме площадей сечений с использованием региональ-

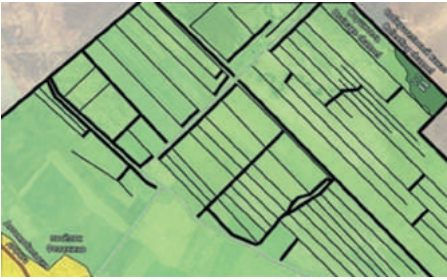


Рисунок 1 – Схема расположения опытных древостоев на территории бывших агроугодий (ВПП 1 и 2)

Figure 1 – Scheme of the arrangement of experimental forest stands on the territory of former agricultural lands (temporary sample plots 1 and 2)

ного справочника [6]. На каждой ВПП возрастным буровом «Haglof» отбирались керны древесины каждой породы в минимальном количестве – 10 штук на высоте 1,3 м от шейки корня. Для исследования особенностей макроструктуры древесины берёзы отбирались керны, зачищались лезвием и покрывались водным раствором марганцовки для лучшего отображения годовичных колец. Затем образцы сканировались в высоком разрешении (dpi 1200) для дальнейшего расчёта основных макроструктурных показателей. Статистическая обработка данных (вариационный и корреляционный анализы) выполнялась во внутреннем специализированном пакете MS Excel.

Результаты и обсуждение. Наибольшие средняя высота и диаметр берёзы (доминирует берёза пушистая) определены в контрольном древостое, значения которых на 33 % выше для высоты и на 22 % для диаметра, относительно насаждений на бывших хозяйственных угодьях (таблица 1).

У березняка в приканальном положении вблизи посёлка Фетинино средний диаметр на 28 % выше, чем в его меж-

канальном положении, что доказано на самом высоком уровне значимости 99,9 % ($t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}; 5,62 > 3,29$). Средний диаметр древостоев, растущих в приканальном положении на территории бывшей торфоразработки, на 9 % выше относительно аналогичных древостоев в центре осушаемого пространства, что удалось статистически подтвердить на 90 % уровне значимости ($t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}; 1,86 > 1,64$).

Растущий запас древесины берёзы в контрольном объекте на < 2 % ниже, чем в среднем, во всех насаждениях на бывших сельскохозяйственных угодьях. Наибольшая разница запаса с контрольным объектом в приканальном положении березняка вблизи микрорайона Лоста – > 20 % ($51,7 \text{ м}^3/\text{га}$) в пользу последнего.

В фитоценозах на бывших хозяйственных угодьях наибольшая представленность деревьев в ступенях толщины берёз – 12 см, которая составляет 35 % от общего количества деревьев на таком типе объектов исследования (рисунок 3, А). Несколько меньшей распространённостью характеризуются древесные стволы в ступенях толщины 8 и 16 см (по 22 % представленности в опыте).

В межканальном положении березняка, расположенного на территории агроугодий вблизи посёлка Фетинино, ступени толщины 8 и 12 составляют в сумме 81 % от общего количества всех диаметров деревьев в данном типе объекта. Огиба распределения деревьев в наибольшей степени соответствует «нормали» на ВПП 4. В целом всем насаждениям, растущим на бывших хозяйственных угодьях, характерно превалирование диаметров древесных стволов до 16 см, процентное количество которых составляет 73 % от общего количества деревьев всех диаметров.

В контрольном березняке наибольшей распространённостью характеризуются деревья в ступенях толщины 20 и 24 см (представленность – 23 и 27 %, соответственно). Наблюдается уменьшение числа деревьев в средних ступенях толщины.

Во всех опытных древостоях распределение по естественным ступеням толщины диаметра соответствует нормальному распределению по А. В. Тюрину (рисунок 3, Б). При этом отмечаются некоторые отклонения в березняках на ВПП 1 и 5 по причине их низкого значения в ступенях толщины 0,9 – 1,1. В целом во всех насаждениях преобладающее количество древесных стволов в естественных ступенях толщины определено в срединных ступенях.

При рассмотрении такой макроструктурной особенности роста берёз, как количество годовичных слоёв в одном сантиметре, отмечаем, что более плотная древесина берёзы – в контрольном березняке (таблица 2).

Древесина берёз, растущих на бывших сельскохозяйственных угодьях, характеризуется меньшим количеством слоёв древесины в одном сантиметре, что свидетельствует о более быстром приросте деревьев по радиусу. Наилучший радиальный прирост древесины берёзы отмечен в насаждениях, расположенных на территории бывших агроугодий, что указывает на лучшие условия для роста деревьев из всех представленных.

Наибольшая средняя ширина годовичного кольца (ШГК) зафиксирована в приканальном положении насаждений, растущих на бывших агроугодьях (на 12 % выше относительно среднего значения во всех древостоях на бывших хозяйственных угодьях) (таблица 3). В березняке, на землях бывшей торфоразработки, значение средней ширины годовичного кольца идентично как в приканальной, так и в межканальной дислокациях.

Наилучшая взаимосвязь радиальных приростов древесины (ШГК) в межканальном положении березняка, растущего на территории бывшей торфоразработки, следовательно, рост древесины по радиусу на ВПП 3 протекает единообразно, что характеризуется лучшей общей реакцией деревьев на влияние различных факторов (таблица 4). В контрольном древостое коэффициент автокорреляции наименьший, за исключением березняка в межканальном положении вблизи посёлка Фетинино.

В приканальном положении березняка, растущего на территории бывших агроугодий, отмечены флуктуации прироста древесины в период с 2012 по



Условные обозначения:
 5 – ВПП и её индивидуальный номер
 5 – temporary sample plot and its individual number

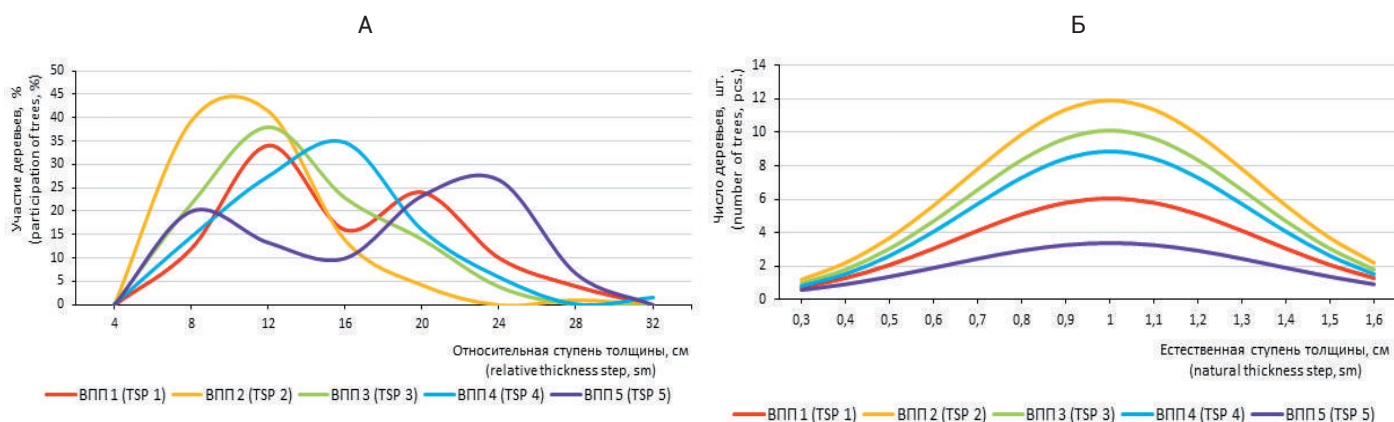
Рисунок 2 – Схемы расположения опытных березняков на объекте торфоразработки (А) и контроль (Б)

Figure 2 – Schemes of the location of experimental birch stands in the peat extraction site (А) and control forest stand (Б)

Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика опытных березняков
Table 1 – Silvicultural-taxation characteristics of experimental birch forests

Номер ВПП, дислокация / Temporary sample plot, dislocation	Породный состав / Species composition	Бонитет / Quality	Древесная порода / Wood species	Средние показатели / Average			Полнота / Com- pletteness		Видовое число, $f_{1,3}$ / Form factor, $f_{1,3}$	Густота, шт./га / Density, pcs./ha	Запас, м ³ /га / Stand of timber, m ³ /ha	
				возраст, лет, years	высота, м / height, m	диаметр (1,3 м), см / diameter (1,3 m), sm	абсолютная, м ² /га / absolute m ² /ha	относительная / relative			растущий / growing	сухой / deadwood
Бывшие агрогодия колхоза (н/п Фетинино) Former agricultural lands of the collective farm (loc. Fetinino)												
1, ПК (1, CS)	10Б (10В)	Іб	Б (В)	14	19,0	16,8 ± 0,7	22,19	0,76	0,453	1000	213,1	-
2, МК (2, BC)	10Б (10В)	Іб	Б (В)	17	14,7	12,1 ± 0,3	21,52	0,86	0,461	1880	164,8	-
в среднем по объекту (on average for the object)				16	16,9	14,5 ± 0,5	21,86	0,81	0,457	1440	189,0	-
Объект бывшей торфоразработки (н/п Лоста) Former peat extraction site (loc. Losta)												
3, МК (3, BC)	10Б (10В)	Іб	Б (В)	19	16,2	14,3 ± 0,5	25,36	0,96	0,458	1580	186,3	-
4, ПК (4, CS)	10Б (10В)	Іб	Б (В)	20	18,3	15,8 ± 0,6	27,10	0,96	0,454	1380	251,8	-
в среднем по объекту (on average for the object)				20	17,3	15,1 ± 0,6	26,23	0,96	0,456	1480	219,1	-
Контрольный древостой (Кипеловское уч. лесничество) Control forest stand (Kipelovskoe district forestry)												
5	7Б2Е10 +Ол, ед. Ол. сер. (7Б2S1A +Al, singly Al gr.)	Іб	Б (В)	31	25,5	18,9 ± 1,2	16,81	0,50	0,447	600	200,1	-
			Е (S)	33	13,8	12,2 ± 0,8	5,66	0,21	0,496	480	47,3	0,6
			О (A)	43	24,0	24,3 ± 4,0	1,86	0,05	0,482	40	22,6	1,8

Application: CS – canalside and BC – between channel forest plantings



Application: TSP – temporary sample plot

Рисунок 3 – Распределение деревьев по относительным (А) и естественным (Б) ступеням толщины
Figure 3 – Distribution of trees based on relative (A) and natural (B) thickness classes

Таблица 2 – Среднее количество слоёв древесины в 1 см
Table 2 – Average number of wood layers per 1 cm

Номер ВПП, Дислокация / TSP number, dislocation	ВПП 1, Фетинино, ПК / TSP 1, Fetinino, CS	ВПП 2, Фетинино, МК / TSP 2, Fetinino, BC	ВПП 3, Лоста, МК / TSP 3, Losta, BC	ВПП 4, Лоста, ПК / TSP 4, Losta, CS)	ВПП 5, К / TSP 5, Control
n (M ± mM)	2,00 ± 0,11	2,35 ± 0,26	2,52 ± 0,27	2,51 ± 0,21	3,60 ± 0,46

Таблица 3 – Средняя ШГК древесины берёзы (см)
Table 3 – Average width of annual growth ring of birch wood (sm)

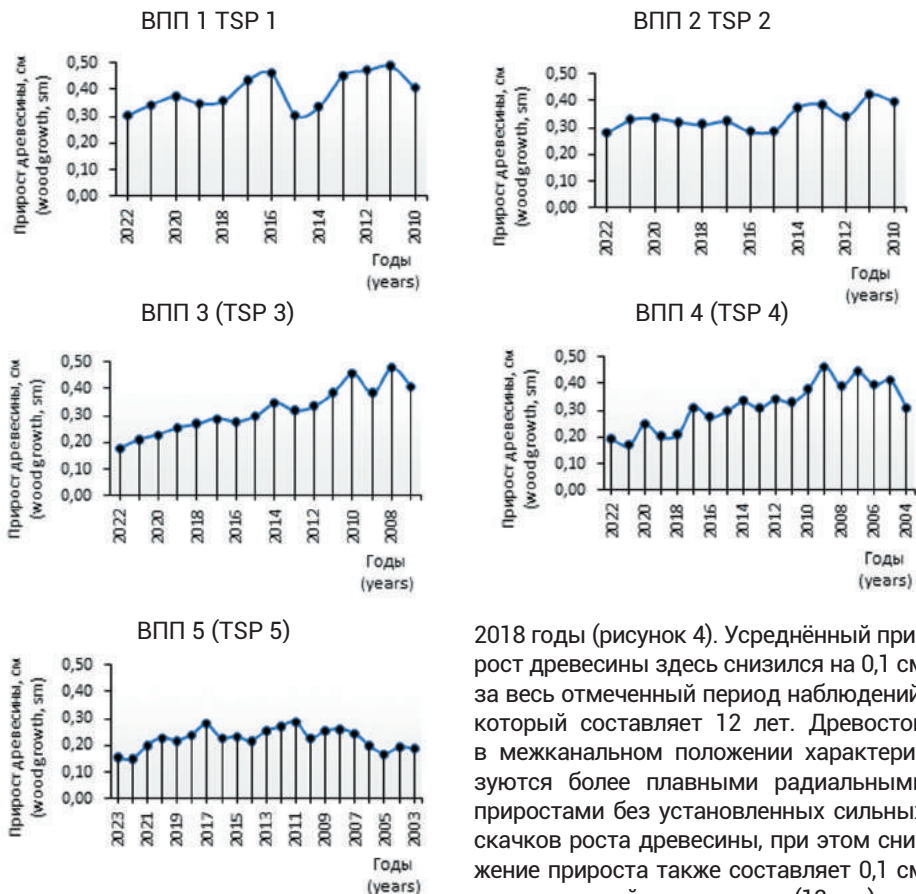
Номер ВПП, Дислокация / TSP number, dislocation	ВПП 1, Фетинино, ПК / TSP 1, Fetinino, CS	ВПП 2, Фетинино, МК / TSP 2, Fetinino, BC	ВПП 3, Лоста, МК / TSP 3, Losta, BC	ВПП 4, Лоста, ПК / TSP 4, Losta, CS	ВПП 5, К / TSP 5, Control
n (M ± mM)	0,39 ± 0,03	0,34 ± 0,03	0,32 ± 0,03	0,32 ± 0,03	0,24 ± 0,02

Таблица 4 – Автокорреляция радиальных приростов древесины
Table 4 – Autocorrelation of radial wood increments

Показатель / Value	ВПП 1, Б. пкт., ос. / TSP 1, *	ВПП 2, Б. пкт., ос. / TSP 2, *	ВПП 3, Б. пкт., ос. / TSP 3, *	ВПП 4, Б. пкт., ос. / TSP 4, *	ВПП 5, Е. черн., чс. / TSP 5, **
Коэфф. автокорреляции / autocorrelation coefficient	0,16	-0,02	0,43	0,41	0,08

Application: * – drained birch forest of rivulet-large-grass type; ** – pure-grass blueberry spruce forest type.

Рисунок 4 – Усреднённый прирост древесины берёзы на опытных объектах
Figure 4 – Average growth of birch wood on experimental objects



2018 годы (рисунок 4). Усреднённый прирост древесины здесь снизился на 0,1 см за весь отмеченный период наблюдений, который составляет 12 лет. ДревоСТОИ в межканальном положении характеризуются более плавными радиальными приростами без установленных сильных скачков роста древесины, при этом снижение прироста также составляет 0,1 см за отмеченный период роста (12 лет).

В березняках, растущих на территории бывшей торфоразработки, усреднённый прирост древесины снизился заметнее (в два раза) как в приканальном, так и в межканальном положениях. Березняки, растущие вблизи осушительного канала, характеризуются большим количеством флуктуаций усредненного прироста древесины. В контрольном древостое установлено наименьшее снижение усреднённого прироста древесины берёзы (< 0,1 см за отмеченный период роста).

С 2008 по 2012 годы радиальные приросты деревьев берёзы, растущих на территории бывшей торфоразработки, на 34 % выше относительно древостоев на минеральных почвах. В насаждениях, растущих вблизи канала, прирост за выделенный период несколько ниже (на 6 %), чем в древостоях, расположенных в центре осушаемого пространства (таблица 5).

Начиная с 2013 по 2017 годы наибольший радиальный прирост выявлен в древостоях на ВПП 1. В насаждениях, вегетирующих на территории бывшей торфоразработки, установлены идентичные значения приростов за пять лет как в приканальной, так и в межканальной дислокациях березняков. В контрольном древостое показатель усреднённого прироста древесины за выделенное пятилетие на 28 % меньше, чем в среднем в древостоях на бывших хозяйственных угодьях.

Наибольший радиальный прирост древесины берёзы за период с 2018 по 2022 годы определён в приканальном положении на бывших агроугодьях, который выше на 8 %, чем в древостое, расположенном в межканальном положении. В целом за этот временной период приросты древесины на 24 % выше в насаждениях на бывших хозяйственных угодьях относительно контрольного древостоя.

По результатам составления таблицы сортиментного распределения древесины необходимо сказать об отсутствии крупной категории деловой древесины на всех опытных объектах (таблица 6). Во всех берёзовых древостоях на бывших хозяйственных угодьях превалирует мелкая категория древесины, составляющая в среднем 64 %. Категории средней крупности не было установлено в межканальном положении березняка, растущего на бывших агроугодьях. В контрольном древостое доминирует средняя категории деловой древесины при наибольшем процентном количестве деловой древесины из всех ВПП.

В приканальном положении древостоя, расположенного вблизи посёлка Фетинино, деловой древесины на 55 м³ (31 %) больше, чем в межканаль-

Таблица 5 – Суммы приростов древесины по пятилетиям (см)
Table 5 – Sum of wood increments by five-year periods (sm)

Временной диапазон / Time range	ВПП 1 / TSP 1	ВПП 2 / TSP 2	ВПП 3 / TSP 3	ВПП 4 / TSP 4	ВПП 5 / TSP 5
2022 – 2018	1,72	1,58	1,14	1,03	1,04
2017 – 2013	1,98	1,66	1,53	1,53	1,21
2012 – 2008	-	-	2,04	1,91	1,30

ном положении. Схожая ситуация наблюдается в березняке на территории бывшей торфоразработки, где в насаждениях вблизи канала количество деловой древесины на 55 м³ (26 %) больше, относительно центра осушаемого пространства.

Выводы. Опытные древостои представлены высокобонитетными на-

саждениями в возрастном диапазоне 14–20 лет для березняков на бывших хозяйственных угодьях и контрольным фитоценозом со средним возрастном главной породы в 31 год. Средний диаметр берёзовых деревьев в приканальном положении выше, чем в центре осушаемого пространства: на 28 % в насаждениях на бывших агроугодьях и

на 9 % в березняке, расположенном на территории бывшей торфоразработки.

Отмечено превалирование диаметров берёзовых деревьев на бывших хозяйственных угодьях до 16 см, в процентном отношении составляющее 73 % от всех значений диаметров березняков. В контрольной древостое наибольшей распространённостью характеризуются древесные стволы в ступенях толщины 20 и 24 см (23 и 27 % соответственно). Во всех опытных березняках распределение по естественным ступеням толщины соответствует нормальному (по А. В. Тюрину).

В приканальном положении березняка, растущего на территории бывших агро-угодий, усреднённый прирост древесины снизился на 0,1 см за 12 лет. В березняках, растущих на территории бывшей торфоразработки, усреднённый прирост древесины снизился заметнее (на 0,2 см) как в приканальном, так и в межканальном положениях.

С 2008 по 2012 годы радиальные приросты деревьев берёзы, растущих на территории бывшей торфоразработки, на 34 % выше относительно древостоев на минеральных почвах. С 2018 по 2022 годы приросты древесины березы на 24 % выше в насаждениях на бывших хозяйственных угодьях, относительно контрольного древостоя.

В сортиментной структуре опытных березняков отсутствует деловая древесина категории «крупная» на всех временных пробных площадях. В древостоях на бывших хозяйственных угодьях отмечено превалирование деловой древесины «мелкой» категории, которая, в среднем, составляет 64 %. В контрольном объекте превалирует «средняя» категория деловой древесины. Согласно распределению деревьев по относительным ступеням толщины, лучший результат отмечен в березняке (приканальное положение) после проведения торфоразработок.

Таблица 6 – Сортиментная структура опытных березняков
Table 6 – Assortment structure of experimental birches

Номер ВПП, Дислокация / TSP number, dislocation	Древесная порода / Wood species	Разряд высот / Height class	Объём древесины на корню / Volume of standing wood	Деловая древесина по категориям крупности, % / Merchantable timber by size categories, %			Сырье для технологической переработки / Raw material for technological process	Дрова топливные / Firewood	Отходы / Waste
				средняя / medium	мелкая / small	итого / total			
				% $\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2}$	% $\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2}$	% $\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2}$			
1, ПК 1, CS	Б (B)	III	213	24 51	60 128	84 179	2 4	3 6	11 23
2, МК 2, BC	Б (B)	IV	165	-	75 124	75 124	9 15	4 7	12 20
3, МК 3, BC	Б (B)	III	186	24 45	60 112	84 156	2 4	3 6	11 20
4, ПК 4, CS	Б (B)	III	252	24 60	60 151	84 212	2 5	3 8	11 28
5, К 5, Control	Б (B)	I	200	66 132	21 42	87 174	-	3 6	10 20
	Е (S)	II	47	-	83 39	83 39	2 1	3 1	12 6
	О (A)	II	23	57 13	12 3	69 16	19 4	1 0	11 2

Список источников:

1. Волова А.В. Различия в макроструктуре древесины между формами березы повислой (*Betula pendula* roth.) // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2020: В 2-х томах (Архангельск, 13–17 апреля 2020 г.) / Сост. Ю. С. Кузнецова. Том 2. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2020. С. 82–86.
2. Выращивание древесных насаждений на постагрогенных землях: учебное пособие / Д.А. Данилов, А.В. Жигунов, А.Н. Красновидов [и др.]. С.-Пб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 104 с.
3. Иванов Е.А., Крылов И.А., Данилов Д.А. Особенности восстановления фитоценозов на постагрогенных землях // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: матер. VIII Всеросс. науч.-техн. конф. (Санкт-Петербург, 24–26 мая 2023 г.). С.-Пб.: СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, 2023. С. 420–422.
4. Марковская А.Н. Особенности лесовозобновительных процессов на постагрогенных землях // Актуальные науч-

References:

1. Volkova A.V. Differences in the macrostructure of wood between the forms of hanging birch (*Betula pendula* roth.) // Lomonosov scientific readings of students, postgraduates and young scientists – 2020: In 2 volumes (Arkhangelsk, April 13–17, 2020) / Comp. Yu. S. Kuznetsova. Vol. 2. Arkhangelsk: M.V. Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, 2020. P. 82–86. (In Russ.).
2. Danilov D.A., Zhigunov A.V., Krasnovidovo A.N. et al. Cultivation of tree plantations on postagrogenic lands: a textbook. St.-Pb.: Publishing House of the Polytechnic University, 2016. 104 p. (In Russ.).
3. Ivanov E.A., Krylov I.A., Danilov D.A. Features of restoration of phytocenoses on postagrogenic lands // Forests of Russia: politics, industry, science, education: mater. VIII All-Russian Scientific and Technical conf. (St. Petersburg, May 24–26, 2023). St.-Pb.: St. Petersburg State Technical University named after S.M. Kirov, 2023. P. 420–422. (In Russ.).
4. Markovskaya A.N. Features of reforestation processes on postagrogenic lands. Actual scientific research in the modern world. 2021;5-10(73):126–130. (In Russ.).

ные исследования в современном мире. 2021. № 5–10(73). С. 126–130.

5. Новосёлова Н.Н., Залесов С.В., Магасумова А.Г. Формирование древесной растительности на бывших сельскохозяйственных угодьях: монография. Екатеринбург: УГЛТУ, 2016. 106 с.

6. Третьяков С.В. Полевой лесотаксационный справочник: научное издание / Под общ. ред. С.В. Третьякова, С.В. Ярославцева, С.В. Коптева. Архангельск: САФУ, 2016. 245 с.

7. Формирование лесного фитоценоза на начальной стадии восстановительной сукцессии на постагrogenных территориях / А.А. Яковлев, Д.А. Данилов, Т.А. Герасимова, З.Л. Черногуз // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2023. № 63. С. 278–280.

8. Хакимова Ф.Х., Хакимов Р.Р., Носкова О.А. Молодая древесина ели и березы – полноценное сырье для целлюлозно-бумажной промышленности // Химия растительного сырья. 2018. № 3. С. 261–270.

9. Biomass productivity, forest stability, carbon balance, and soil transformation of agricultural land afforestation: A case study of suitability of native tree species in the submontane zone in Czechia / Jan Cukor, Zdeněk Vacek, Stanislav Vacek, Rostislav Linda, Vilém Podrázský // CATENA. Vol. 210. 2022. 105893. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105893>.

10. Impacts of historical land use on forest soil properties in the hemiboreal forest zone / O. Nikodemus, B. Dirnēna, E. Bārdiņa, V. Bērziņš, G. Brūmelis, I. Kukuļs, R. Kasparinskis // Latvia Geoderma Regional. Vol. 31. 2022. e00574. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2022.e00574>

11. Recent Forest on abandoned agricultural land in the boreonemoral zone – Biodiversity of plants and fungi in relation to historical and present tree cover / Björn Nordén, Siri Lie Olsen, Solveig Haug, Graciela Rusch // Forest Ecology and Management. Vol. 489. 2021. 119045. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119045>.

12. Soil fungal diversity of birch plantations on former agricultural land resembles naturally regenerated birch stands on agricultural and forest land / Reimo Lutter, Taavi Riit, Ahto Agan, Elisabeth Rähn, Arvo Tullus, Reeno Sopp, Katri Ots, Marju Kaivapalu, Kristjan Täll, Tea Tullus, Leho Tedersoo, Rein Drenkhan, Hardi Tullus // Forest Ecology and Management, Vol. 542. 2023. 121100. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121100>.

Информация об авторах:

Попов Олег Сергеевич, аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» (Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17), popovoleg81@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2464-1729.

Третьяков Сергей Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, руководитель «Центра исследования лесов» высшей школы естественных наук и технологий, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» (Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17), s.v.tretyakov@narfu.ru, ORCID: 0000-0001-5982-3114.

Новосёлов Анатолий Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры географии и рационального природопользования, ФГБОУ ВО «ВоГУ» (Российская Федерация, 160000, г. Вологда, ул. Ленина, 15), AnSer-RockBard@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6907-0424.

Вклад авторов: все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе результатов исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

5. Novoselova N.N., Zalesov S.V., Magasumova A.G. Formation of woody vegetation on former agricultural lands: monograph. Yekaterinburg: UGLTU, 2016. 106 p. (In Russ.).

6. Tretyakov S.V. Field forestry reference book: scientific publication. Eds. of S.V. Tretyakov, S.V. Yaroslavtsev, S.V. Koptev. Arkhangelsk: SAFU, 2016. 245 p. (In Russ.).

7. Yakovlev A.A., Danilov D.A., Gerasimova T.A., Chernoguz Z.L. Formation of the forest phytocenosis at the initial stage of restoration succession on postagrogenic territories. Actual problems of the forest complex. 2023;63:278-280. (In Russ.).

8. Khakimova F.H., Khakimov R.R., Noskova O.A. Young spruce and birch wood – a full-fledged raw material for the pulp and paper industry. Chemistry of vegetable raw materials. 2018; 3:261-270. (In Russ.).

9. Cukor Jan, Vacek Zdeněk, Vacek Stanislav et al. Biomass productivity, forest stability, carbon balance, and soil transformation of agricultural land afforestation: A case study of suitability of native tree species in the submontane zone in Czechia. Catena. 2022;210:105893.

10. Nikodemus O., Dirnēna B., Bārdiņa E. et al. Impacts of historical land use on forest soil properties in the hemiboreal forest zone. Latvia Geoderma Regional. 2022;31:e00574.

11. Nordén Björn, Olsen Siri Lie, Haug Solveig, Rusch Graciela. Recent Forest on abandoned agricultural land in the boreonemoral zone – Biodiversity of plants and fungi in relation to historical and present tree cover. Forest Ecology and Management. 2021;489:119045. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119045>.

12. Lutter Reimo, Riit Taavi, Agan Ahto et al. Soil fungal diversity of birch plantations on former agricultural land resembles naturally regenerated birch stands on agricultural and forest land. Forest Ecology and Management. 2023;542:121100. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121100>.

Information about the authors:

Popov Oleg Sergeevich, Postgraduate student of the Department of forestry and forest management, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Russian Federation, 163002, Arkhangelsk, Northern Dvina embankment, 17), popovoleg81@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2464-1729.

Tretyakov Sergey Vasilevich, Doctor of Science in Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Forestry and Forest Inventory, Head of the Forest Research Center of the Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Russian Federation, 163002, Arkhangelsk, Northern Dvina embankment, 17), s.v.tretyakov@narfu.ru, ORCID: 0000-0002-6907-0424.

Novoselov Anatoly Sergeevich, Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor of the Department of Geography and Environmental Management, VSU (Russian Federation, 160000, Vologda, Lenin str., 15), AnSer-RockBard@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6907-0424.

Contribution of the authors: all the authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of the results of the study.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interests.



**Максим Сергеевич
КИСЛЯКОВ,**
генеральный директор
ЗАО «Самара-Солана»



Полив посадок установкой BAUER «Centerliner CLE»



Качественный семенной картофель – только на современном орошении!

На протяжении почти тридцати лет российско-германское предприятие ЗАО «Самара-Солана» обеспечивает сельхозтоваропроизводителей в России и ближнем зарубежье качественным семенным картофелем. Несмотря на то, что официально компания была зарегистрирована в августе 1996 года годом создания ЗАО «Самара-Солана» можно считать 1995-й, когда в Ставропольском районе Самарской области на базе совхоза имени Луначарского при участии немецких партнеров из селекционной компании «Солана» и голландской компании «АГТ Системс» при активной поддержке администрации Самарской области стартовал первый проект по производству качественного семенного картофеля. Ключевую роль при этом сыграла немецкая компания «Солана», обладающая богатейшим опытом в селекции и славящаяся традициями производства семенного картофеля.

Конечно, процесс становления компании не был лёгким и гладким: требовалось обучить персонал работе по европейским стандартам, построить склады, приобрести необходимую технику, внедрить современные методики возделывания картофеля и, наконец,

познакомить российских сельхозтоваропроизводителей с новыми для них сортами из Германии и Голландии. Была проделана масштабная работа по всем направлениям развития, были взлеты и падения, но это закаляло и развивало компанию. Ежегодные Дни поля, с размахом проводимые в ЗАО

«Самара-Солана», посетили тысячи заинтересованных лиц. Благодаря высоким урожаям, качеству производимой продукции, открытости и поддержке своих клиентов ЗАО «Самара-Солана» стала серьёзным надёжным партнёром и работодателем. За относительно короткий промежуток времени Самар-



В перспективе ЗАО «Самара-Солана» планирует расширить свою деятельность в области селекции. Новые сорта картофеля селекционеры испытывают на наших полях в рамках опытного разведения. Компания успешно продолжает выбранный курс на локализацию полного цикла производства, чтобы исключить возможные санкционные риски и зависимость от поставок исходного и оригинального семенного материала.



ский регион вышел на лидирующие позиции по производству семенного картофеля в России. И по сегодняшний день картофель селекции компании «Солана» хорошо знают и выращивают на всей территории страны, от Калининграда до Камчатки.

Главной задачей компании остаётся производство высококачественного семенного материала. В линейке семенного картофеля, производимого ЗАО «Самара-Солана», представлен большой ассортимент сортов различных направлений использования, сроков созревания, предназначенных для разных климатических зон: столовые универсальные, для производства чипсов, картофеля фри, крахмала, очень ранние, среднеранние и поздние. Такие сорта, как Розара, Фелокс, Королева Анна, Ароза, Зекура, Ред Леди, Лабелла и Родрига отлично зарекомендовали себя на российском рынке и представлены в самых различных регионах. Партнерами компании являются как небольшие фермерские хозяйства, так и крупные агрохолдинги. Качество полученного материала полностью соответствует требованиям ГОСТ.

В перспективе ЗАО «Самара-Солана» планирует расширить свою деятельность в области селекции. Новые сорта картофеля селекционеры испытывают на наших полях в рамках опытного разведения. Наиболее подходящие для российских условий регистрируются в реестре Госсорткомиссии. Компания сотрудничает также с российскими лабораториями по микроклональному размножению. Компания



**Клубень сорта
Королева Анна**



успешно продолжает выбранный курс на локализацию полного цикла производства, чтобы исключить возможные санкционные риски и зависимость от поставок исходного и оригинального семенного материала.

В настоящий момент семенной картофель ЗАО «Самара-Солана» поставляется почти в 40 регионов России и ближнего зарубежья, динамично развивается год от года, расширяя свое лицензионное производство и оказывая консультативную и технологическую поддержку клиентам, чтобы полностью обеспечить потребности рынка России в качественном мате-

риале высоких репродукций. Сотрудники всегда рады помочь с выбором сортов, предоставить консультации по особенностям возделывания, организовать агрономическое сопровождение.

Самарская область относится к зоне рискованного земледелия с низким уровнем осадков, что делает проблематичным выращивание картофеля. Современное производство требует постоянного совершенствования, в частности, внедрения современных систем орошения. С этой целью ЗАО «Самара-Солана» наладило плодотворное сотрудничество с ООО «Регионинвестагро» (г. Волгоград), являющимся дилером фирмы «Bauer» из Австрии, известной во всём мире как один из лучших производителей дождевальных машин.

Первая поставка состоялась в 2013 году, когда была получена фронтальная установка Bauer Centerliner CLS с водозабором из канала. Убедившись в надёжности и эффективности этой системы, в 2016 году компания приобрела у ООО «Регионинвестагро» вторую Bauer Centerliner CLS. В 2022 году специалисты этой компании осуществили поставку и монтаж Bauer Centerliner 9000 CLE, длиной 395 метров с подводящей полиэтиленовой трубой диаметром 200 мм. Особо нужно сказать об усовершенствованной модели Bauer Centerliner 9000 CLS. Она обладает инновационными характеристиками: лёгкостью и точностью управления, прочностью и экономичностью. Все комплектующие: от подающей трубы до сальников и кронштейнов – усовершенствованы и оптимизированы. К передвижным башням добавлены новые элементы для улучшения электропередачи, лёгкости монтажа и удобства управления. Преимущества данной дождевальной машины в том, что при эксплуатации этой установки не требуется интенсивных трудозатрат и можно обеспечивать орошение от 13 до 130 гектаров из одного источника воды. Неоспоримым преимуществом этой модели является способность установки осуществлять полив в двух режимах – в линейном и круговом, при этом смена режимов происходит автоматически, без участия оператора.

Благодаря такой технике компания добивается высоких и стабильных урожаев, практически независимо от погодных условий (а они в Самарской области обычно непростые). Так, в 2023 году на орошаемых полях ЗАО «Самара-Солана» на гектар в среднем получено 400 центнеров картофеля. Под орошением также выращиваются соя и кукуруза.



Цветение картофеля



Плеяда талантливых ученых



Академик РАН, профессор,
доктор сельскохозяйственных
наук **ГОРЛОВ Иван Федорович**

*15 и 25 января
2024 года
отпраздновали
свои юбилеи*

Член-корреспондент РАН, профессор,
доктор биологических наук
СЛОЖЕНКИНА Марина Ивановна



В связи с этим событием в г. Волгограде состоялось расширенное заседание Ученого Совета Поволжского НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, в работе которого приняли участие руководители ВолгГТУ, ВолГАУ, КалмГУ им. Б.Б. Городовикова, ФНЦ агроэкологии РАН, ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» и др.

Трудно переоценить вклад Ученого с большой буквы – **Ивана Федоровича ГОРЛОВА**. Имя его связывают с выведением впервые в России новой мясной породы крупного рогатого скота – «Русская комолая» – путем сложных селекционных приемов на основе известных безрогих образцов британских абердин-ангуссов и скота калмыцкой породы. Сельхозтоваропроизводители любят эту мясную породу за качественное диетическое мясо, которое продается по высокой цене.

При выведении нового типа эдильбаевских овец также был получен хороший результат: данная порода отличается быстрым ростом молодняка, устойчивостью к жестким природно-климатическим условиям и повышенной мясной продуктивностью по сравнению с местной разновидностью.

Инновационные разработки И.Ф. Горлова имеют сегодня широкое практическое применение в производстве и переработке сельхозпродукции.

И.Ф. Горлов создал свою научную школу, под его научным руководством выполнены и защищены 40 докторских и более 100 кандидатских диссертаций.

17 лет И.Ф. Горлов руководил ГНУ НИИММП, ему удалось сплотить вокруг себя коллектив единомышленников. Он определил перед исследователями Института направление: науку надо двигать через тесную связь с хозяйствами и перерабатывающими предприятиями, четко наладить связь науки с производством.

В 2015 году руководителем Института стала **СЛОЖЕНКИНА Марина Ивановна**, которая также имеет научную школу. Под ее руководством защищены 27 кандидатских и 4 докторских диссертаций.

Под руководством и наставничеством талантливых, выдающихся ученых, академика и члена-корреспондента РАН ГНУ НИИММП в настоящее время является одним из научных институтов, где комплексно подходят к решению вопроса производства сельхозпродукции по системе «от поля до прилавка», осуществляют разработку ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий производства продукции животноводства. Учеными ГНУ НИИММП разработаны новые подходы к реализации молекулярно-генетических методов в производстве животноводческой продукции и повышению уровня биоконверсии кормов в производстве социально значимых пищевых товаров. Оптимизированы системы кормления животных с использованием новых кормовых средств, в том числе впервые применены нетрадиционные корма и инновационные белково-минерально-витаминные комплексы.

*Уважаемые Иван Федорович
и Марина Ивановна!*

Примите наши самые теплые поздравления!!!

Пусть накопленный жизненный опыт, мудрость старшего поколения и неиссякаемая творческая энергия молодого гармонично переплетаются, взаимно обогащают друг друга, помогают в достижении новых высот и способствуют процветанию науки!



Правила направления, рецензирования и опубликования научных статей в журнале «Орошаемое земледелие»

1. Редакция журнала в своей деятельности руководствуется принципами научности, объективности, профессионализма и беспристрастности, опирается на рекомендации и стандарты Committee on Publication Ethics (COPE).

2. К опубликованию принимаются статьи, соответствующие научным специальностям и отраслям науки журнала, требованиям к оформлению публикации, прошедшие проверку по всем коллекциям в системе Antiplagiat.ru (<https://antiplagiat.ru/>), процедуру двустороннего слепого рецензирования и получившие рекомендацию к публикации на заседании редакционной коллегии журнала. Допустимый объем цитирований (корректного правомерного заимствования) – не более 30 % от общего объема статьи.

3. Электронная версия статьи направляется в редакцию журнала по электронному адресу oz.vniioz@yandex.ru.

Требования к оформлению статей

1. Оформление статьи должно соответствовать Межгосударственным и национальным стандартам Российской Федерации по издательскому делу.

2. Количество авторов в статье – не более четырёх.

3. Объем статьи – 10-12 тыс. знаков с пробелами.

4. Структура статьи (на русском и английском языках):

4.1. УДК (<http://teacode.com/online/udc/>).

4.2. Заголовок (буквы прописные, шрифт полужирный).

4.3. Инициалы и фамилия, учёная степень, учёное звание, должность, электронная почта, ORCID автора(-ов).

4.4. Место работы с указанием адреса автора(-ов).

4.5. Информация о финансовой поддержке, благодарности (при наличии).

4.6. Аннотация (200-250 знаков).

4.7. Ключевые слова / Key words (не более 10).

4.8. Введение / Introduction.

4.9. Материалы и методы / Materials and Methods.

4.10. Результаты и обсуждение / Results and Discussion.

4.11. Заключение / Conclusions.

4.12. Библиографический список / Bibliographic list.

5. Статья набирается в текстовом процессоре Microsoft Word со следующими установками: формат А4, ориентация книжная, поля страницы – 2,0 см. Стиль обычный. Размер шрифта – 14 пт. Межстрочный интервал для текста и таблиц – одинарный, абзацный отступ – 1,25 см, режим выравнивания – по ширине.

6. Таблицы и рисунки (схемы, фотографии, графики) встраиваются в текст статьи и не должны выходить за поля страницы. Таблицы должны иметь заголовки, размещаемый над табличным полем, а рисунки – подрисовочные подписи. При наличии в статье нескольких таблиц или рисунков их нумерация обязательна. Формат рисунков «.jpg», разрешение рисунков не ниже 300 dpi.

7. Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Word.

8. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Количество источников – не менее 12, в том числе отражающие зарубежные исследования. Библиографические ссылки в тексте статьи приводятся в квадратных скобках в соответствии с библиографическим списком, составленным в алфавитном порядке. Самоцитирование не более 30 %.

9. Авторы статьи должны раскрывать любой финансовый или другой существенный конфликт интересов, который мог бы быть истолкован как влияющий на результаты оценки их статьи. Все источники финансовой поддержки должны быть раскрыты (например, «Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов»; «Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № ...»; «Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № ...»).

10. Авторы статьи должны указывать авторский вклад (например, «Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования»).

