

ISSN 2618-8279

Сельскохозяйственный научно-производственный журнал

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

№ **4** (43)
декабрь 2023



ЗОЛОТО ОСЕНИ
стр. 5



**СТАБИЛЬНО ВЫСОКАЯ
УРОЖАЙНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР – ТОЛЬКО
ПРИ ОРОШЕНИИ!**
стр. 60

**№4 (43) декабрь 2023 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 результатов 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 Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) Полные тексты статей и информация о журнале доступны на сайте электронной научной библиотеке e-LIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru> и на сайте журнала <https://vniioz.ru> Научным статьям присваивается DOI.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № 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://aupi.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, 2023

©ВНИИОЗ, 2023

Главный редактор:

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Балгабаев Н. Н., академик Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, д-р с.-х. наук (Республика Казахстан)
Василюк Д. И., канд. с.-х. наук
Дубенок Н. Н., академик РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Жевора С. В., д-р с.-х. наук
Кружилин И. П., академик РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Кулик К. Н., академик 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., академик РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Семенов С. Я., д-р с.-х. наук, проф.
Тютюма Н. В., чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук
Якушев В. П., академик 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., академик РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Зеленев А. В., д-р с.-х. наук
Комаров Е. В., канд. биол. наук
Комарова О. П., канд. с.-х. наук
Кружилин И. П., академик РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Кулик К. Н., академик 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., академик РАН, д-р с.-х. наук, проф.
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
Семенов 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., канд. биол. наук
Храмова В. Н., д-р биол. наук, проф.
Цепляев А. Н., д-р с.-х. наук, проф.
Щедрин В. Н., академик РАН, д-р техн. наук, проф.
Юферев В. Г., д-р с.-х. наук
Якушев В. П., академик РАН, д-р с.-х. наук, проф.

No. 4 (43) December 2023**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 sciences);
- 4.1.6.** Silviculture, forestry, forest plantation, agroforestry, landscaping, forest pyrology and taxation (agricultural sciences).

The journal is included in the Russian Science Citation Index (RSCI).

Full texts of articles and information about the journal are available on the website of the electronic scientific library e-LIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru> and on the magazine's website <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", 4 00001, 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, 2023

©VNIIOZ, 2023

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.
Likhatchevich 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., Prof.
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.
Likhatchevich 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.
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., Cand. 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

Золото осени
А.Е. Новиков, А.А. Новиков _____ 5

Растениеводство

Особенности применения малообъемного орошения для выращивания саженцев плодовых культур в условиях различных природно-климатических зон России
Н.Н. Дубенок, Е.С. Калмыкова, А.В. Гемонов _____ 7

Оценка коллекционных образцов веничного сорго по хозяйственно-ценным признакам
В.Н. Титов, В.И. Степанченко, Ю.В. Бочкарева _____ 11

Влияние досвечивания, стимуляторов роста и влажности в камере сращивания на корнеобразование привитой рассады
П.С. Маликова, О.Г. Гиченкова, Ю.А. Лаптина _____ 16

Влияние сроков сева на многопочатковость кукурузы в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия
М.А. Базгиев, З.М. Цицкиев, А.И. Бузуртанов, К.Ш. Бадургова _____ 20

Кормопроизводство

Ретроспективный анализ сортов сои южного экотипа в обеспечении линейки сбалансированного питания
Л.Н. Медведева, И.Г. Бондарик _____ 24

Влияние микробиологических препаратов на продуктивность посевов эспарцета разных лет жизни в условиях орошения
Н.В. Тютюма, С.В. Земляницына _____ 33

Возделывание пайзы в короткоротационных севооборотах в условиях Нижнего Поволжья
В.С. Плаксина, Т.В. Родина, Ю.В. Бочкарева _____ 37

Техника и технологии

Способы сохранения кавитационного запаса центробежных и осевых насосов мелиоративных систем независимо от колебаний уровня воды в водоисточнике
В.В. Трушев, Д.В. Николаенко, С.А. Тарасьянц, Ю.С. Уржумова _____ 41

Коэффициенты гидравлических сопротивлений сопла и диффузора в струйных аппаратах
А.М. Погода, Ю.С. Уржумова, Е.П. Боровой, С.А. Тарасьянц _____ 49

Режим орошения зернобобовых культур при различных способах полива на мелкоконтурных участках в Поволжье
В.А. Шадских, В.Е. Кизжаева, Ю.А. Лукашунас _____ 55

Производственная экспертиза

Стабильно высокая урожайность – только при орошении!
С.А. Абдугалиев _____ 60

События, даты, факты

Золотой юбилей Городищенской оросительной станции _____ 62

CONTENT:

Without format

Autumn Gold
A.E. Novikov, A.A. Novikov _____ 5

Crop production

Features of the use of low-volume irrigation for growing seedlings of fruit crops in various natural and climatic zones of Russia
N.N. Dubenok, E.S. Kalmykova, A.V. Gemonov _____ 7

Assessment of collection samples of broom sorgum by economically valuable characteristics
V.N. Titov, V.I. Stepanchenko, Yu.V. Bochkareva _____ 11

The effect of additional illumination, growth stimulators and humidity in the splicing chamber on the root formation of grafted seedlings
P.S. Malikova, O.G. Gichenkova, Yu.A. Laptina _____ 16

The influence of sowing dates on the multi-tillage of corn in the conditions of the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia
M.A. Bazgiev, Z.M. Tsitskiev, A.I. Buzurtanov, K.Sh. Badurgova _____ 20

Feed production

Retrospective analysis of soybean varieties of the southern ecotype in providing a balanced nutrition line
L.N. Medvedeva, I.G. Bondarik _____ 24

The effects of microbiological preparations on the productivity of sainfoin crops in different years of life under irrigation conditions
N.V. Tyutyuma, S.V. Zemlyanitsyna _____ 33

Cultivation of paiza in short-rotation crop rotations in the conditions of the Lower Volga region
V.S. Plaksina, T.V. Rodina, Yu.V. Bochkareva _____ 37

Technics and technology

Methods for preserving the cavitation reserve of centrifugal and axial pumps of reclamation systems, regardless of fluctuations in the water level in the water source
V.V. Trushev, D.V. Nikolaenko, S.A. Tarasyants, Yu.S. Urzhumova _____ 41

Coefficients of hydraulic resistances of the nozzle and diffuser in jet devices
A.M. Pogoda, Yu.S. Urzhumova, E.P. Borovoy, S.A. Tarasyants _____ 49

Irrigation regime of leguminous crops with various irrigation methods on small contour plots in the Volga region
V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, Y.A. Lukashunas _____ 55

Production expertise

Consistently high yields – only with irrigation!
S.A. Abdugaliyev _____ 60

Events, dates, facts

Golden jubilee of Gorodishchenskaya irrigation station _____ 62



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



💧💧 В конкурсе «За эффективное информационно-консультационное обеспечение АПК» одну из золотых медалей получил коллектив авторов журнала "Орошаемое земледелие" 💧💧

Золото осени

Осень не только рисует великолепные картины природы, но и дарит возможность испытать радость от проделанного труда, подвести итоги текущего сельскохозяйственного года, осмыслить, изучить собственный опыт, достижения своих коллег и наметить перспективы на будущее.

С 4 по 7 октября этого года в Москве прошла юбилейная 25-я агропромышленная выставка «Золотая осень-2023» – ключевое событие в российском АПК, где были представлены главные достижения в области растениеводства и животноводства, технического и научного обеспечения АПК России.

В этом году площадкой проведения выставки впервые стал Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, старейшее и всемирно известное высшее аграрное учебное заведение России. За более чем 155-летнюю историю в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева сформировались передовые российские научные школы, ученые и педагоги которых составили

славу отечественной сельскохозяйственной науки и высшего аграрного образования. Университет с честью выполняет свою историческую миссию и сегодня остается лидером российского аграрного образования.

Гостеприимно распахнул свои двери университет агропромышленной выставке, которая в общей сложности занимала 12 тыс. кв. метров в учебных корпусах и на его открытых площадках принимало участие 100 экспонентов – регионов и организаций агропромышленного комплекса.

Всероссийский НИИ орошаемого земледелия – уже более 20 лет традиционно участвует в работе Российской агропромышленной выставки. За время ее проведения результаты исследований ученых института неоднократно были отмечены наградами. В этом году труд ученых был отмечен шестью медалями.

Из них **три золотые** по следующим отраслевым конкурсам.

Конкурс «**За успешное внедрение инноваций в сельском хозяйстве**» в но-

минации «Инновационные разработки в области мелиорации» за разработку «Комплексной технологии водосбережения и сохранения плодородия орошаемых земель с применением вододерживающих сорбентов». **Коллектив авторов:** член-корр., д.т.н. Новиков А.Е., д.с.-х.н. Цепляев А.Н., к.т.н. Цепляев В.А., д.с.-х.н. Семененко С.Я., Непокрытый Р.А., Куприянов А.А.

Применение сорбента в агротехнологиях позволяет более эффективно использовать оросительную воду растениями, что обусловлено локализацией влаги в прикорневой зоне и снижением испарения в жаркие дни.

Для реализации процесса посадки клубней картофеля с одновременным локальным внесением гидросорбента и удобрений в рядок ниже дна посевной борозды разработан специализированный посевной агрегат (патент №2798920, опубл. 28.07.2023), позволяющий оптимизировать ресурсозатраты при возделывании данной культуры.

Конкурс «За эффективное информационно-консультационное обеспечение АПК» в номинации «Разработка, выпуск и доведение до потребителей (сельскохозяйственные производители, организации, предприятия АПК, образовательные и научные организации) журналов, газет по агропромышленной тематике» за выпуск журнала «Орошаемое земледелие». **Коллектив авторов:** член-корр., д.с.-х.н., проф. Мелихов В.В., член-корр., д.т.н. Новиков А.Е., д.с.-х.н. Новиков А.А., к.с.-х.н. Васильюк Д.И., Черников В.И.

Сельскохозяйственный научно-производственный журнал «Орошаемое земледелие» основан в 2013 году. Выходит ежеквартально. Размещается на платформе e-LIBRARY.RU, индексируется в РИНЦ. Включен в электронный каталог Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки и в библиографическую базу данных АГРОС. С 2013 года вышел в свет 41 номер, общим тиражом более 40 000 экземпляров. В 2022 году журнал «Орошаемое земледелие» включен в Перечень ВАК.

Конкурс «За эффективное информационно-консультационное обеспечение АПК» в номинации «Разработка, выпуск и доведение до потребителей (сельскохозяйственные производители, организации, предприятия АПК, образовательные и научные организации) изданий (научные, научно-практические, производственно-практические, нормативные, инструктивно-методические, справочные, информационные, периодические издания, учебные пособия) по агропромышленной тематике» за цикл монографий, посвященных исследованию водного режима и биопродуктивности лиманных лугов Нижней Волги. **Коллектив авторов:** член-корр., д.т.н. Новиков А.Е., д.с.-х.н. Мамин В.Ф.

Сформулированная теория управления водным режимом и составом фитоценозов, предопределенная выдвинутой ВНИИОЗ агроэкологической концепцией мелиорации лиманов, позволила разработать новые принципы водопользования и конструирования технологий поверхностного и коренного их улучшения. Реализация этих новых методов обеспечивает максимально возможное использование кормового потенциала лиманных лугов и достижения стабильного уровня их хозяйственной урожайности 4,0-4,5 т/га сена при однократном поливе затоплением.

Две серебряные медали получены по следующим отраслевым конкурсам:

«За успешное внедрение инноваций в сельском хозяйстве» в номинации «Инновационные разработки в области животноводства» за разработку «Технологии интенсификации прудового рыболовства: инновации в биосферном мо-

нитинге и биоремедиации». **Коллектив авторов:** член-корр., д.с.-х.н., проф. Мелихов В.В., д.э.н. Медведева Л.Н., Федоров А.Л., Торопов А.Ю., Московец М.В.

Более 20 лет ученые ВНИИОЗ изучают различные аспекты мониторинга водоемов, интенсификации рыбоводных прудов. Разработанные биотехнологии на основе использования микроводоросли *Chlorella vulgaris* обеспечивают оздоровление водоемов, что способствует увеличению содержания кислорода в воде и сохранению рыбных запасов в прудовых хозяйствах.

За достижение высоких показателей в выращивании продукции растениеводства и повышении плодородия почв за разработку «Метод биологического мониторинга интенсивности и направленности процессов засоления / рассоления почв в орошаемых агроландшафтах на основе состава и структуры комплексов напочвенных жесткокрылых насекомых (Coleoptera, Carabidae)». **Коллектив авторов:** к.б.н. Комаров Е.В., к.с.-х.н. Комарова О.П.

Впервые предложен метод биоиндикации на основе использования доли участия индикаторных видов в структуре сообществ жуужелиц для мониторинга процессов засоления почв орошаемых агроландшафтов, в том числе и на ранних этапах их развития для своевременного проведения корректирующих мероприятий. Многолетними исследованиями энтомофауны установлено, что в районе проведения исследований общая доля галофильных видов за 40 лет сократилась практически в 10 раз, при этом ряд галофилов (*Poecilus laevicollis*, *P. nitens*, *Harpalus steveni*) полностью элиминированы из комплекса жуужелиц орошаемого агроландшафта. Учитывая данные по снижению содержания солей в пахотном слое и переходу солей в более глубокие горизонты под влиянием длительного орошения, подтверждена биоиндикационная роль жуужелиц при оценке почвенно-растительных условий в агроландшафте.

Бронзовую медаль завоевали в конкурсе «За успешное внедрение инноваций в сельском хозяйстве» в номинации «Инновационные разработки в области растениеводства» за разработку «Инновационной агроботехнологии возделывания сортов картофеля с повышенными антиоксидантными свойствами, позволяющей получать экологически безопасную продукцию при орошении в условиях Нижнего Поволжья». **Коллектив авторов:** д.с.-х.н. Новиков А.А., к.с.-х.н. Родин К.А., к.с.-х.н. Гиченкова О.Г.

Впервые для условий Нижнего Поволжья при орошении подобраны и рекомендованы к производству отечественные сорта, обладающие низ-

ким содержанием крахмала и повышенным – антиоксидантов, а также отработаны агротехнологические приемы, позволяющие поддерживать биохимический состав клубней в заданных пределах. Наибольшей продуктивностью в исследованиях характеризуется сорт Гулливер, урожайность которого в зависимости от водного режима почвы и систем защиты картофеля изменилась от 38,7 до 49,3 т/га.

ВНИИОЗ – одно из крупнейших научных учреждений Российской Федерации, реализующее задачи научного обеспечения АПК страны в области орошаемого земледелия и мелиорации земель. В 2023 году институт реорганизован и объединен с ВНИИГИМ. Образовавшийся в результате «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова» стал головным научным учреждением в области гидротехники, водного хозяйства, мелиорации и использования мелиорированных земель в различных природных зонах Российской Федерации. Мелиорация земель помогает решить проблему оптимизации естественного увлажнения, которая наблюдается на 80 % площади земель, используемых в сельском хозяйстве. Все это будет способствовать увеличению объема производства продукции растениеводства, и, что самое главное, снижению рисков, связанных с недостатком либо избытком влаги. Безусловно, что гидромелиорация без преувеличения является залогом обеспечения продовольственной безопасности и выполнения национальных проектов в сфере АПК.

В рамках агропромышленной выставки Департаментом мелиорации Министерства сельского хозяйства России проведен круглый стол «Основные направления обеспечения эффективного использования мелиоративных систем и отдельных гидротехнических сооружений в целях реализации Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации в 2023 году», что свидетельствует о высоком интересе государства к проблемам мелиорации в стране. В его работе приняли участие директор ВНИИОЗ, член-корр. РАН, д.т.н. Новиков А.Е. и заместитель директора по научной работе д.с.-х.н. Новиков А.А.

Созданный в атмосфере 25-й агропромышленной выставки позитивный настрой позволяет с оптимизмом смотреть в будущее развития мелиорации в частности, и агропромышленного комплекса, в целом.

УДК 631.674.6 (470.0)

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-1

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛООБЪЕМНОГО ОРОШЕНИЯ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ САЖЕНЦЕВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН РОССИИ

FEATURES OF THE USE OF LOW-VOLUME IRRIGATION FOR GROWING SEEDLINGS OF FRUIT CROPS IN VARIOUS NATURAL AND CLIMATIC ZONES OF RUSSIA

Н.Н. Дубенок, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ndubenok@rgau-msha.ru;

ORCID: 0000-0002-9059-9023

Е.С. Калмыкова, ассистент; K89253785829@yandex.ru;

ORCID: 0009-0006-6951-030X

А.В. Гемонов, кандидат сельскохозяйственных наук, agemonov@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-2561-8179

N.N. Dubenok, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

ndubenok@rgau-msha.ru; ORCID: 0000-0002-9059-9023

E.S. Kalmykova, Assistant, K89253785829@yandex.ru;

ORCID: 0009-0006-6951-030X

A.V. Gemonov, Candidate of Agricultural Sciences, agemonov@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-2561-8179

Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Russian State Agrarian University - Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russia

Технология выращивания посадочного материала оказывает сильное влияние на выход саженцев первого сорта, вследствие чего необходимо обращать особое внимание на факторы, воздействующие на качественные показатели саженцев. В России насчитывается 4,5 млн гектаров орошаемых сельскохозяйственных земель, из которых более 3,15 млн гектаров орошается с применением широкозахватных дождевальных машин. Применение дождевальных машин зачастую приводит к водной эрозии, так как водопотребление растений периодически изменяется ввиду различных факторов (температура воздуха и почвы, стадия роста саженцев), а при дождевании количество воды зачастую превышает впитывающую способность почвы. Это обуславливает необходимость использования гидромелиоративных систем, которые отвечают требованиям ресурсосбережения и экологической безопасности и в соответствии с эвапотранспирацией уменьшают расход воды и исключают её поверхностный сток. Этим требованиям соответствуют малообъемные методы орошения. Малообъемное орошение – совокупность перспективных методов орошения, способных создать оптимальные условия для растений. Оно обеспечивает отсутствие водной эрозии, так как подаёт соответствующее впитывающей способности почвы количество воды посредством её низко интенсивного разбрызгивания (<0,1 мм в минуту) или локальной подачи в корнеобитаемую зону. Кроме того, в сравнении с дождеванием малообъемные методы орошения в 1,5-2,0 раза сокращают расход воды. Отсутствие теоретических исследований применения данной технологии, а также неимение конкретных режимов орошения препятствуют внедрению систем малообъемного орошения в отечественный агропромышленный комплекс. В данной статье произведён анализ исследований влияния, оказываемого капельным орошением на плодовые культуры.

The technology of growing planting material has a strong influence on the yield of seedlings of the first grade, as a result of which it is necessary to pay special attention to the factors affecting the quality indicators of seedlings. There are 4.5 million hectares of irrigated agricultural land in Russia, of which more than 3.15 million hectares are irrigated using wide-reach sprinkler machines. The use of sprinklers often leads to water erosion, since the water consumption of plants periodically changes due to various factors (air and soil temperature, the stage of growth of seedlings), and when sprinkling, the amount of water often exceeds the absorbency of the soil. This necessitates the use of hydro-reclamation systems that meet the requirements of resource conservation and environmental safety and, in accordance with evapotranspiration, reduce water consumption and eliminate its surface runoff. These requirements are met by low-volume irrigation methods. Low-volume irrigation is a set of promising irrigation methods that can create optimal conditions for plants. It ensures the absence of water erosion, since it supplies the amount of water corresponding to the soil's absorbency by means of its low-intensity spraying (<0.1 mm per minute) or local supply to the root zone. In addition, in comparison with sprinkling, low-volume irrigation methods reduce water consumption by 1.5-2.0 times. The lack of theoretical studies of the use of this technology, as well as the lack of specific irrigation regimes, prevent the introduction of low-volume irrigation systems into the domestic agro-industrial complex. This article analyzes studies of the impact of drip irrigation on fruit crops.

Ключевые слова: груша, капельное орошение, малообъёмное орошение, поливная норма, саженцы, слива, сортность, черешня, яблоня.

Исследование проводится в рамках государственной программы «Эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса», утвержденной постановлением Правительства от 14 мая 2021 года №731.

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Калмыкова Е.С., Гемонов А.В. Особенности применения малообъёмного орошения для выращивания саженцев плодовых культур в условиях различных природно-климатических зон России // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 7-10. <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-1>.

Введение. На сегодняшний день одним из ключевых направлений агропромышленного комплекса РФ выступает питомниководство. Для получения обильного высокосортного урожая важную роль играет внедрение в рабочие процессы современных научно-обоснованных технологий.

Одним из процессов, требующих модернизации, является орошение. Внедрение новых ресурсосберегающих технологий позволит рационализировать использование воды, эффективно сохранять плодородие и предотвращать водную эрозию почв. Вместе с тем, важным условием выступает снижение расхода воды на единицу произведённой продукции. С учётом вышесказанного, можно выделить малообъёмное орошение как наиболее перспективный метод орошения [15].

Материалы и методы. Термин «малообъёмное орошение» обобщает такие методы, как внутрипочвенное и капельное орошение, синхронное, подкормочное и мелкодисперсное импульсивное дождевание. Вышеназванные методики объединены общей отличительной чертой – строго дозированными поливными нормами (20-100 м³/га). Объём воды определяется в зависимости от водопотребления растений для обеспечения оптимальной влажности корнеобитаемого слоя почвы за счёт возмещения эвапотранспирации за предшествующий период.

А. Н. Костяков¹ выделил 3 метода распределения водных ресурсов на орошаемых площадях:

1. Внутрипочвенное орошение (вода поступает в активный слой почвы по дренам/трубам, заложенным в земле). В основе 1 метода лежит принцип непрерывной подачи воды в почву².

2. Дождевание (вода распределяется в виде дождя, увлажняя как почву, так и наземные части растений).

3. Поверхностное орошение (вода распределяется по поверхности почвы, поглощается сверху).

В основе методов 2 и 3 – принцип периодической подачи воды, аккумуляции влаги в почве.

В настоящее время в развитие идей А.Н. Костякова были разработаны новые способы орошения. В частности, метод, позволяющий увлажнять приземный воздушный слой, а также метод, основанный на подаче воды в корнеобитаемый почвенный слой.

Одним из перспективнейших методов орошения почв является капельное орошение (далее – КО). Востребованность способа обусловлена возможностью автоматизации процесса, а также удобством подведения воды в корнеобитаемую зону растений.

При КО расход водных ресурсов оптимизируется: дозировка жидкости определяется в соответствии с физиологическими потребностями растений, позволяет сократить затраты воды на единицу продукции. Это позволяет повысить коэффициент земельного использования до 95-98 %, а данный способ орошения – назвать ресурсосберегающим [15].

КО позволяет повысить производительность труда. Затраты энергии на подачу воды в таких системах составляют менее 50 % от затрат при поверхностном поливе и менее 10 % от возникающих при дождевании. Кроме того, при КО потери воды на сброс и сток снижаются, а на снос ветром – полностью исключаются. Всё это позволяет отнести технологию к малоотходным и энергосберегающим³.

Keywords: pear, drip irrigation, low-volume irrigation, irrigation rate, seedlings, plum, varie-ty, cherry, apple tree.

The study is carried out within the framework of the state program "Effective involvement in the turnover of agricultural land and the development of the reclamation complex", approved by Government Decree No. 731 of May 14, 2021.

For citation: Dubenok N.N., Kalmykova E.S., Gemonov A.V. Features of the use of low-volume irrigation for growing seedlings of fruit crops in various natural and climatic zones of Russia. Irrigated agriculture. 2023;4(43):7-10. (In Russ.). <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-1>.

В результате множества исследований было получено, что при орошении почв традиционными методами (дождевание, поверхностный метод) расход воды на 50-70 % больше, чем при капельном орошении. Так как для строительства оросительной сети применяются полимерные материалы, на экономической эффективности КО положительно сказывается низкая металлоёмкость такой системы⁵.

При КО широко применимо объединение гербицидов и питательных веществ с водой для полива. Одновременная подача воды и удобрений в корнеобитаемую зону позволяет оказать положительное влияние не только на рост и развитие растений, но и на экономическую эффективность, вдвое сокращает количество удобрений в сравнении с классическим способом его внесения⁴.

За счёт капельной подачи влаги напрямую в корнеобитаемый слой можно избежать высыхания /переувлажнения грунта, так как поддерживается постоянный водно-воздушный режим. Это оказывает положительное влияние на рост и развитие плодовых культур, сохранение почв [8, 12].

Благодаря тому, что КО позволяет поддерживать оптимальные питательный, воздушный и водный режимы почвы, возрастает качество урожая. Такое преимущество данного метода орошения, как отсутствие водной эрозии почв позволяет снизить количество сорных растений. Это, в свою очередь, позволяет упростить проведение агротехнических мероприятий или сократить их количество⁶. В ходе многочисленных исследований было получено, что при применении КО во время полива виноградников и фруктовых деревьев с момента их посадки корневая система адаптируется к форме

¹Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1960. 622 с.

²Губер К.В. Водосберегающие технологии орошения – основа рационального использования водных ресурсов. Теория и практика мелиорации: сб. науч. тр. ВНИИГиМ им. Костякова. М., 1989. Т. 75. С. 8.

³Канардов В.И. Техника полива культуры граната на склоновых землях Гиссарской долины // Новая техника орошения для предгорных районов аридной зоны // Труды ВНИИГиМ: сб. науч. тр. / ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова.

⁴Тригоров М.С. Основы внутрипочвенного орошения. М.: ТСХА, 1993. 107 с.

⁵Тригоров М.С. Сельскохозяйственные мелиорации сегодня и завтра // Труды Волгоградский СХИ: сб. науч. тр. / Волгоградский СХИ. Волгоград, 1993. С. 4-60.

⁶Howell T., Phene C., Sanders D. A new concept for trickle irrigation of row crops // Irrigation Farmer. 1981. V.8. №3. P. 4-5.

зоны увлажнения. Однако при переходе с классических способов орошения на КО для адаптации корневища требуется некоторое время. Это обусловлено тем, что развитие новых корней происходит в обеспеченных водой зонах⁷. Стоимость установки систем КО высока, так как при уплотнении посадок растений диаметр труб и расход воды водозаборного узла значительно увеличиваются, а в соответствии с этим – и цена. Тем не менее, при закладке новых питомников на юге РФ рекомендуется установка данной системы, поскольку её положительное влияние на плодовые культуры (в особенности при недостаточном увлажнении грунта) настолько велико, что затраты на рассматриваемый вид систем орошения быстро окупаются [2].

При КО растениям не только обеспечивается получение минеральных веществ из внесённых удобрений, но и увеличивается поглощение природных запасов из верхних слоёв почвы. Ввиду того, что концентрация почвенного раствора благодаря полезным веществам увеличивается, а удобренные культуры интенсивнее растут и плодоносят, их водопотребность возрастает. Именно по этой причине важно соблюдать графика и норм полива при выращивании удобренных плодовых культур [13].

На фоне дефицита водных ресурсов КО является крайне перспективным способом полива, поскольку фертигация и орошение напрямую влияют на урожайность плодовых культур. В связи с тем, что важную роль при капельном орошении играют точность подачи воды, удобрений и качество реализации самой поливной сети, полив корнеосвоенного пространства между рядами растений – один из методов повышения их продуктивности [7, 9].

Результаты и обсуждение. В Центральном Нечерноземье проводились исследования влияния разных методов орошения на саженцы слив. В результате было получено, что благодаря капельному орошению с применением удобрений корневища деревьев развивались интенсивнее. Причём их развитие происходило вдоль капельной линии на небольшой глубине, что позволяет пересаживать саженцы с меньшим ущербом для корневой системы [5, 6].

В ходе исследований было получено, что оптимальный режим орошения для эффективного выращивания культур – с поддержанием 80-100 % НВ влажности грунта. При этом глубина промачивания трехлетних саженцев – 0,5 м, двухлетних – 0,4 м, однолетних – 0,3 м. Результат анализа подтверждается повышенным процентом выхода саженцев 1 категории, увеличением размеров плодовых культур.

Данные о том, что при недостаточной влажности грунта уменьшается размер листовой пластины, листовая поверхность и общее число листьев, были получены в ходе исследований влияния КО в условиях Московской области на саженцы яблонь. Для однолетних саженцев яблони оптимальным режимом увлажнения на основании биометрических показателей считается влажность 70-95 % НВ. Также результатом статистической обработки данных в ходе исследовательской работы выступает факт того, что орошение является ключевым фактором, влияющим на формирование саженцев различных культур. В зависимости от возраста саженцев, а также рассматриваемого биологического параметра, это влияние может составлять 54-91 % [14].

Исследования влияния капельного орошения на саженцы также проводились в условиях Центрального Нечерноземья. Здесь в качестве исследуемого объекта выступили саженцы груш. Итогом работы явилось очередное подтверждение благоприятного воздействия, оказываемого капельным орошением на рост и развитие плодовых культур. Оптимальным режимом увлажнения грунта для наиболее эффективного выращивания саженцев груш является уровень 80-85 % НВ. Важно отметить, что возраст растения при этом не играет роли. Понижение предполивных порогов влажности оказывало негативное воздействие на прирост однолетних побегов и препятствовало росту листовой поверхности [7, 8, 10].

Результаты исследований влияния капельного орошения на саженцы яблоневого сада интенсивного типа, которые проводились в Московской области, показали, что в южно-таёжной зоне с достаточным природным увлажнением КО – прогрессивный, ресурсосберегающий и экологически безопасный способ полива деревьев, который обеспечивает повышение эффективности применения удобрений и позволяет достичь более высоких показателей урожайности. Наибольшая урожайность яблок была получена при поддержании влажности почвы 85 % НВ (в среднем за 3 года – 21,37 т/га) [3].

Ещё одним исследованием, подтверждающим результаты вышеописанных экспериментов, является работа, проводимая для изучения влияния орошения почв на саженцы черешни и слив в Волгоградской области. Оптимальная влажность грунта для данных растений – 80 % НВ. Если данный уровень опустится до 70 %, их рост замедлится [11].

Комплексные исследования по влиянию капельного орошения на урожайность ореховых культур по сравнению с

применением классического для региона полива по бороздам были проведены в условиях Габалинского района Шеки-Закатальской зоны Республики Азербайджан. При применении систем капельного орошения экономия оросительной воды составила приблизительно 70 %; урожайность в сравнении с поливом по бороздам повысилась в 1,45 раз [1].

КО также оказывает влияние на сумму обменных оснований почвы при возделывании яблоневого сада интенсивного типа, содержание гумуса и уровень кислотности почв. Это доказал в своих исследованиях А. И. Кузин. Добавление в воду низкой концентрации минеральных веществ благоприятно влияет на уровень калия, фосфора и азота в грунте и листьях растений [11].

Исследовательские работы по влиянию КО на свойства почв под насаждениями актинидии деликатесной показали следующие изменения, которые прослеживаются в грунте:

- усиление уреазной активности почвы до средней степени обогащённости (благодаря чему азотное питание растений усиливается);
- увеличение содержания аммиачного азота и подвижного калия при близости к капельнице в 2 и 1,5 раза соответственно; при отдалении от неё наблюдается планомерное снижение показателей;
- миграция нитратов по глубине почвенного профиля, а также вымывание при поливах при уровне влажности 90 % НВ [4].

Заключение. Многочисленные исследования по применению различных способов малообъёмного орошения для выращивания саженцев плодовых растений в питомниках демонстрируют его перспективность в условиях недостаточной водообеспеченности или засушливого климата. Обобщение разработок технических средств и технологий малообъёмного, и в частности, капельного орошения имеет большое значение для развития орошения в различных регионах. Эти системы могут быть применены на различных площадях и землях со сложным рельефом, они эффективны при поливах плодовых культур на землях, где другие способы орошения практически неприменимы ввиду дефицита водных ресурсов, изрезанного рельефа, малоплодородных почв или крутых склонов. Внедрение малообъёмного орошения позволяет поднять коэффициент земельного использования до 95 %, а значительное снижение или отсутствие непроизводительных потерь воды на испарение, глубинный и поверхностный сброс характеризует его как экологически безопасную, безотходную технологию полива.

⁷Петин Н.С. Физиологические обоснования эффективного использования воды на орошаемых землях // Физиология растений. 1974. Т.21. Вып. 3. С. 653-658.

Список источников:

1. Алиев З.Г., Алиев И.Г. Эффективность применения системы малоинтенсивного орошения ореховых садов в условиях Габалинского района // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 8 (94). С. 29-32.
2. Боровой Е.П., Кременской В.И., Иванютин Н.М. Капельное орошение как основа развития плодоводства на юге Российской Федерации // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4 (44). С. 246-255.
3. Бородычев В.В., Криволуцкий А.А., Дружкин А.Ф. Орошение и удобрение яблоневых садов интенсивного типа // Плодородие. 2012. №1. С. 42-45.
4. Влияние режимов капельного орошения на свойства почв под насаждениями *Actinidia Deliciosa* / Т.Д. Беседина, Ц.В. Тутберидзе, А.П. Бойко, Г.Б. Тория // Новые технологии. 2018. № 3. С. 159-165.
5. Дубенок, Н.Н., Гемонов А. В. Параметры контуров увлажнения при капельном орошении саженцев сливы в плодовом питомнике // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата: матер. Межд. науч.-практ. интернет-конф. (Новочеркасск, 13–20 июля 2020 г.) Новочеркасск: ООО Лик, 2020. С. 21-25.
6. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности формирования корневой системы саженцев сливы в питомнике при капельном орошении // Овощи России. 2020. №2. С. 74-77.
7. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Технология возделывания саженцев сливы в плодовом питомнике при капельном орошении в условиях Нечерноземной зоны России: монография / Под общей редакцией Н.Н. Дубенка. М.: Проспект, 2023. 136 с.
8. Дубенок Н.Н., Ерёмин Е.В. Особенности роста саженцев груши при капельном орошении в Центральном Нечерноземье // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. №1. С. 10-12.
9. Кременской В.И., Иванютин Н.М. Развитие корневой системы яблони при внутрипочвенном и капельном орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4 (44). С. 116-126.
10. Курапина Н.В., Никольская О.А., Киктева Е.Н. Обеспечение экологической безопасности при малообъемном орошении плодовых питомников // Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. № 4 (14). С. 55-58.
11. Кузин А.И. Влияние фертигации, капельного орошения и некорневых подкормок на продуктивность яблони, качество плодов и свойства почвы в интенсивном саду Центрального Черноземья // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 130. С. 958-974.
12. Ольгаренко В.И., Мищенко Н.А. Ресурсосберегающее микроорошение садов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2014. № 1(13). С. 69-82.
13. Особенности орошения многолетних насаждений / А.К. Апажев, И.М. Ханиева, Б.Х. Амшוקов, Т.З. Шонтуков, Т.И. Ахматова // Московский экономический журнал. 2023. № 2. С. 2.
14. Романовская А.Ю., Шумакова К.Б. Регулирование водного режима дерново-подзолистой почвы в условиях плодового питомника и характер распределения влаги в почвенном профиле при различных режимах увлажнения // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2021. Вып. 106. С. 130-162.
15. Штанько А.С., Шкура В.Н. Поливные устройства капельного увлажнения почвы в междурядьях древесно-плодовых насаждений // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. Т. 11. № 1. С. 97-112.

References:

1. Aliyev Z.G., Aliyev I.G. Efficiency of application of the system of low-intensity irrigation of nut orchards in the conditions of the Gabala district // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2012. No. 8 (94). pp. 29-32.
2. Borovoy E.P., Kremenskoy V.I., Ivanyutin N.M. Drip irrigation as a basis for the development of fruit growing in the south of the Russian Federation // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleks: science and higher professional education. 2016. No. 4 (44). pp. 246-255.
3. Borodychev V.V., Krivolutsky A.A., Druzhdin A.F. Irrigation and fertilization of an intensive type apple orchard // Fertility. 2012. No. 1. pp. 42-45.
4. The influence of drip irrigation regimes on the properties of soils under *actinidia deliciosa* plantings / T.D. Besedina, Ts.V. Tutberidze, A.P. Boyko, G.B. Toria // New technologies. 2018. No. 3. pp. 159-165.
5. Dubenok, N.N. Parameters of humidification contours during drip irrigation of plum seedlings in a fruit nursery / N. N. Dubenok, A.V. Gemonov // Melioration as a driver of modernization of agriculture in conditions of climate change: mater. of the Inter. scien. and pract. Internet. conf. (Novocherkassk, July 13-20, 2020). Novocherkassk: LLC "Lik", 2020. pp. 21-25.
6. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Features of the formation of the root system of plum seedlings in the nursery with drip irrigation // Vegetables of Russia. 2020. No.2. pp. 74-77.
7. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Technology of cultivation of plum seedlings in a fruit nursery with drip irrigation in the conditions of the Non-Chernozem zone of Russia: monograph / Edited by N.N. Dubenka. M.: Prospect, 2023. 136 p.
8. Dubenok N.N., Eremin E.V. Features of the growth of pear seedlings during drip irrigation in the Central Non-Chernozem region // Melioration and water management. 2013. No.1. pp. 10-12.
9. Kremenskoy V.I., Ivanyutin N.M. Development of the root system of apple trees with intra-soil and drip irrigation // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleks: science and higher professional education. 2016. No. 4 (44). pp. 116-126.
10. Kurapina N.V., Nikolskaya O.A., Kikteva E.N. Ensuring environmental safety during low-volume irrigation of fruit nurseries // Agro-industrial technologies of Central Russia. 2019. No. 4 (14). pp. 55-58.
11. Kuzin A.I. Influence of fertigation, drip irrigation and foliar fertilizing on apple productivity, fruit quality and soil properties in the intensive garden of the Central Chernozem region // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 130. pp. 958-974.
12. Olgarenko V.I., Mishchenko N.A. Resource-saving micro-irrigation of gardens // Scientific journal of the Russian Research Institute of Problems of Melioration. 2014. No. 1(13). pp. 69-82.
13. Features of irrigation of perennial plantings / A.K. Apazhev, I.M. Khanieva, B.H. Amshokov, T.Z. Shontukov, T.I. Akhmatova // Moscow Economic Journal. 2023. No. 2. P. 2. 14. Romanovskaya A.Yu., Shumakova K.B. Regulation of the water regime of sod-podzolic soil in the conditions of a fruit nursery and the nature of moisture distribution in the soil profile under various moisture regimes // Bulletin of the V.V. Dokuchaev Soil Institute. 2021. Issue 106. pp. 130-162.
15. Shtanko A.S., Shkura V.N. Irrigation devices for drip soil moistening in the aisles of tree and fruit plantations // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. 2021. Vol. 11. No. 1. pp. 97-112.

УДК 633.174.1:631.527:632

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-2

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ВЕНИЧНОГО СОРГО ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

ASSESSMENT OF COLLECTION SAMPLES OF BROOM SORGUM BY ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS

В.Н. Титов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, научный руководитель, prof-tvn@yandex.ru, ORCID:0000-0003-2222-2571, 8(8452)79-49-69

В.И. Степанченко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела сорговых культур, viktorija_starchak@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-7312-4547, +7-908-553-97-17

Ю.В. Бочкарева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по научной работе и международному сотрудничеству, uvboch@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-0328-4654, 8(8452)79-49-69

V.N. Titov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, prof-tvn@yandex.ru ORCID:0000-0003-2222-2571, 8(8452)79-49-69

V.I. Stepanchenko, Candidate of Agricultural Sciences, viktorija_starchak@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-7312-4547, +7-908-553-97-17

Yu.V. Bochkareva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, uvboch@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-0328-4654, 8(8452)79-49-69

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Российская Федерация

Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn", Saratov, Russian Federation

Исследования по изучению генофонда веничного сорго с целью выявления наиболее перспективных образцов для включения в дальнейший селекционный процесс проведены за счет средств федерального бюджета по государственному заданию Министерства сельского хозяйства Российской Федерации № 082-00219-21-00 и №082-00084-22-00.

Research to study the gene pool of broom sorghum in order to identify the most promising samples for inclusion in the further breeding process was carried out at the expense of the federal budget under state assignment of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 082-00219-21-00 and No. 082-00084-22-00.

Создание новых востребованных производством сортов и получение здорового семенного материала всегда является приоритетной задачей для селекционеров. В последнее время резко возрос спрос на отечественное сырье для изготовления технических изделий из веничного сорго. В связи с этим целью исследований являлось изучение имеющегося генофонда веничного сорго для всесторонней оценки селекционных, хозяйственно-ценных параметров, в том числе устойчивости к заболеваниям. Исследования проводились в 2021-2022 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В ходе исследований проанализированы образцы веничного сорго, представляющие интерес для дальнейшей селекции по комплексу морфологических признаков в качестве исходного материала. Дана оценка линейного роста на начальном этапе развития и за период вегетации в целом. Проанализированы особенности генеративного развития. Рассмотрена зависимость длины соцветия от высоты растений коллекционных образцов сорго. Проведена оценка полевой устойчивости к полосатой бактериальной пятнистости и к головневым заболеваниям, воздействие которых снижает продуктивность и урожайность культуры. Обсуждены вопросы селекции на устойчивость. На основе экспериментальных данных выявлено влияние пыльной головки

Creating new varieties in demand and obtaining healthy seed material is always a priority for breeders. Recently, the demand for domestic raw materials for the manufacture of technical products from broom sorghum has sharply increased. In this regard, the purpose of the research was to study the existing gene pool of broom sorghum for a comprehensive assessment of breeding, economically valuable parameters, including disease resistance. The research was conducted in 2021-2022. on the experimental field of the Federal State Budgetary Scientific Institution RosNIISK "Rossorgo". During the research, samples of broom sorghum were analyzed, which are of interest for further selection based on a complex of morphological characteristics as source material. An assessment of linear growth at the initial stage of development and during the growing season as a whole is given. The features of generative development are analyzed. The dependence of the inflorescence length on the plant height of sorghum collection samples is considered. An assessment was made of field resistance to bacterial stripe blight and smut diseases, the impact of which reduces the productivity and yield of the crop. Issues of selection for resistance were discussed. Based on experimental data, the influence of loose smut on the biochemical composition of seeds of

на показатели биохимического состава семян коллекционных образцов веничного сорго и его вариабельность. Полученные результаты будут использоваться в селекции при подборе компонентов скрещиваний (родительских форм) сорговых гибридов. Рекомендовано включать в селекционный процесс изученные образцы веничного сорго в качестве исходного материала для различных направлений реализации.

Ключевые слова: веничное сорго, селекция, генофонд, длина метелки, устойчивость, головневые заболевания.

Для цитирования: Титов В.Н., Степанченко В.И., Бочкарева Ю.В. Оценка коллекционных образцов веничного сорго по хозяйственно-ценным признакам // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 11-15. <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-2>.

Введение. Веничное сорго – важная техническая культура, являющаяся ценным, экономически выгодным и экологически безопасным материалом для производства изделий хозяйственного назначения (веники, метлы, щетки, бумажные изделия) [6]. В постсоветский период в России резко сократились посевные площади, занятые данной культурой, а производители веников начали ввозить сырье из-за рубежа. Селекция, семеноводство и возделывание веничного сорго на территории Российской Федерации были практически приостановлены по причине длительной невосприимчивости данной культуры и упавшего до нуля спроса на отечественные семена и сырье [2]. В настоящее время в условиях сложной геополитической обстановки и санкционного давления на российскую экономику бизнес столкнулся с невозможностью пользоваться привычными механизмами поставки импортного сырья для производства. Все это обусловило всплеск интереса к отечественным сортам веничного сорго и технологиям его возделывания. Следуя запросу бизнеса, селекционными учреждениями взят курс на возобновление селекции данной культуры и налаживание ее семеноводства [6, 8, 9].

Необходимо отметить, что целенаправленная селекция веничного сорго ведется небольшим количеством научных учреждений, а в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, до сих пор остаются только 12 сортов [1, 3]. Поэтому расширение ассортимента веничного сорго за счет создания новых высокоурожайных сортов с наилучшим качеством сырья, пригодного для промышленного производства, является на современном этапе актуальной задачей.

collection samples of broom sorghum and its variability was revealed. The results obtained will be used in breeding when selecting crossbreeding components (parental forms) of sorghum hybrids. It is recommended to include the studied samples of broom sorghum in the breeding process as source material for various areas of sale.

Key words: broom sorghum, selection, gene pool, panicle length, resistance, smut diseases.

For citation: Titov V.N., Stepanchenko V.I., Bochkareva Yu.V. Assessment of collection samples of broom sorghum by economically valuable characteristics. Irrigated agriculture. 2023;4(43):11-15. (In Russ.). <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-2>.

Материалы и методы. Исследования выполнялись в 2021-2022 гг. В селекционных питомниках по основным хозяйственно-ценным признакам изучались образцы (сорта, селекционных линии, коллекционные сортообразцы и отборы) веничного сорго. Посев осуществлялся на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по черному пару кассетной сеялкой СКС-6-10 во второй-третьей декаде мая. Повторность – трехкратная. Общая площадь делянки – 7,7 м² (длина рядка – 5,5 м, ширина междурядий – 70 см). Густота стояния – 100 тыс. растений/га. Почва опытного поля представлена черноземом южным, является типичной для сухих черноземных степей Саратовской области и характеризуется среднесуглинистым механическим составом. Все агротехнические приемы применялись в соответствии с зональной технологией возделывания веничного сорго. В ходе изучения проводились наблюдения за фазами роста и развития растений на опытных делянках, определялись морфометрические параметры в соответствии с «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур»¹, а также по Доспехову Б.А.² и Якушевскому Е.С., Варадинову С.Г., Корнейчуку В.А., Баняи Л.³

Для оценки устойчивости образцов веничного сорго к головневым и бактериальным заболеваниям высеян отдельный специализированный питомник на инфицированном фоне. При этом учитывались распространенность болезни (Р) и интенсивность ее развития (И). Показатель распространенности болезни оценивали по количеству растений (%) с признаками заболевания от их общего числа в пробе и рассчитывался по формуле:

$$P = n \times 100 / N, \text{ где}$$

Р – распространенность болезни, в %;
N – общее число обследованных растений в пробе;

n – количество пораженных растений в пробе.

Развитие, или интенсивность развития болезней, отражающих среднюю интенсивность поражения, определяли по формуле А. Е. Чумакова, Т. И. Захаровой (1990):

$$I = \sum (a \cdot b) / N, \text{ где}$$

I – интенсивность развития болезни, в % или баллах;

$\sum (a \cdot b)$ – сумма произведений числа растений на соответствующий % или балл поражения;

N – общее количество учтенных растений (здоровых и больных).

Оценка интенсивности развития степени поражения растений велась по 4-х балльной шкале: 0 – отсутствие признаков болезни; 1 балл – единичные поражения; 2 балла – среднее поражение; 3 балла – сильная степень поражения.

При оценке устойчивости сортов сорго к бактериальной полосатой пятнистости использовался интегральный показатель – индекс поражения (ИП) ($IП = P/100 \times И/100$) [5].

Результаты и обсуждение. К важнейшим хозяйственно-ценным признакам, которыми необходимо руководствоваться при создании новых сортов и гибридов веничного сорго, относятся такие показатели, как высота растений, площадь формируемых листьев, параметры соцветий [11]. В ходе наблюдений и учетов в коллекционном питомнике веничного сорго были выявлены наиболее ценные образцы, которые в дальнейшей селекции перспективно будет использовать в качестве источников отдельных хозяйственно-ценных признаков.

¹Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 267 с.

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, стер., 1985 г. М.: Альянс, 2011. 350 с.

³Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода Sorghum Moench / Е.С. Якушевский, С.Г. Варадинов, В.А. Корнейчук, Л. Баняи. Л.: Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР), 1989. 46 с.

При изучении параметра «высота растений» было установлено, что наибольшими темпами линейного роста на начальных фазах вегетации обладают коллекционные образцы веничного сорго к-396 и к-416, линейный размер которых через 30 дней после всходов составил 75,0 см и 94,0 см соответственно (таблица 1). Это, несомненно, является ценным селекционным признаком, поскольку в целом сорговые культуры отличаются достаточно медленным развитием в послепосевной период и имеют сниженную конкурентоспособность по сравнению с сорной растительностью. В связи с этим образцы к-396 и к-416 представляют огромный интерес для селекции на ускоренный стартовый рост.

К моменту технической спелости некоторые образцы веничного сорго достигали в высоту более 3 м. Высокорослость – двоякий хозяйственный признак. С одной стороны, она обуславливает накопление большой биомассы, которую можно использовать на кормовые цели. С другой стороны, данный признак не гарантирует высокого качества метелки, но при этом способствует полеганию растений, что затрудняет уборку, а иногда делает ее невозможной. Наибольшей высокорослостью выделились образцы к-396 и к-113В – 294,3 см и 300,9 см соответственно. Наименьшая высота растений к моменту уборки отмечена у к-6376 и к-1007.

Также изучаемые образцы веничного сорго имели значимые различия по формированию ассимиляционного аппарата. Так, например, максимальная площадь наибольшего и флагового листьев достигалась у к-416 – 488,6 см² и 371,7 см² соответственно. Это преимущество данного образца перспективно использовать в селекции на кормовые цели. При создании сортов технического направления использования более ценными являются образцы, формирующие меньшую листовостебельную массу. К их числу относятся к-6376 и к-34 (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика наиболее ценного селекционного материала веничного сорго по высоте растений и площади листьев

Образец	Высота растений, см		Площадь листьев, см ²	
	стартовый рост	перед уборкой	наибольшего	флагового
К-1007	66,0	206,5	350,0	174,3
К-113В	66,0	300,9	448,3	204,1
К-34	69,5	251,0	309,4	280,7
К-396	75,0	294,3	424,3	251,6
К-416	94,0	255,7	488,6	371,7
К-6376	53,0	194,5	287,2	225,4
F _{факт.}	54,75*	42,76*	58,17*	9,95*
НСР ₀₅	5,77	21,06	33,43	58,35

Таблица 2 – Особенности генеративного развития наиболее ценного селекционного материала веничного сорго

Образец	Параметры соцветия, см			Семенная продуктивность	
	длина соцветия	длина центрального стержня	выдвигнутость ножки	урожайность семян, т/га	масса 1000 семян, г
К-1007	46,2	5,5	21,0	3,04	16,8
К-113В	51,4	6,0	0,0	1,82	19,0
К-34	43,0	0,0	3,2	2,05	15,5
К-396	48,3	1,0	0,0	2,03	19,9
К-416	49,3	10,0	0,0	1,07	16,1
К-6376	56,4	14,8	1,0	1,61	14,7
F _{факт.}	11,41*	326,61*	366,12*	170,98*	21,62*
НСР ₀₅	4,27	0,97	1,37	0,16	1,39

В деле получения качественного сырья для производства технических изделий главную роль играет длина соцветия и отсутствие на нем центральной оси (таблица 2).

По крупности метелок выделились коллекционные образцы к-6376, к-113В (длина соцветий 56,4 см и 51,4 см соответственно), а по технологичности – к-34 и к-396 (незначительная величина или полное отсутствие центрального стержня).

Понимание взаимосвязей таких показателей, как высота растения и длина метелки в фазу технической спелости играет важнейшую роль для целенаправленного селекционного процесса веничного сорго на повышение технологичности в части

пригодности к механизированной уборке и получения высококачественного сырья. При рассмотрении сопряженности изучаемых признаков в условиях 2021-2022 гг. установлено, что длина соцветия зависит от высоты растений, что подтверждается уравнением регрессии $y = 1,4286x + 44,1$ (рисунок 1).

Наиболее перспективными в данном направлении селекции являются среднерослые формы с крупной метелкой. К их числу можно отнести образец к-6376, который формирует самую длинную метелку (56,4 см) при минимальном значении – по высоте растений (194,5 см).

Семенная продуктивность веничного сорго является важным показателем для

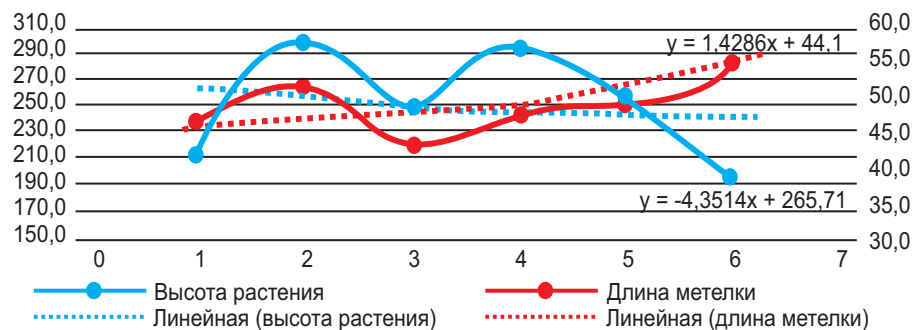


Рисунок 1 – Зависимость длины соцветия от высоты растений коллекционных образцов веничного сорго

организации успешного семеноводства данной культуры. В ходе оценки сортов и линий веничного сорго отмечалось полное вызревание изучаемых образцов, а также установлена урожайность семян в пределах 1,07-3,04 т/га. Наибольшая урожайность семян достигалась у образца к-1007, наименьшая – у образца к-416 (таблица 2).

Помимо вышеуказанных хозяйственно-ценных признаков, коллекционные образцы обязательно должны оцениваться по устойчивости к болезням⁴. Как свидетельствуют многолетние исследования, среди обширного многообразия болезней сорго наиболее распространен-

⁴Пурдик Н.П. Селекция сорго на устойчивость к головным болезням // Проблемы и задачи по селекции, семеноводству и технологии производства и переработки сорго в СССР: сб. науч. тр. Волгоград, 1990. С. 32-36.

Таблица 3 – Оценка полевой устойчивости к патогенам некоторых коллекционных образцов веничного сорго

Образец	Бактериальная пятнистость			Головневые заболевания		
	Р, %	И, балл	ИП	Р, %	И, балл	ИП
К-1007	устойчив			22,2	0,80	3,30
К-113В	устойчив			устойчив		
К-117	устойчив			устойчив		
К-324	устойчив			устойчив		
К-34	устойчив			устойчив		
К-396	устойчив			устойчив		
К-416	20,0	0,20	0,04	устойчив		
К-6376	устойчив			устойчив		
Венскор	устойчив			устойчив		
Мастер	устойчив			устойчив		
Приусадебное	устойчив			29,4	0,3	2,00

Примечание: Р – распространенность болезни; И – интенсивность развития болезни; ИП – индекс поражения.

ными и вредоносными во всех зонах его возделывания являются головневые заболевания: покрытая (твердая) – возбудитель *Sphacelothecatorghi* (Link) Clinton, пыльная (метельчатая) – возбудитель *Sorosporiumreilianum* (Kuhn) McAlpine f. *sorghii*Geschele и мелкопузырчатая – возбудитель *Sphacelothecacruenta* (Kuhn) Potter [9]. Доказано, что головневые заболевания негативно сказываются на росте и развитии растений веничного сорго, их фотосинтетической деятельности, а также могут привести к частичному или полному уничтожению генеративных органов. В итоге это приводит к резкому сокращению выхода конечной продукции с единицы площади либо сильному ухудше-

нию ее качества. Поиск новых источников устойчивости к головневым заболеваниям у сорговых культур является важным направлением селекции [5]. Кроме этого, серьезный урон посевам веничного сорго может нанести поражение растений полосатой бактериальной пятнистостью.

В целях выявления наиболее перспективных образцов, обладающих устойчивостью к головневым заболеваниям и полосатой бактериальной пятнистости, в естественных условиях и на искусственном зараженном фоне был обследован коллекционный питомник веничного сорго. Большинство образцов (к-113В, к-117, к-324, к-34, к-396, к-6376, Мастер, Венскор) продемонстрировали резистент-

ность ко всем видам патогенов. Образцы к-1007 и Приусадебное поражаются головневыми заболеваниями, а у образца к-416 выявлена восприимчивость к возбудителю полосатой бактериальной пятнистости (таблица 3).

С целью изучения влияния патогенных микроорганизмов на биохимический состав семян веничного сорго проводилась сравнительная оценка отдельных коллекционных образцов, выращенных на естественном и на искусственно зараженном фонах. Было установлено, что содержание протеина в семенах веничного сорго на инфицированном фоне значительно снижалось у образцов к-324 и Мастер, практически не изменялось у образца Венскор и немного повышалось у образца Приусадебное (таблица 4, рисунок 2).

У всех изучаемых образцов на зараженном фоне отмечалось существенное снижение содержания жира – в 1,6-2,3 раза. Количество зольных элементов и клетчатки значительно повышалось у образца Венскор, а у остальных наблюдалось существенное снижение данных показателей. У образца Венскор практически отсутствовала реакция на воздействие патогенов по содержанию в семенах крахмала и БЭВ, у других образцов отмечалось повышение этих биохимических составляющих.

Наибольшую изменчивость на инфицированном фоне изучаемые образцы проявили по накоплению жира в семенах (рисунок 3). Наиболее стабильными показателями можно назвать содержание крахмала и безазотистых экстрактивных веществ.

Таблица 4 – Влияние пыльной головни на показатели биохимического состава семян веничного сорго, 2023 г.

Образец	Фон*	Биохимический состав зерна, % на сухое вещество					
		протеин	жир	зола	клетчатка	крахмал	БЭВ
К-324	1	12,00	5,50	3,50	8,10	55,10	70,90
	2	8,08	3,35	3,11	6,52	61,97	78,94
Венскор	1	11,10	5,20	2,50	6,50	55,50	74,70
	2	10,44	2,86	3,59	6,80	57,49	76,31
Мастер	1	11,20	6,10	2,70	6,30	58,40	73,70
	2	8,53	3,57	2,31	4,57	69,60	81,01
Приусадебное	1	9,30	6,20	3,20	5,50	52,80	75,80
	2	10,08	2,70	2,00	3,73	69,71	81,49
$\bar{x} \pm s_x$		10,09±0,48	4,43±0,52	2,86±0,20	6,00±0,48	60,07±2,30	76,61±1,30
S ²		1,87	2,15	0,33	1,87	42,18	13,45
S		1,37	1,46	0,58	1,37	6,49	3,67
V, %		13,6	33,0	20,1	22,8	10,8	4,79
A±sa		-0,23±0,74	0,04±0,74	-0,17±0,74	-0,36±0,74	0,79±0,74	-0,01±0,74
E±se		-1,14±1,36	-2,21±1,36	-1,37±1,36	0,07±1,36	-0,89±1,36	-0,88±1,36
HCP 05		0,74	0,36	0,20	0,44	4,83	5,41

Примечание: $\bar{x} \pm s_x$ – средняя и ее ошибка; S – стандартное отклонение; V – коэффициент вариации; A±sa – коэффициент асимметрии и его ошибка; E±se – коэффициент эксцесса и его ошибка; *фон 1 – естественный агрофон; фон 2 – зараженный агрофон пыльной головней

4Пурдик Н.П. Селекция сорго на устойчивость к головневым болезням // Проблемы и задачи по селекции, семеноводству и технологии производства и переработки сорго в СССР: сб. науч. тр. Зерноград, 1990. С. 32-36.

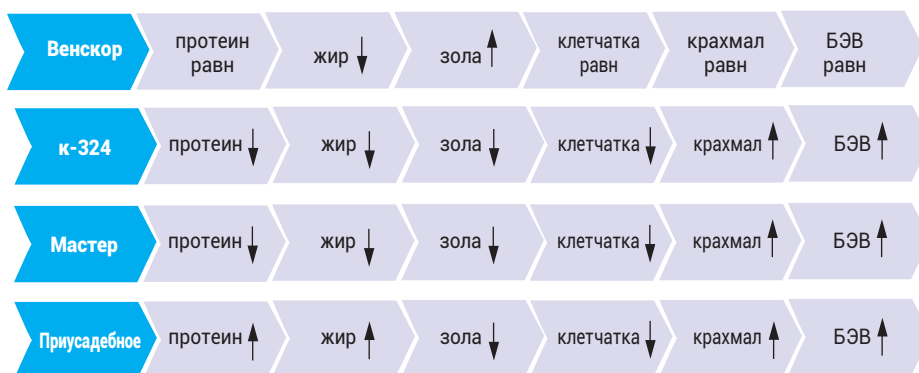


Рисунок 2 – Изменение показателей биохимического состава семян веничного сорго на зараженном агрофоне

Примечание: ↑ – изменение показателя признака в сторону увеличения относительно естественного агрофона; ↓ – изменение показателя признака в сторону уменьшения; равн – значимые различия отсутствуют.

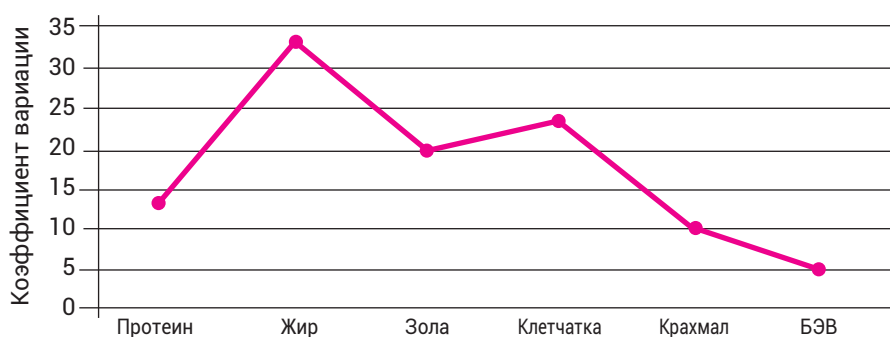


Рисунок 3 – Вариабельность биохимического состава коллекционных образцов веничного сорго

Список источников:

1. Болдырева Л.Л., Бритвин В.В., Филатова В.Д. Оценка новых сортов сорго веничного в условиях предгорной зоны Республики Крым // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2017. № 9 (172). С. 5-9.
2. Володин А.Б., Капустин С.И. Эффективность выращивания новых перспективных сортов и гибридов зернового сорго в условиях Ставропольского края // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. 2016. № 8. С. 35-41.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. В 2-х т. Т. 1 «Сорта растений». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 646 с.
4. Матвиенко Е.В. Оценка селекционного материала сорго зернового к различным болезням для засушливых условий среднего Поволжья // АгроЭкоИнфо. 2017. № 4 (30). С. 19.
5. Оценка исходного материала сорго сахарного на устойчивость к пыльной головне/ А.В. Алабушев, Н.А. Ковтунова, В.В. Ковтунов, А.Е. Романюкин // Кормопроизводство. 2018. № 4. С. 26-30.
6. Оценка селекционного материала сорго на устойчивость к покрытой головне / С.И. Капустин, А.Б. Володин, А.С. Капустин, М.Ю. Кухарук // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2(22). С. 166-173.
7. Силаев А.И., Костина Г.И., Ишин А.Г. Рекомендации по защите сорго от головневых болезней в Поволжье. С-Пб: ВИЗР, 2005. 16 с.
8. Anderson W.F., Harris-Shultz K.R., Ni X. The Environment Strongly Affects Estimates of Heterosis in Hybrid Sweet Sorghum // Sugar Tech. 2018. №20(3). P. 261-274.
9. Breeding for insect resistance in sorghum and millets / P.S. Reddy, V.R. Bhagwat, G.S. Prasad, V.A. Tonapi // Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture. Hyderabad: Springer Singapore, 2017. P. 231-264.

Таким образом, проведение биохимического анализа семян зараженных и здоровых растений веничного сорго позволяет сделать вывод о том, что жизнедеятельность патогенных микроорганизмов даже при отсутствии внешних проявлений заболевания сильно отражается на внутренних процессах, протекающих в растительном организме.

Заключение. Генофонд веничного сорго, который имеется в распоряжении ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», достаточно разнообразный, что позволяет вести селекцию в различных направлениях. Для использования на кормовые цели перспективно использовать такой образец, как к-416, формирующий большую листовую массу. Для создания сортов и гибридов технического направления источниками хозяйственно-ценных признаков являются к-6376 и к-34, которые демонстрируют оптимальное соотношение вегетативного и генеративного развития. В селекции на резистентность к различным патогенам целесообразно использовать образец Венскор, который даже на инфицированном фоне характеризовался комплексной устойчивостью, проявившейся как в отсутствии внешних признаков заболевания, так и в стабильности биохимических процессов.

References:

1. Boldyreva L.L., Britvin V.V., Filatova V.D. Evaluation of new varieties of sorghum broom in the conditions of the foothill zone of the Republic of Crimea // News of agricultural science of Tavrada. 2017. No. 9 (172). P. 5-9.
2. Volodin A.B., Kapustin S.I. Efficiency of growing new promising varieties and hybrids of grain sorghum in the conditions of the Stavropol Territory // Bulletin of the Stavropol Scientific Research Institute of Agriculture. 2016. No. 8. P. 35-41.
3. State register of selection achievements approved for use. In 2 volumes. T. 1 "Plant varieties." M.: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2022. 646 p.
4. Matvienko E.V. Assessment of breeding material of grain sorghum for various diseases for arid conditions of the middle Volga region // AgroEcoInfo. 2017. No. 4 (30). P. 19.
5. Evaluation of sweet sorghum source material for resistance to smut / A.V. Alabushev, N.A. Kovtunova, V.V. Kovtunov, A.E. Romanyukin // Feed production. 2018. No. 4. P. 26-30.
6. Evaluation of sorghum breeding material for resistance to smut / S.I. Kapustin, A.B. Volodin, A.S. Kapustin, M.Yu. Kucharuk // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2019. No. 2(22). P. 166-173.
7. Silaev A.I., Kostina G.I., Ishin A.G. Recommendations for protecting sorghum from smut diseases in the Volga region. St. Petersburg: VIZR, 2005. 16 p.
8. Anderson W.F., Harris-Shultz K.R., Ni X. The Environment Strongly Affects Estimates of Heterosis in Hybrid Sweet Sorghum // Sugar Tech. 2018. No. 20(3). P. 261-274.
9. Breeding for insect resistance in sorghum and millets / P.S. Reddy, V.R. Bhagwat, G.S. Prasad, V.A. Tonapi // Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture. Hyderabad: Springer Singapore, 2017. P. 231-264.

УДК 635.615:631.5

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-3

ВЛИЯНИЕ ДОСВЕЧИВАНИЯ, СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И ВЛАЖНОСТИ В КАМЕРЕ СРАЩИВАНИЯ НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИВИТОЙ РАССАДЫ

THE EFFECT OF ADDITIONAL ILLUMINATION, GROWTH STIMULATORS AND HUMIDITY IN THE SPLICING CHAMBER ON THE ROOT FORMATION OF GRAFTED SEEDLINGS

¹**П.С. Маликова**, аспирант, polina_aleksashenkova@mail.ru, 8-961-086-61-15

¹**О.Г. Гиченкова**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, olga.gichenkova@mail.ru

²**Ю.А. Лаптина**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ylaptina82@mail.ru

¹ФГБНУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», Волгоград

²Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Московская область, г.Одинцово

¹**P. S. Malikova**, polina_aleksashenkova@mail.ru, 8-961-086-61-15

¹**O.G. Gichenkova**, Candidate of Agricultural Sciences, docent, olga.gichenkova@mail.ru

²**Yu.A. Laptina**, Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher, ylaptina82@mail.ru

¹FSBEI HE Volgograd SAU

²Federal research Center "Nemchinovka". Moscow oblast, v. Odintsovo

Динамичное развитие овощеводства, которое наблюдается в последние годы, напрямую зависит от применения рассадного метода, используемого в открытом и защищенном грунте – от 60 % до 90 %. Особое значение отводится круглогодичному производству овощной продукции, а это невозможно без использования в промышленном овощеводстве высококачественной рассады. В настоящее время большой интерес у производителей вызывает привитая рассада, поскольку характеризуется более высокими качественными и количественными показателями по сравнению с обычной. Производство привитой рассады – достаточно дорогой технологический процесс, затраты составляют более 30 % себестоимости овощей, но эти затраты оправданы и окупаются за счет закладки большего числа завязей, более раннему созреванию и устойчивости растений к болезням корневой системы, таких как фузариоз, антракноз, корневые грибковые гнили. Однако просто проведения хирургических работ с подвоем и привоем недостаточно для высокого процента сращивания растений, требуется изучение дополнительных агроприемов, активизирующих образование каллусной ткани и рост корневой системы. В данной статье представлены результаты исследований по изучению влияния досвечивания и режима увлажнения на сращивание привитой рассады арбуза. Наблюдения показали, что применение досвечивания и дифференцированного режима увлажнения значительно повышает процент сращивания. В результате проведенных исследований установлено, что применение стимулятора корнеобразования на рассаде во время сращивания на фоне светодиодного освещения позволяет формировать корневую систему на два дня раньше по сравнению с контрольным вариантом. Наибольший прирост корневой массы отмечен на фоне применения стимуляторов роста Радифарм с поддержанием влажности 90-85 %, на этом варианте масса корней увеличивалась на 47 % в сравнении с вариантом без применения стимуляторов роста.

The dynamic development of vegetable growing, which has been observed in recent years, directly depends on the application of the seedling method used in open and protected ground from 60 % to 90 %. Special importance is given to the year-round production of vegetable products, and this is impossible without the use of high-quality seedlings in industrial vegetable growing. Currently, grafted seedlings are of great interest to manufacturers because they are characterized by higher qualitative and quantitative indicators compared to conventional ones. The production of grafted seedlings is a rather expensive technological process and costs account for more than 30 % of the cost of vegetables, but these costs are justified and recouped by laying more ovaries, earlier maturation and resistance of plants to root system diseases such as fusarium, anthracnose, root fungal rot. However, simply carrying out surgical work with rootstock and graft is not enough for a high percentage of plant fusion, it requires the study of additional agricultural techniques that activate the formation of callus tissue and the growth of the root system. This article presents the results of studies on the effect of additional illumination and humidification regime on the splicing of grafted watermelon seedlings. Observations have shown that the use of additional illumination and a differentiated humidification regime significantly increases the percentage of splicing. As a result of the conducted studies, it was found that the use of a root formation stimulator on seedlings during splicing against the background of LED lighting allows the root system to be formed two days earlier compared to the control option. The greatest increase in root mass was noted against the background of the use of Radiopharm growth stimulants with maintaining humidity of 90-85 %, in this variant the root mass increased by 47 % compared to the variant without the use of growth stimulants.

Ключевые слова: рассада, прививка, досвечивание, стимуляторы роста, светодиоды, защищенный грунт.

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

Для цитирования: Маликова П.С., Гиченкова О.Г., Лаптина Ю.А. Влияние досвечивания, стимуляторов роста и влажности в камере сращивания на корнеобразование привитой рассады // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 16-19. <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-3>.

For citation: Malikova P. S., Gichenkova O. G., Laptina Yu. A. The effect of additional illumination, growth stimulators and humidity in the splicing chamber on the root formation of grafted seedlings. Irrigated agriculture. 2023;4(43):16-19. (In Russ.). <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-3>.

Введение. Прививка рассады овощей – уникальная технология в овощеводстве, практикуемая в течение многих лет в Восточной Азии для решения проблем, связанных с интенсивным выращиванием и использованием ограниченных пахотных земель. Эта технология была внедрена в Европу и другие страны в конце 20 века [8].

В России выращивание привитых овощей семейства тыквенных было впервые применено в середине 1920-х годов С.П. Лебедевой на овощной опытной станции Тимирязевской академии. Основные данные по возделыванию привитых дынь в Центральной России были получены в 1930–1940-х годах. В Южной Корее и Японии прививают на разные устойчивые подвои около 95 % арбузов, более 50 % огурцов защищенного грунта и до 30 % огурцов открытого грунта [13].

В процедуре прививки участвуют ткани двух разных растений. Два сегмента, подвой и привой, соединяются и образуют привитой саженец с желаемыми характеристиками. Вкратце, прививка повышает устойчивость растений к биотическим (т.е. почвенным патогенам) и абиотическим (т.е. тяжелым металлам, засолению и т.д.) [6, 9].

Производство привитой рассады арбуза делится на три отдельных этапа: выращивание привоя и подвоя (этап I), прививка и сращивание растений (этап II) и акклиматизация привитых саженцев (этап III). На каждом этапе растения должны быть высокого качества, чтобы рассада была доступна для дальнейшего выращивания [4, 5, 12].

Одним из основных этапов прививки является выбор фазы развития привоя и подвоя и правильное соединение двух растений в процессе заживления, чтобы вырастить здоровый и крепкий саженец [11, 12].

Процесс сращивания двух растений – очень важный этап, при котором происходят 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 [2, 10]. Более того, широко практикуется метод повышения эффективности прививки арбуза и огурца, при котором удаляется корневая система у рассады тыквы (подвой), она формируется в пе-

риод срастания растений в камере сращивания [3, 8].

До недавнего времени сращивание привитых растений проводилось в туннелях внутри теплицы, но в настоящее время туннели заменили на современные камеры с полным контролем микроклимата [7].

Материалы и методы. В опыте использовались в качестве подвоя семена межвидового гибрида Рут Пауэр F₁ (компания Sakata), а привоя – арбуз Каристан F₁ (компания Syngenta). Представленный подвой часто используется в рассадных комплексах.

Опыт закладывался в 3-х кратной повторности по 96 растений. 01.09.22 провели посев привоя (арбуз), 06.09.22 – подвоя (тыквы). Через 15 дней (16.09.22) от момента посева привоя и 11 дней от посева подвоя была проведена прививка.

При закладке эксперимента руководствовались методическими рекомендациями по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады (РД-АПК 1.10.09.01-14 п. 7.1.5. и ГОСТ Р 59370-2021 «Зеленые стандарты»)

После процесса прививки контрольные образцы разместили в камере сращивания: часть под освещением, другую часть – на тролли без света.

Результаты и обсуждение. Для получения качественной прививки во время процесса сращивания необходимо контролировать такие факторы среды,

как освещенность, температура и влажность, при этом за этот короткий промежуток времени необходимо успеть нарастить корневую систему у подвоя.

Поэтому целью исследования являлась отработка параметров микроклимата в камере сращивания и подбору корнеобразующих стимуляторов для привитой рассады.

В задачи исследования входило:

1. Выявить воздействие освещения в камере сращивания привитых растений светодиодными лампами (синий и красный спектры) на процесс срастания подвоя и привоя и формирование корневой системы у подвоя.

2. Выявить зависимость плавного снижения влажности в камере на приживаемость привитых растений и формирование корневой системы у подвоя.

3. Установить влияние применения стимуляторов-корнеобразователей на процент приживаемости привитой рассады и на формирование корневой системы у подвоя.

На остальных привитых растениях провели обработку следующими стимуляторами-корнеобразователями:

- Радифарм 0,4 % (полисахариды, стероиды глюкозидов, аминокислоты и бетаин, витаминины и микроэлементы);

- Альфастим 0,4 % (тритерпеновые кислоты; L-аминокислоты; Карбогидраты).

Досвечивание привитых растений осуществлялось в течение 8 часов: с 8:00 – 16:00.

Варианты без снижения влажности: температура – 24-25 °С, влажность – 95 % на протяжении 8 дней.

Варианты с адаптацией:

С 1 по 3-й день. Влажность – 95 %, температура – 24-25 °С.

4-й день. Влажность – 90 %, температура – 24-25 °С.

5-й день. Влажность – 90 %, температура – 24-25 °С.

6-й день. Влажность – 85 %, температура – 24-25 °С.

7-й день. Влажность – 85 %, температура – 24-25 °С.

8-й день. Все варианты размещаем в темном месте на 2 дня, влажность – 60 %, температура – 22 °С.

На 4-й день на образцах с досветкой и с применением стимуляторов-корнеобразователей начал формироваться корень. На других вариантах корня не было.



Рисунок 1 – Рассада в день прививки (привой и подвой)

Таблица 1 – Схема опыта

Фактор А	Освещение (синий и красный спектры)						Без досвечивания					
Фактор В	Влажность 95 % (без адаптации)			Влажность 95-90-85 % (с адаптацией)			Влажность 95 % (без адаптации)			Влажность 95-90-85 % (с адаптацией)		
Фактор С	Контроль	Альфастим 0,4 %	Радифарм 0,4 %	Контроль	Альфастим 0,4 %	Радифарм 0,4 %	Контроль	Альфастим 0,4 %	Радифарм 0,4 %	Контроль	Альфастим 0,4 %	Радифарм 0,4 %



Рисунок 2 – Привитые растения арбуза в камере сращивания, вариант с освещением и адаптацией

На 6-й день корневая система появилась у образцов с досветкой (но без применения стимуляторов). На вариантах без досвечивания корня не было. На вариантах с досвечиванием и применением стимуляторов корень оплел уже 30 % стаканчика.

На 7-й день на листьях растений без адаптации начали появляться гнили. На образцах, где была адаптация, повреждений на листьях не наблюдалось.

На 8-й день (24.09.22 г.) растения разместили в теплице в затемненное место на 2 дня.

На 12-й день провели подсчет приживаемости растений, отмыв и взвешивая корневой системы.

Анализ полученных результатов показал, что наибольшее влияние на процент приживаемости привитой рассады арбуза оказало досвечивание: так, на контроле прибавка на вариантах с досветкой составила 84–89 %, на вариантах без дополнительного освещения приживаемость была очень низкая – 4–6 %.

Дифференцированный режим увлажнения также оказал влияние на адаптацию привитых растений и способствовал увеличению процента приживаемости на вариантах с досветкой от 6 % на контроле до 8 % на варианте со стимулятором роста Радифарм.

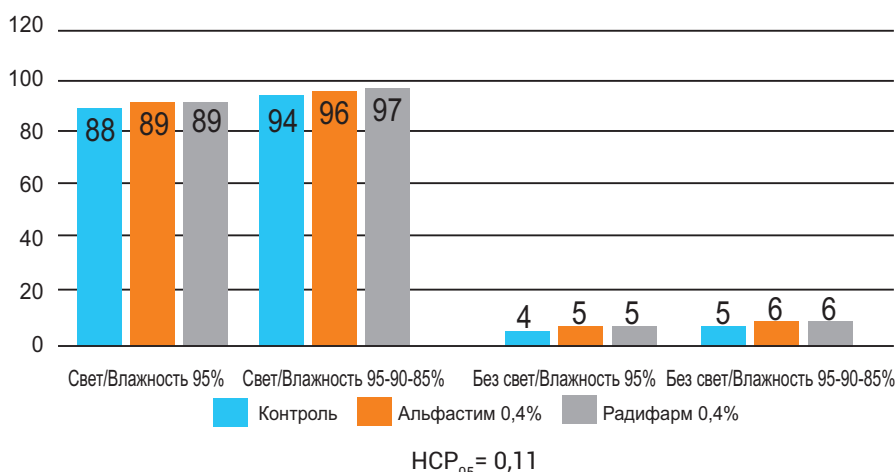


Рисунок 3 – Приживаемость растений на 12-й день, %

Применение стимуляторов роста оказало незначительное влияние на приживаемость рассады арбуза, наибольшая прибавка – 3 % – отмечена на варианте с дифференцированным режимом увлажнения и применением стимулятора роста Радифарм на фоне досвечивания.

Анализ динамики нарастания корневой массы у привитой рассады арбуза показал, что применение стимуляторов роста и дифференциация режима увлажнения оказывали значительное влияние на рост и развитие корневой системы. При этом режим

увлажнения 95-90-85 % увеличивал прирост корневой массы от 15,4 % на контрольном варианте, до 15,8 на варианте с применением стимулятора роста Радифарм.

Все применяемые стимуляторы роста оказали значительное положительное влияние на процесс корнеобразования привитой рассады арбуза. Применение стимулятора роста Альфастим способствовало увеличению массы корневой системы на 38,5 % на фоне режима увлажнения 95 % и на 33,3 % при дифференцированном увлажнении. Стимуля-

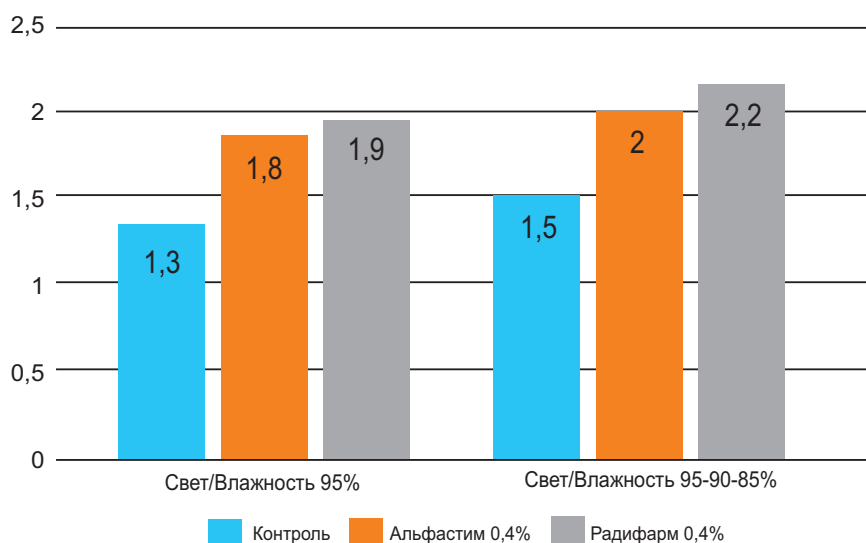


Рисунок 4 – Масса корневой системы на 12-й день (среднее значение), г



Рисунок 5 – Развитие корневой системы на 12-й день, вариант с освещением и адаптацией

тор роста Радифарм оказал наибольшее влияние на корненакопление, прибавка на этом варианте составила соответственно 46,2 и 46,7 %.

Отмыв и взвешивание корневой системы у образцов без освещения не проводили по причине низкой приживаемости растений.

По полученным данным можно сделать вывод, что освещение привитых растений в камере светодиодными лампами (синий и красный спектры) помогает наращивать корневую систему у подвоя и благотворно влияет на сращивание привитых растений.

Заключение. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что применение стимуляторов-корнеобразо-

вателей на привитой рассаде в период сращивания с применением светодиодного освещения позволяет формироваться корневой системе на 2 дня раньше в сравнении с контролем.

Плавное снижение влажности (95-90-85 %) увеличивает приживаемость рассады у контроля на 7 %, а применение стимуляторов-корнеобразователей Альфастима и Радифарма – на 8-9 % соответственно.

Наибольший прирост корневой системы при использовании стимуляторов роста с поддержанием влажности 95-90-85 % был получен на Радифарме: он составил 47 % по отношению к контролю (без стимулятора роста) и на 15,8 % без плавного снижения влажности.

Список источников:

1. Алексашенкова П. С. Влияние досвечивания и адаптации на сращивание привитой рассады арбуза // Материалы XXVII Региональной конференции молодых ученых и исследователей Волгоградской области (Волгоград, 10–11 ноября 2022 года) / Волгоградский государственный аграрный университет. Волгоград, 2023. С. 3-6.
2. Выращивание листового салата в светодиодной облучательной камере / И.В. Юдаев, Д. И. Чарова, А. С. Феклистов [и др.] // Сельский механизатор. 2017. №1. С. 20-21.
3. Корнилова Г. С., Егоров М.Ю. Сравнительный анализ фитоламп и их применение для досвечивания растений // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: матер. XVII Межд. науч.-практ. конф. (Великие Луки, 07 апреля 2022 г.). Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. С. 190-196.
4. Alexopoulos A. A., Kondylis A., Passam H. C. Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. // Food Agric. Environ. 2007. 5, 178–179.
5. Chilling-induced tomato flavor loss is associated with altered volatile synthesis and transient changes in DNA methylation / B. Zhang, D. Tieman, C. Jiao, Y. Xu, K. Chen, Z. Fei et al. // Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 2016. 113.
6. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation / J.M. Lee, C. Kubota, S.J. Tsao, Z. Bie, P. Hoyos Echevarria, L. Morra, M. Odag // Sci Hortic, 2010. 127, 93-105.
7. Koukounaras A., Siomos A. Effects of light spectra from light-emitting diodes on the growth and quality of grafted watermelon seedlings, 2020. 20-22.
8. Lee J.M., Oda M. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. In: Janick J. (ed), Horticultural Review. John Wiley & Sons, New York, 2003. pp. 61–124.
9. Louws F.J., Rivard C.L., Kubota C. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds // Sci Hortic, 2010. 127, 127–146.
10. New approach to study stimulating effect of the pre-sowing barley seeds treatment in the electromagnetic field / A.S. Kasakova, I.V. Yudaev, M.G. Fedorishchenko et al. // OnLine Journal of Biological Sciences. 2018. №18(2). 197-207.
11. The influence of rootstock selection on fruit quality attributes of watermelon / B. D. Bruton, W. W. Fish, W. Roberts, T. W. Popham // Open Food Sci. J. 2009. 3, 15–34.
12. Watermelon Seedlings / Filippas Bantis, Christodoulos Dangitsis, Athanasios Koukounaras, 2. Influence of Light Spectra from LEDs and Scion and Rootstock Genotype Combinations on the Quality of Grafted 020, 18-21.
13. Огурцы, дыни, арбузы прививка на тыкву. Технология пошагово. <https://gavrihprof.ru/info/publications/ogurcy-dyni-arbuzy-privivka-na-tykvu-tehnologiya-poshagovo>

References:

1. Aleksashenkova P. S. The influence of additional illumination and adaptation on the splicing of grafted watermelon seedlings // Materials of the XXVII Regional Conference of Young scientists and researchers of the Volgograd region, Volgograd, November 10-11, 2022 / Volgograd State Agrarian University. Volgograd, 2023. P. 3-6.
2. Growing lettuce in an LED irradiation chamber / I.V. Yudaev, D. I. Charova, A. S. Feklistov [et al.] // Rural mechanizer. 2017. No. 1. P. 20-21.
3. Kornilova G. S., Egorov M.Yu. Comparative analysis of phytolamps and their application for additional illumination of plants // Scientific and technological progress in agricultural production: mater. of the XVII Inter. Scien. and Pract. Conf. (Velikiye Luki, April 07, 2022). Velikiye Luki: Velikiye Luki State Agricultural Academy, 2022. P. 190-196.
4. Alexopoulos A. A., Kondylis A., Passam H. C. Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. // Food Agric. Environ. 2007. №5. P. 178–179.
5. Chilling-induced tomato flavor loss is associated with altered volatile synthesis and transient changes in DNA methylation / B. Zhang, D. Tieman, C. Jiao, Y. Xu, K. Chen, Z. Fei et al.. // Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 2016. 113.
6. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation / J.M. Lee, C. Kubota, S.J. Tsao, Z. Bie, P. Hoyos Echevarria, L. Morra, M. Odag // Sci Hortic, 2010. 127. P. 93-105.
7. 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.
8. Lee J.M., Oda M. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. In: Janick J. (ed), Horticultural Review. John Wiley & Sons, New York, 2003. P. 61-124.
9. Louws F.J., Rivard C.L., Kubota C. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds // Sci Hortic. 2010. Vol. 127. P. 127–146.
10. New approach to study stimulating effect of the pre-sowing barley seeds treatment in the electromagnetic field / A.S. Kasakova, I.V. Yudaev, M.G. Fedorishchenko [et al.] // OnLine Journal of Biological Sciences. 2018. №18(2). P. 197-207.
11. The influence of rootstock selection on fruit quality attributes of watermelon / B. D. Bruton, W. W. Fish, W. Roberts, T. W. Popham // Open Food Sci. J. 2009. №3. P. 15–34.
12. Watermelon Seedlings / Filippas Bantis, Christodoulos Dangitsis, Athanasios Koukounaras, 2. Influence of Light Spectra from LEDs and Scion and Rootstock Genotype Combinations on the Quality of Grafted 020, 18-21.
13. Cucumbers, melons, watermelons are vaccinated on pumpkin. The technology is step-by-step. <https://gavrihprof.ru/info/publications/ogurcy-dyni-arbuzy-privivka-na-tykvu-tehnologiya-poshagovo>

УДК 633.15

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-4

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА МНОГОПОЧАТКОВОСТЬ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ

THE INFLUENCE OF SOWING DATES ON THE MULTI-TILLAGE OF CORN IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE REPUBLIC OF INGUSHETIA

Базгиев М.А., кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ishos06@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7529-6171
Цицкиев З.М., кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом семеноводства, zakre.cickiev@yandex.ru, ORCID: 0009-0009-3613-9630
Бузуртанов А.И., младший научный сотрудник, ORCID:0000-0002-3438-5987, buzurtanov.aslanbek@mail.ru
Бадургова К.Ш., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, kulsum1977@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8203-2481

ФГБНУ «Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г. Сунжа, ул. Осканова, 50.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № 1021060207428-1-4.1.1 Разработать элементы адаптивно-ландшафтной системы земледелия обеспечивающие устойчивость агроландшафтов, воспроизводство почвенного плодородия и более полную реализацию биологического потенциала сельскохозяйственных культур. (FNMZ-2022-0005). В рамках реализации Государственного задания и Плана научно-исследовательской работы ФГБНУ «Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» на 2022-2024 годы (на 2023 г.).

Bazgiev M.A., Candidate of Agricultural Sciences. PhD, director, ishos06@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7529-6171
Tsitskiev Z.M., Candidate of Agricultural Sciences, head. Seed Department, zakre.cickiev@yandex.ru, ORCID: 0009-0009-3613-9630
Buzurtanov A.I., Junior research assistant, ORCID: 0000-0002-3438-5987, buzurtanov.aslanbek@mail.ru
Badurgova K.Sh., Candidate of Agricultural Sciences. PhD, Leading Researcher. kulsum1977@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8203-2481

FGBNU "Ingush Research Institute of Agriculture", Sunzha, Oskanov str., 50.

The work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 1021060207428-1-4.1.1 To develop elements of an adaptive landscape system of agriculture that ensure the stability of agricultural landscapes, reproduction of soil fertility and fuller realization of the biological potential of agricultural cultures (FNMZ-2022-0005). As part of the implementation of the State Task and the Research Work Plan of the Federal State Budgetary Institution "Ingush Scientific Research Institute of Agriculture" for 2022-2024 (for 2023).

Представлены исследовательские данные по многопочатковости кукурузы, проведенные в лесостепной зоне республики Ингушетия на опытном поле Ингушского НИ-ИСХ. В опыте были проведены исследования с линией кукурузы «Тетра – 1» по выявлению самых оптимальных сроков сева на многопочатковость и образование зеленой массы. На многопочатковость кукурузы, помимо генетических, физиологических факторов, решающее значение имеют также и агротехнические приемы, такие как сроки посева кукурузы. При возделывании кукурузы одним из ключевых факторов комплекса агроприемов по повышению и получению максимальной рентабельности кукурузы являются оптимальные сроки ее посева. Стратегической задачей экономики является продовольственная безопасность [4]. Строят эту безопасность не только на уровне регионов, областей или предприятий страны, но и на уровне индивидуальных хозяйств, чтобы аграрии владели информацией и имели представление, где и какая культура максимально реализует свой природный потенциал.

The article presents the research data on the multi-tillage of corn, conducted in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia on the experimental field of the Ingush Research Institute. In the experiment, studies conducted with the "Tetra – 1" corn line were carried out to identify the most optimal sowing dates for multi-tillage and the formation of green mass. In addition to genetic, physiological factors, agrotechnical techniques, such as the timing of corn sowing, are also crucial for the multi-tillage of corn. When cultivating corn, one of the key factors of the complex of agricultural practices to increase and maximize the profitability of corn is the optimal timing of its sowing. The strategic task of the economy is food security [4]. They build this security not only at the level of regions, regions or enterprises of the country, but also at the level of individual farms, so that farmers have information and have an idea where and which culture maximizes its natural potential.

Ключевые слова: многопочатковая кукуруза, линия, срок высева, урожайность.

Keywords: Multi-corn, line, seeding period, yield.

Для цитирования: Базгиев М.А., Цицкиев З.М., Бузуртанов А.И., Бадургова К. Ш. Влияние сроков сева на многопочатковость кукурузы в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 20-23. <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-4>.

For citation: Bazgiev M.A., Tsitskiev Z.M., Buzurtanov A.I., Badurgova K. Sh. The influence of sowing dates on the multi-tillage of corn in the conditions of the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia. Irrigated agriculture. 2023;4(43):20-23. (In Russ.). <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-4>.

Введение. Кукуруза – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. Ее уникальность состоит в высокой потенциальной урожайности и широкой универсальности использования [7].

В ней содержится масса полезных микроэлементов (магний, натрий, кальций, фтор и др.), незаменимых для полноценной работы сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем человека, а также каротиноиды, необходимые для здоровья глаз. В початках содержится легкоусвояемый белок. Зерна обладают большим количеством растительного белка, нежели у других злаковых растений.

Из кукурузы получают следующие продукты переработки: муку, крахмал, сироп, масло, патоку, кристаллическую глюкозу, полиолы, сухие корма для животных и глютен. Кукурузная мука применяется для изготовления многих продуктов питания, таких как хлебобулочные изделия, всевозможные закуски, чипсы и другое. Кукуруза используется также в пивоваренной, спиртовой и консервной промышленности. В зерне кукурузы содержится 65-70 % углеводов, 9-12 % белков, 4-8 % жира, 1,5 % минеральных солей, 2,5 % клетчатки, витамины и 14-15 % воды. Из кукурузы получают масло (в зародышах зерна содержится до 30 % жира, витамина Е, аскорбиновой и глутаминовой кислот). Незрелые початки употребляются в пищу в сыром, отваренном и консервированном виде. Пестичные столбики используют в медицине [11].

В последние годы наблюдается тенденция увеличения валового сбора зерна кукурузы, что свидетельствует о повышенном интересе со стороны сельхозтоваропроизводителей к данной культуре. Активно проводится селекционная работа по созданию гибридов кукурузы всех групп спелости, при этом особое внимание уделяется повышению урожайности, устойчивости к вредителям и болезням, а также адаптационной способности к экологическим факторам внешней среды [8].

Все вышеизложенное говорит о том, что увеличение посевов кукурузы – это необходимость, что ей должно быть уделено особое внимание как культуре, дающей высокие урожаи зерна, зеленой массы и позволяющей быстро решать вопросы полного обеспечения скота сочными и концентрированными кормами, а промышленность – сырьем для переработки [10]. Многопочатковая кукуруза давно привлекает селекционеров как источник повышения

урожайности зерна и силосной массы кукурузы за счет увеличения числа початков на растении [9].

Многопочатковая кукуруза из-за асинхронного цветения и созревания нижних початков уступает по технологичности и урожайности однопочатковой [6].

Кукуруза относится к теплолюбивым растениям. Кукуруза – растение, не требующее сложных агротехнических приемов возделывания для получения относительно высоких урожаев зерна и зеленой массы. Кукуруза благоприятно произрастает в лесостепной зоне Республики Ингушетия. Хорошими предшественниками кукурузы являются зерновые и зернобобовые культуры. [12]. В связи с небольшими площадями посевных полей в Республике Ингушетия получение многопочатковой кукурузы и изучение наиболее благоприятных агротехнических приемов ее возделывания является актуальным для отрасли сельского хозяйства Ингушетии.

Цель исследований. Исследование оптимальных сроков возделывания многопочатковой кукурузы в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия.

Задачи исследований. Установление оптимальных сроков сева кукурузы, способствующее наступлению фенологических фаз, образованию и развитию двух и более початков кукурузы и максимального количества зеленой массы с целью максимальной реализации биологического потенциала кукурузы, избежав наиболее засушливые периоды в данной территориальной зоне.

Материалы и методы. Исследования проходят на базе Ингушского НИИСХ. В программе исследования используют

исходный материал – линию «Тетра – 1» второго года высева в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия.

Почва благоприятная для возделывания кукурузы (слабо выщелоченный чернозем до 4,5 % гумуса). Предшественник – овощные культуры. Посев проводится в 4 срока в трехкратной повторности с густотой стояния растений – 8 растений на 1 м². Размер делянок – 32 м², одна повторность и 96 м², состоящая из 3 делянок на один срок высева. Способ посева широкорядный – 70 см.

Для изучения роста и развития кукурузы проводились фенологические наблюдения: определение фазы развития растений по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Результаты и обсуждение. В течение вегетации проводились фенологические наблюдения по датам. Всходы появились в среднем через 7-11 дней после посева по 3-м срокам посева, на 4-м сроке всходы появлялись очень долго и изреженно в течение 12-18 дней в зависимости от климатических условий. В течение вегетационного периода по всем фазам фенологического развития лидировали растения начальных трех сроков посева, растения 4-го срока посева отставали в росте и развитии по фенологическим фазам. Посевы всех вариантов опыта проводились без внесения органических и минеральных удобрений до посева, после посева и в течение вегетации, без применения мелиоративных мероприятий. В результате исследования получили следующие данные по количеству початков в определенные вегетационные дни (таблица 1).

Таблица 1 – Количество початков кукурузы по фенологическим фазам развития

Дата посева	Фенологическая фаза и день вегетационного периода	Количество трех початковых растений, %	Количество одно початковых растений, %	Количество двух початковых растений, %	Густота стояния растений, шт. на кв.
30.04.2023 г.	111 день, фаза восковой спелости	91,75	6,25	2	8
10.05.2023 г.	101 день, фаза молочно-восковой спелости	79,38	15,62	5	8
20.05.2023 г.	91 день фаза молочно-восковой спелости	68	25	7	8
30.05.2023 г.	81 день, фаза налива зерна (молочной спелости)	21,9	3,12	1	7

Как видно из таблицы 1, во втором и третьем сроках посева кукурузы линии «Тетра – 1» второго года посева в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия происходит наиболее интенсивный рост и образование как однопочатковой, так и многопочатковой кукурузы. В 4-м варианте посева густота стояния растений наиболее ущемленная, они отстают в фенологическом развитии, растения в некоторых рядах изреженные. Это говорит о том, что погодные условия в данном сроке посева являются слишком поздними и неблагоприятными для роста и развития кукурузы. Метеорологические условия за последние 2 года в лесостепной зоне Республики Ингушетия существенно не изменились и аналогичны статистическим данным метеорологических наблюдений Росгидромета за 2016-2017 гг., которые приведены ниже в таблице 2

Густота стояния растений – сильнодействующий фактор, в большей степени определяющий эффективность использования почвенного плодородия. По сравнению с другими культурами семейства злаковых кукурузу возделывают при наименьшей плотности стеблестоя, довольно сильно варьи-

Таблица 3 – Формирование фотосинтетического аппарата кукурузы

Дата посева	Количество листьев, шт. на 1 раст.	Высота растения, см	Общая сумма длины всех листьев одного растения, см ²	Общая сумма ширины всех листьев одного растения, см ²	Площадь листовой поверхности см ² / 1 растение
30.04.2023 г.	14	250	8,92	67,64	404,0
10.05.2023 г.	14	262	9,33	69,64	435,3
20.05.2023 г.	14	260	10,96	75,5	554,4
30.05.2023 г.	12	242	8,04	67,66	364,5

Таблица 4 – Фотосинтетический потенциал кукурузы

Дата посева	Количество дней вегетации	Площадь листьев, см ²	Фотосинтетический потенциал, млн м ²
30.04.2023 г.	111	404	44844
10.05.2023 г.	101	435,3	39612
20.05.2023 г.	91	554,4	55994
30.05.2023 г.	81	364,5	29522

рующей в зависимости от морфобиологических особенностей гибридов и зональных условий. В связи с этим оптимизация густоты стояния растений кукурузы является одним из важных и одновременно доступных способов повышения урожайности. В агрономическом отношении важен урожай не одно-

го отдельно взятого растения, но и сбор с единицы площади. Изреженные посева могут обеспечить высокую индивидуальную продуктивность растений, но при недостаточном их количестве на единице площади могут резко снижать урожай [2].

Данная сумма температур и осадков в течение вегетационного периода является благоприятной для растений кукурузы 2-го и 3-го сроков посева в образовании максимального количества початков на одном растении кукурузы.

Следующими факторами исследований, характеризующими будущую урожайность, являются площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал растений. Фотосинтез составляет основу первичной биологической продуктивности природных экосистем и определяет формирование урожая в посевах сельскохозяйственных растений. Фотосинтетический потенциал (ФП) – это показатель, суммирующий как значение размера площади листьев, так и продолжительность времени их работы. Это интегральный показатель, характеризующий светопоглощающую способность посевов, величина которого находится в прямой зависимости с накоплением органической массы посевами [3].

В следующей таблице рассмотрим фотосинтетический потенциал кукурузы согласно полученным фенологическим наблюдениям.

Расчеты фотосинтетического потенциала кукурузы проведены согласно общепринятой методике подсчетов (А.М. Рябчиков). Его определяют суммированием площади листьев за каждый день вегетации или умножением средней площади листьев (L ср) на длину вегетационного периода (Т):

Фотосинтетический потенциал (ФП) оказался наиболее высоким у вариантов

Таблица 2 – Метеорологические условия в годы проведения исследований

Год/месяц	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	17,2	18,4	38,8	24,8	21,4	13,9	21,8	8,8	38	17,9
2	12,6	19,6	33,1	41,3	8,3	16,9	13,2	17,9	26	4,0
3	19,6	42,9	36,7	29,4	41,2	45,4	25,4	48,6	35	27,7
4	12,5	41,7	99,9	86,2	111,0	91,7	129,3	29,3	59	34,8
5	190,1	185,4	61,5	108,4	773,	26,1	87,7	79,4	177	99,3
6	38,8	163,9	157,4	185,3	178,7	84,5	104,9	98,1	96	21,1
7	48,4	99,1	72,9	46,8	65,6	77,5	78,5	25,3	68	50,4
8	35,3	83,1	11,5	175,1	93,0	80,2	13,1	75,8	35	37,9
9	142,2	159,5	39,1	60,8	15,9	55,7	16,7	5,7	32	8,2
10	12,9	50,4	84,9	110,5	6,6	32,7	60,4	51,8	97	33,8
11	14,5	46,4	3,2	42,6	23,6	7,2	34,1	17,3	9	25,1
12	29,2	10,9	0,0	1,5	46,4	11,9	13,6	44,9	11	25,9

Температура воздуха (градус)

1	-1,8	-1,3		-1,0	-2,1	1,3	-0,9	+0,2	-1,25	-0,15
2	-0,6	3,0		-4,0	-5,6	4,1	-0,3	1,35	+4,6	+0,2
3	9,7	5,9		+2,4	-3,9	7,2	7,4	5,15	6,7	+6
4	9,6	9,1		6,7	16,5	12,7	11,4	9,8	13,5	11,3
5	16,3	16,6		14,0	20,1	20,3	19,5	17,1	16,7	16,6
6	19,9	22,3		18,5	23,7	22,9	22,0	21	19,7	20,9
7	24,7	25,0		23,4	24,3	23,9	24,0	24,5	23,6	25,0
8	24,9	21,6		19,9	24,7	23,0	26,4	28,8	25,4	25,4
9	18,1	17,9		15,8	20,3	17,5	18,5	22	18,2	20,9
10	12,2	13,5		10,3	15,7	11,3	10,1	10,2	11,3	11,4
11	6,5	+7,4		-1,2	+8,5	7,2	4,4	7,4	4,2	5,1
12	-0,7	+3,2		-1,3	+1,4	1,1	+2,4	-2,8	-1,7	+2,9

первого и второго сроков сева, в третьем По результатам фенологических наблюдений видно, что максимально подходящими сроками для высева кукурузы в лесостепной зоне Республики Ингушетия являются варианты второго (10.05.2023 г.) и третьего срока (20.05.2023 г.) высева, ФП кукурузы первого срока сева имеет преимущественный результат вследствие того, что она посеяна в первый срок сева – 30.04.2023 г. и имеет более продолжительный период вегетации на 19.05.2023 г. (111 дней).

Агротехнические мероприятия по борьбе с сорняками велись как ручную, так и с помощью малой сельхозтехники – мотоблока с навесным оборудованием к нему без применения

гербицидов. На посевах кукурузы наиболее распространёнными сорняками были как малолетние, так и многолетние. Наиболее часто встречавшиеся из них, такие как вьюнок полевой, амброзия, пастушья сумка, пырей ползучий, свинорой, татарник колючий, осот огородный и другие [5].

Заключение. Проведенное исследование показало, что одним из ключевых факторов комплекса агроприемов для получения максимально рентабельной и высокоурожайной продукции многопочатковой кукурузы и зеленой массы в лесостепной зоне Республики Ингушетия являются сроки высева кукурузы, а именно посев в середине мая – начиная с 10.05.2023 г.

до 20.05.2023 г. Поздний посев кукурузы (31.05.2023 г.) не дал необходимых результатов, всходы появлялись очень долго и неравномерно, а появившиеся растения кукурузы в фазе появления четвертой пары листьев и до цветения подверглись воздействию высоких температур летнего периода, что отразилось на образовании малой доли початков, слабом развитии стеблевого и листового аппарата кукурузы, вследствие нехватки влаги именно в период выметывания и цветения метелки. Поэтому поздний посев кукурузы на зерно проводить нерентабельно и не имеет смысла, так как может привести к получению малого количества урожая зерна и зеленой массы.

Список источников:

1. Агроэкологическое микрорайонирование территории, адаптивное размещение и технология возделывания основных полевых культур в центральной части Северного Кавказа / М.И. Тангиев, М.М. Кодзоев, А.М. Точиев, М.А. Базгиев, З.М. Цицкиев, Х.А. Малкандуев, А.М. Ашхотов А.Х. Малкандуева, Д.А. Тутукова. Нальчик, 2012. 331 с.
2. Густота стояния растений кукурузы – важный фактор формирования высокопродуктивных агроценозов кукурузы / Д.В. Лужинский, Д. Н. Володькин, Н. Ф. Надточаев, А.З. Богданов // Земледелие и растениеводство. 2019. №2. С. 7-13.
3. Кошелева И. К. Оптимизация приемов возделывания кукурузы на зерно в условиях лесостепи Среднего Поволжья: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Кинель, 2018. С. 82.
4. Методика минимизации риска снижения производства продукции сельского хозяйства / Р.М. Бисчоков, А.А. Аджиева, Р.Х. Кудяев, Ф.Х. Тукова, С.Р. Тхайцухова. Нальчик, 2014. 287 с.
5. Накаев С.-М.А., Оказова З.П. Видовой состав сорных растений посевов кукурузы лесостепной зоны Чеченской республики // Успехи современного естествознания. 2016. №12 Ч.2. С. 314-318.
6. Селекция многопочатковой кукурузы с синхронным цветением початков на основе отдаленных гибридов с теосинте / Э.Б. Хатефов, Г.В. Матвеева, С.П. Аппаев и др. // Кукуруза и сорго. 2020. № 1. С. 3-11.
7. Современная технология возделывания / А.П. Шиндин, В.Н. Багринцева и др.; под общей редакцией академика РАСХН В.С. Сотченко. 2-е издание, дополненное. М., 2012. С. 149.
8. Сотченко Е.Ф., Конарева Е.А. Устойчивость гибридов кукурузы к распространенным основным болезням и вредителям // Кукуруза и сорго. 2018. № 4. С. 3.
9. Хатефов Э.Б., Матвеева Г.В. Создание и изучение многопочатковых линий кукурузы // АПК России. 2018. Т. 25, № 2. С. 234-243.
10. Хачидогов А.В., Кагермазов А.М. Экологическое сортоиспытание перспективных гибридов кукурузы в предгорной зоне Кабардино-Балкарии // Научная жизнь. 2019. Т. 14. Вып. 6. С. 893-909.
11. Химический состав зерна кукурузы и содержание в нем каротина / И. С. Жолобова, Н. А. Гранкина, В. В. Борисенко, В. И. Николаенко // Молодой ученый. 2015. №5.1 (85.1). С. 9-12.
12. Цуров А.М. Продуктивность культурных растений в зоне черноземных почв Восточного Предкавказья. Магас: ООО «Кеп», 2013. 102 с.

References:

1. Agroecological microdistricting of the territory, adaptive placement and technology of cultivation of the main field crops in the central part of the North Caucasus / M.I. Tangiev, M.M. Kodzoev, A.M. Tochiev, M.A. Bazgiev, Z.M. Tsitskiev, H.A. Malkanduev, A.M. Ashkhotov A.H. Malkandueva, D.A. Tutukova. Nalchik, 2012. 331 p.
2. The density of standing corn plants is an important factor in the formation of highly productive agrocenoses of corn / D.V. Luzhinsky, D. N. Volodkin, N. F. Nadtochaev, A.Z. Bogdanov // Agriculture and crop production. 2019. No.2. pp. 7-13.
3. Kosheleva Irina Kamishanovna. Optimization of corn cultivation techniques for grain in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region: dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Kinel, 2018. p. 82., 178 pages.
4. Methodology for minimizing the risk of reducing agricultural production / R.M. Bischokov, A.A. Adzhieva, R.H. Kudaev, F.H. Tukova, S.R. Taitsokhova. Nalchik, 2014. 287 p.
5. Nakaev S.-M.A., Okazova Z.P. Species composition of weeds of corn crops in the forest-steppe zone of the Chechen Republic // Successes of modern natural science. 2016. No. 12 (part 2) pp. 314-318.
6. Breeding of multi-corn with synchronous flowering of cobs based on distant hybrids with teosinte / E.B. Khatefov, G.V. Matveeva, S.P. Appaev et al. // Corn and sorghum. 2020. No. 1. pp. 3-11.
7. Modern technology of cultivation / Shindin A.P., Bagrintseva V.N. et al. Corn; under the general editorship of Academician RASKHN V.S. Sotchenko 2nd edition, supplemented. M., 2012. p. 149.
8. Sotchenko E.F., Konareva E.A. Resistance of corn hybrids to common major diseases and pests // Corn and sorghum. 2018. No. 4. P. 3.
9. Khatefov E.B., Matveeva G.V. Creation and study of multipatch corn lines // Agroindustrial Complex of Russia, 2018. Vol. 25 No. 2 pp. 234-243.
10. Khachidogov A.V., Kagermazov A.M. Ecological variety testing of promising corn hybrids in the foothill zone of Kabardino-Balkaria // Scientific life. 2019. Vol. 14. Issue. 6. pp. 893-909.
11. Chemical composition of corn grain and the content of carotene in it / I. S. Zholobova, N. A. Grankina, V. V. Borisenko, V. I. Nikolaenko // Young scientist. 2015. No. 5.1 (85.1). pp. 9-12.
12. Tsurov A.M. Productivity of cultivated plants in the zone of chernozem soils of the Eastern Caucasus. Magas: LLC "Kep", 2013. 102 p.

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СОРТОВ СОИ ЮЖНОГО ЭКОТИПА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЛИНЕЙКИ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПИТАНИЯ

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF SOYBEAN VARIETIES OF THE SOUTHERN ECOTYPE IN PROVIDING A BALANCED NUTRITION LINE

¹**Л.Н. Медведева**, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник, milena.medvedeva2012@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-3650-2083

²**И.Г. Бондарик**, Vp.bondarik@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-6617-1801

¹**L.N. Medvedeva**, Doctor of Economics, Leading Researcher, milena.medvedeva2012@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-3650-2083

²**I. G. Bondarik**, Vp.bondarik@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-6617-1801

¹ВНИИОЗ-филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» (Россия)

²ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» (Россия)

¹VNIIOZ-branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «FNTs VNIIGiM them. A.N. Kostyakov», Russian Federation

²FGBNU «All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after V.I. A.N. Kostyakova», Russian Federation

Увеличение продолжительности жизни является реальностью наших дней, вскоре на планете будет более одного миллиарда людей в возрасте 60+. Ученые считают, что видовой предел жизни человека – 100 лет и сегодняшняя средняя продолжительность в 78 лет указывает на преждевременное старение по причине несбалансированного питания, наличия хронических заболеваний. Направленность разработок пищевых модулей геронтологического профиля на основе сбалансированного сочетания белков, жиров и углеводов предопределяет использование качественного сельскохозяйственного сырья, получаемого с помощью природосберегающих технологий. Одно из селекционных направлений волгоградской аграрной школы – выведение сортов сои южных экотипов с заданными свойствами. Гипотеза исследования сводится к ретроспективному анализу сортов сои южного экотипа, возделываемых в Волго-Донском междуречье, обоснованию использования в линейке продуктов сбалансированного питания. Целью исследования стало изучение условий возделывания и анализ сортов сои южного экотипа, возделываемых на орошении, определение перспектив использования в линейке сбалансированного питания. Объектами исследования были выбраны: сорта сои южного экотипа, условия возделывания в Волго-Донском междуречье, организация медицинских исследований на базе госпиталя участников войны (Волгоград). Выводы. Ретроспективный анализ сортов сои южного экотипа, условий возделывания и проведенные медицинские исследования позволили предложить их использование в линейке сбалансированного питания для пожилых людей. Анализ показал, что сорта сои южного экотипа селекции ВНИИОЗ, обладают высокопротеиновым генотипом (содержание белка до 40%), могут использоваться в линейке сбалансированного питания. Наиболее перспективными в этом плане являются сорта сои: Волгоградка 1, Волгоградка 2, ВНИИОЗ 86. Селекционная деятельность ученых ВНИИОЗ направлена на расширение ареала возделывания сои на орошении.

Increasing life expectancy is a reality of our days; soon there will be more than one billion people on the planet aged 60+. Scientists believe that the species limit of human life is 100 years and today's average lifespan of 78 years indicates premature aging due to unbalanced nutrition and the presence of chronic diseases. The focus of the development of gerontological food modules based on a balanced combination of proteins, fats and carbohydrates predetermines the use of high-quality agricultural raw materials obtained using environmentally friendly technologies. One of the breeding directions of the Volgograd agricultural school is the breeding of soybean varieties of southern ecotypes with specified properties. The research hypothesis boils down to a retrospective analysis of soybean varieties of the southern ecotype cultivated in the Volga-Don interfluvium, justifying the use of balanced nutrition products in the line. The purpose of the study was to study the cultivation conditions and analyze soybean varieties of the southern ecotype, cultivated under irrigation, and determine the prospects for use in a line of balanced nutrition. The objects of the study were: soybean varieties of the southern eco-pit, cultivation conditions in the Volga-Don interfluvium, organization of medical research on the basis of the hospital for war veterans (Volgograd). Conclusions. A retrospective analysis of soybean varieties of the southern ecotype, cultivation conditions and medical studies made it possible to propose their use in a line of balanced nutrition for the elderly. The analysis showed that soybean varieties of the southern ecotype bred by VNIIOZ have a high-protein genotype (protein content up to 40%) and can be used in a balanced nutrition line. The most promising soybean varieties in this regard are: Volgogradka 1, Volgogradka 2, VNIIOZ 86. The breeding activities of VNIIOZ scientists are aimed at expanding the area of soybean cultivation in irrigation.

Ключевые слова: сельское хозяйство, междуречье, орошаемое земледелие, селекция сои, сбалансированная линейка питания, гликемический индекс.

Для цитирования: Медведева Л.Н., Бондарик И.Г. Ретроспективный анализ сортов сои южного экотипа в обеспечении линейки сбалансированного питания // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 24-31. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-5>.

Keywords: agriculture, interfluve, irrigated agriculture, soybean selection, balanced nutrition, glycemic index.

For citation: Medvedeva L.N., Bondarik I.G. Retrospective analysis of soybean varieties of the southern ecotype in providing a balanced nutrition line. Irrigated agriculture. 2023;4(43):24-31. (In Russ.). <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-5>.

Введение. Количество людей старших возрастов постоянно увеличивается, по данным ВОЗ, к 2025 году их станет более одного миллиарда. Одним из доминантных направлений государственной политики Российской Федерации является принятие программ активного долголетия, способствующих созданию условий для здорового образа жизни, занятий физической культурой, организации производства продуктов сбалансированного питания, предотвращающих клиническую симптоматику хронических болезней [2, 10]. С каждым годом все больше внимания уделяется персонализированной медицине – новой интегративной концепции здравоохранения, которая позволяет прогнозировать индивидуальную предрасположенность к определенному набору болезней, обеспечить индивидуальное лечение и разработку пищевых модулей для сбалансированного питания [1]. Значительную роль в продвижении здорового образа жизни играют международные конвенции, в числе которых: Венский план действий по проблемам старения, Мадридский меморандум по долголетию, Шанхайская платформа по старческой активности, Российская стратегия по производству товаров для пожилых людей и больных диабетом [2, 19]. С пищей в организм поступает более 600 различных веществ, полностью обеспечивающих человека не только энергией, но и основными пищевыми элементами, макро-, микронутриентами, способствующими повышению иммунитета. Научная школа по вопросам питания Волгоградского медицинского университета совместно с учеными ВНИИОЗ (Волгоград) проводит исследования по включению в рацион питания пожилых людей продуктов, содержащих растительный белок [2]. При производстве сбалансированных продуктов питания большое внимание уделяется сырью, из которого они производятся, а также агротехнологиям возделывания [3]. Продукты питания, получаемые с использованием сои, отличаются высокой биологической ценностью, превосходят по ряду параметров продукты животного происхождения. В отличие от некоторых растительных белков,

соевый содержит все девять незаменимых аминокислот, которые человеческий организм не может вырабатывать самостоятельно [13]. По объемам мирового производства соя занимает 4-е место, уступает пшенице, рису и кукурузе. Ведущими странами по производству и поставке сои на мировой рынок являются: США (40 % рынка), Бразилия (27,4 %), Аргентина (16,9 %) и Китай (13 %) [18, 20]. В ЕС принята программа по импортозамещению сои и расширению северных границ возделывания [14]. В России производится 5,5 млн тонн сои в год на экспорт, в основном в Китай, отправляется около 1 млн тонн (рисунок 1).

отбором наиболее перспективных для производства продуктов сбалансированного питания. Третье – обеспечивало проведение медицинских исследований по включению в рацион питания пожилых людей продуктов, имеющих в своем составе сою. В арсенал исследования вошли: аналитический и ситуационный подход, тестирование и медицинское наблюдение, использование Check up – технологии. Для оценки когнитивных функций участников эксперимента использовалась методика Краюшкина С.И., 2021, госпитальные тесты: The Montreal Cognitive Assessment (MoCA-test), шкала HADS, шкала Спилберга – Ханина (STAI). Ана-

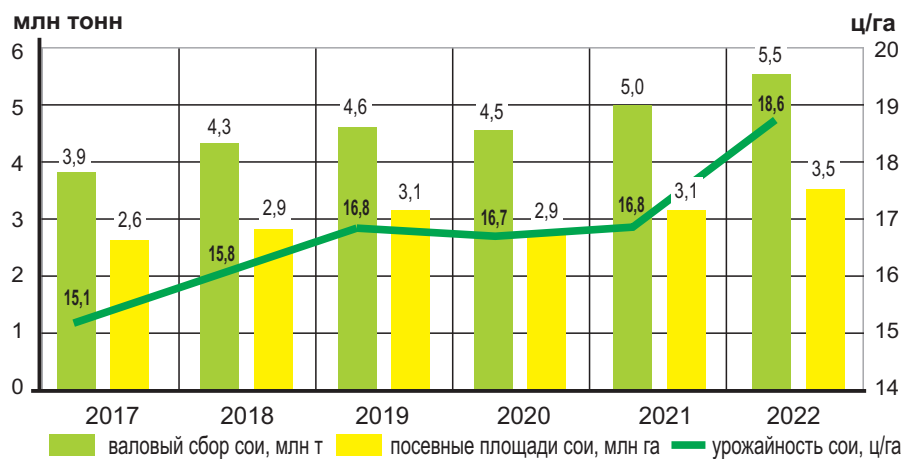


Рисунок 1 – Динамика валового сбора, посевных площадей и урожайности сои в Российской Федерации [8]

В стране под сою занято 3039,4 тыс. га. На карте (рисунок 2) представлены основные регионы произрастания и переработки сои. По прогнозам аналитиков, Россия может закрыть потребности в соевом сырье, если будет производить более 12 млн тонн в год, использовать не менее 5 млн га пашни и сорта национальной селекции, адаптированные к условиям произрастания.

Гипотеза исследования сводится к ретроспективному анализу сортов сои южного экотипа, возделываемых в Волго-Донском междуречье, обоснованию использования в линейке продуктов сбалансированного питания. Целью исследования стало изучение условий возделывания и анализ сортов сои южного экотипа, возделываемых на орошении, определение перспектив использования в линейке сбалансированного питания, организация клинических исследований на базе госпиталя участников войн.

Материалы и методы. Исследования проводились учеными ВНИИОЗ ФНЦ «ВНИИИИМ им. А.Н. Костякова» на сельскохозяйственных полях Волго-Донского междуречья в сотрудничестве с учеными Волгоградского медицинского университета в клиническом госпитале ветеранов войн (Волгоград, Россия). Первое направление исследования было связано с ретроспективным анализом сортов сои южного экотипа, возделываемых на каштановых почвах Волго-Донского междуречья. Второе направление – биохимический анализ бобов сои южного экотипа с

Производство сои:

- – более 100 тыс. тонн
- – от 10 до 100 тыс. тонн
- – менее 10 тыс. тонн

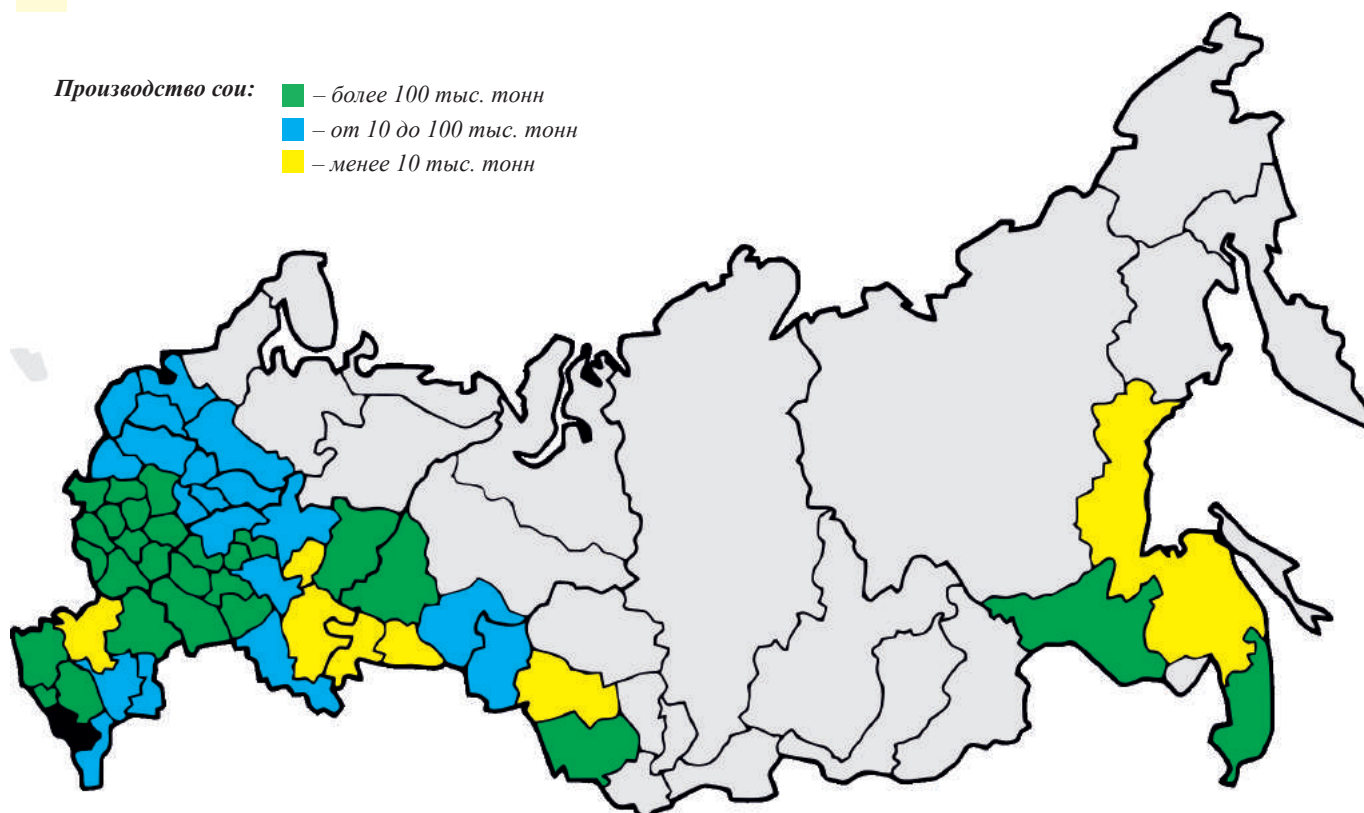


Рисунок 2 – Российские регионы, выращивающие и перерабатывающие сою, 2021 г. [8]

лиз сельскохозяйственных полей Волго-Донского междуречья, где возделываются сорта сои южного экотипа, показал, что они обладают высокими тепловыми ($\Sigma t > 10 \text{ } 0\text{C} = 3050$) и световыми ($\text{ФАР} = 7 \times 109 \text{ кДж/га}$) показателями, благоприятными природными условиями для возделывания зерновых и зернобобовых культур. Дефицит осадков (от 450 до 250 мм) восполняется ирригационными технологиями (капельным поливом и дождеванием) [15]. Весной семена сои прорастают при температуре почвы 6-8 °С, оптимальной для развития является диапазон: 21-23 °С, для созревания – 24-26 °С. Обеспечивается и сумма активных температур в период вегетации: для ранних сортов – 1700-1900 °С, среднеспелых – 2600-2750 °С, поздних – 3000-3200 °С [14] (таблица 1).

Обсуждение. По современной систематике сою относят к семейству бобовых Fabaceae Lindl (Zeguminosae Juss), подсемейству Papilionaceae, роду Glycine L. Для сои культурной – Glycine max (L.) характерна значительная изменчивость и приспособляемость к условиям произрастания, что используется в селекционной работе [12]. Соя – растение муссонного климата, и это накладывает отпечаток на всю технологию возделывания. Коэффициент транспирации сои составляет от 391 до 700 мм, оросительная норма, в зависимости от природно-климатической зоны – от 1000 до 6000 м³/га. Суммарное водопотребление у скороспелых сортов – 350-400 мм, среднеспелых – 400-450 мм. Для получения одной тонны семян сои из почвы из-

влекаются в среднем: 77-100 кг азота, 17-40 кг фосфора, 32-40 кг калия. Распределение объемов влаги по периодам созревания сои представлено в таблице 2 [3, 9].

Светло-каштановые почвы Волго-Донского междуречья имеют пониженную водопроницаемость, что усложняет условия возделывания. Проведенный морфологический анализ с помощью почвенного разреза показал, что горизонт А (0-0,25 м) имеет темно-серый и коричневый оттенки, тяжелосуглинистый с хорошим содержанием азота, фосфора; горизонт В – корнеобитаемый – имеет серые оттенки, содержит азота 36-44 мг/кг, фосфора – 27-51 мг/кг, калия – 265-327 мг/кг, реакция почвенного раствора нормальная: рН=6,8-7,4 [4,16]. Учеными ВНИИОЗ под руководством селекционера – доктора сельскохозяйственных наук Толоконникова В.В. были выведены сорта сои южного экотипа: Волгоградка 1, Волгоградка 2, ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 31 (рисунок 3).

Каждый из выведенных сортов имеет характерные отличия. Среднеспелый с вегетационным периодом от 110 до 125 дней сорт Волгоградка 1, выведенный с применением индивидуального отбора из гибридной популяции с последующей оценкой по потомству, имеет линейный рост от 0,75 до 1,1 м, высоту прикрепления нижних бобов от 0,15 до 0,20 м, цветки белой окраски, бобы – коричневой, массу 1000 зерен – 110-140 грамм, продуктивность – 4 т/га зерна. Скороспелый с вегетационным периодом от 80 до 100 дней сорт ВНИИОЗ 86 имеет линей-

Таблица 1 – Сумма активных температур и продолжительность вегетационного периода сортов сои южного экотипа, 2020 год

Группа сортов	Продолжительность периода, дни (по Корсакову)	Сумма активных температур, °С (по Посыпанову)
Ультраскороспелые	Менее 80	Менее 1700
Очень скороспелые	81–90	1701–1900
Скороспелые	91–110	1901–2200
Среднеспелые	111–120	2201–2300
Среднеспелые	121–130	2301–2400
Среднепозднеспелые	131–150	2401–2600
Позднеспелые	151–160	2601–3000
Очень позднеспелые	161–170	3001–3500
Суперпозднеспелые	Более 170	Более 3500

Таблица 2 – Распределение объемов влаги по основным периодам вегетации сортов сои южного экотипа

Период	Кол-во дней	Расход воды м ³ /га		
		общий	среднесуточный	от общего расхода за вегетацию, %
I. Всходы – ветвление	19	350	18,0	7,9
Ветвление – цветение	35	365	28,4	21,9
Цветение – формирование плодов	30	1360	45,3	30,8
Формирование плодов – созревание семян	54	1728	31,8	39,4
II. Всходы – созревание семян	138	4402	31,9	100,0

ный рост от 0,75 до 0,95 м, высоту прикрепления нижних бобов – от 0,1 до 0,16 м, фиолетовый окрас цветка, светло-коричневый у бобов, массу 1000 зерен от 135 до 192 грамм, зерновую продуктивность – 4,2 т/га. Среднескороспелый сорт ВНИИОЗ 76 с вегетационным периодом от 108 до 120 дней, выведен методом многократного индивидуального отбора из гибридной популяции, фиолетовым окрасом цветка и светло-каштановым у бобов, прикреплением нижних бобов на высоте – 0,14-0,18 м. Сорт ВНИИОЗ 31 со сроком созревания – 104-120 дней – создан методом непрерывного индивидуального отбора по схеме педигри, линейная высота растения – 0,45-0,70 м, прикрепление нижних бобов на высоте – 0,15- 0,16 м, белый окрас цветка, темно-коричневой у бобов, массу 1000 зерен – 159-210 грамм. Сорт Волгоградка 2 со сроком созревания – 102-114 дней имеет линейным рост: 0,57-0,78 м, фиолетовый окрас цветка и желто-коричневый у бобов, массу 1000 зёрен – 160-168 грамм [9]. Наибольшую урожайность имеют сорта: Волгоградка 2 (4,08 т/га), Волгоградка 1 (3,92 т/га) [11].

Анализ суммарного водопотребления показывает, что наилучшие показатели

по урожайности у ВНИИОЗ 86 при оросительной норме – 3475-3960 м³/га, Волгоградка 2 при оросительной норме: – 4185-4689 м³/га, ВНИИОЗ 31 при оросительной норме – 4452-4953 м³/га. Более отзывчивы к капельному поливу сорта: Волгоградка 2, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 31; к дождеванию – Волгоградка 2, ВНИИОЗ 31, Волгоградка 1 (таблица 4) [9]. Выведенные во ВНИИОЗ сорта сои южного экотипа отвечают мировым стандартам по содержанию протеина – 37,2-38,8 % (среднее содержание протеина у сортов сои, возделываемых в США – 35-36 %) [18]. Масло, полученное из бобов сорта Волгоградка 1, содержит 55,4 % линолевой и 8,9 % линоленовой

кислоты. Качественный состав бобов сои представлен в таблицах 5, 6 [9, 11].

Селекционное прогнозирование новых сортов связано с динамическим моделированием общей проекции на основе учета биологических процессов, в числе которых фотосинтез, транспирация, влаго-, солеперенос и природные условия произрастания. На рисунке 5 обобщённая системно-динамическая модель развития растения [3, 9].

В исследовании, проводимом на базе госпиталя ветеранов войн, изучалось влияние продуктов с содержанием сои на самочувствие и здоровье участников эксперимента. Из добровольных участников эксперимента были сформированы две группы. В эксперименте №1 участвовали 20 человек пожилого возраста от 60 до 65 лет с ИМТ = ...30+-6.. кг / м², в эксперименте №2 – 20 человек в возрасте от 65 до 70 лет с ИМТ = 32+- 6.3 кг/ м². Эталонные и тестируемые продукты подавались в порциях, содержащих 10 г углеводов. В эксперименте №1 участвовали два тестовых продукта, в эксперименте №2 их было четыре. По условиям эксперимента, участники употребляли эталонную пищу дважды в день, а тестируемую – один раз. Кровь собиралась перед каждым тестом и затем после приема эталонных или тестируемых продуктов с определенным интервалом времени. На построенных графиках от-

Таблица 3 – Отзывчивость сортов сои южного экотипа к различным технологиям полива, Волго-Донское междуречье, 2020 г. [16]

Сорт	Урожайность посевов (т/га)		Отклонение от контроля	
	Дождевание контроль	Капельное орошение	т/га	%
ВНИИОЗ 86	2,2	3,2	1,00	45,5
ВНИИОЗ 76	2,6	4,69	2,09	80,4
ВНИИОЗ 31	2,81	4,49	1,68	60
Волгоградка 2	2,9	4,78	1,88	64,8
Волгоградка 1	2,74	3,62	0,88	32,1

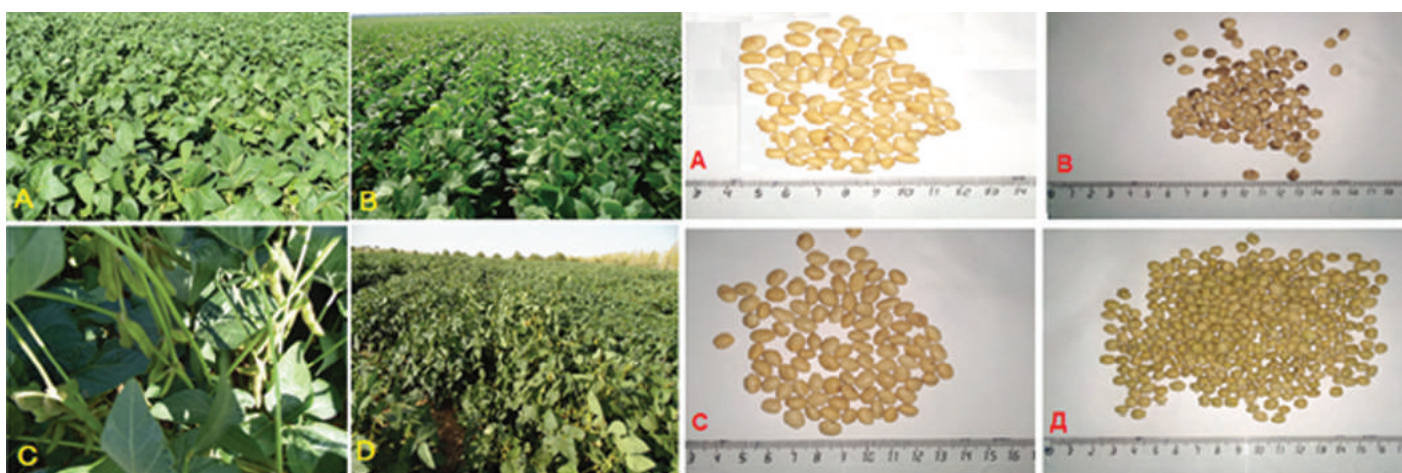


Рисунок 3 – Сорта сои южного экотипа (растение + семена): «ВНИИОЗ 86» (А), «Волгоградка 1» (В), «ВНИИОЗ 76» (С), «Волгоградка 2» (Д)

Фото: Вронская Л.В., Медведева Л.Н.

Таблица 4 – Формирование урожая сои в зависимости от водообеспечения

Показатель	Режим орошения	Сорта			Среднее	Диапазон	Разница
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31			
Масса 1000 зерен, грамм	70-80-70	149,8	160,9	152,8	154,5	149,8-160,9	11,1
	80-80-70	148,6	159,9	151,1	153,2	148,6-159,9	11,3
	80-80-80	147,5	158,1	150,4	152,0	147,5-158,1	10,6
Количество бобов на одном растении, шт.	70-80-70	30,9	32,6	34,4	32,6	30,9-34,4	3,5
	80-80-70	28,5	35,4	37,9	33,9	28,5-37,9	9,4
	80-80-80	28,9	31,3	32,9	30,9	28,9-32,9	4,0
	80-80-70	2,1	2,0	1,9	2,0	1,9-2,0	0,1
Высота прикрепления нижнего боба, м	70-80-70	0,1	0,15	0,14	0,13	0,1-0,15	0,05
	80-80-70	0,09	0,14	0,13	0,12	0,09-0,14	0,05
	80-80-80	0,09	0,15	0,13	0,12	0,09-0,15	0,06

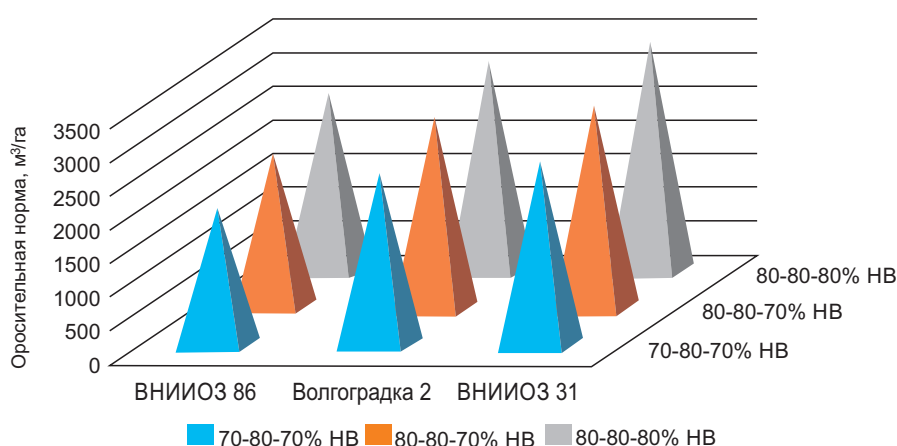


Рисунок 4 – Оросительные нормы и режимы орошения сои, Волго-Донское междуречье [9]

Таблица 5 – Состав бобов сои южного экотипа, %, 2019

Сорт	Содержание сырого протеина		Содержание жира	
	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее
ВНИИОЗ 86	36,5-40,6	38,8	18,5-18,7	18,1
ВНИИОЗ 76	34,4-40,3	36,8	19-19,7	19,3
ВНИИОЗ 31	34,5-40,5	37,2	18,6-19,1	18,6
Волгоградка 1	34,5-41,3	37,2	18,6-19,2	19,1
Волгоградка 2	37,4-39,6	38,6	1 -19	18,3

Таблица 6 – Влияние биологических особенностей и режима орошения на содержание белка и жира, т/га

Сорт	Режим орошения, % НВ	Валовый сбор белка и жира				Отклонение от контроля	
		2017	2018	2019	среднее	т/га	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	1,4	1,26	1,12	1,26	0,21	20
	80-80-70	1,33	1,22	1,05	1,20	0,15	14,3
	80-80-80	1,18	1,01	0,97	1,05	-	-
Волгоградка 2	70-80-70	1,65	1,56	1,4	1,54	0,1	6,9
	80-80-70	1,64	1,57	1,41	1,54	0,1	6,9
	80-80-80	1,5	1,46	1,36	1,44	-	-
ВНИИОЗ 31	70-80-70	1,6	1,45	1,36	1,47	0,06	4,3
	80-80-70	1,73	1,62	1,37	1,57	0,16	14
	80-80-80	1,57	1,36	1,29	1,41	-	-

мечались кривые уровня глюкозы в крови, инсулина в плазме, рассчитывались площади под кривыми (рисунок 7).

В эксперименте № 1 у обоих низкоуглеводных соевых продуктов Р (расчетный показатель) <0,05, что указывает на низкие значения гликемического индекса (GI) и гликемической нагрузки (GL), по сравнению с контрольной пищей. В эксперименте № 2 три из четырех тестируемых продуктов имели Р <0,05, что также указывает на низкие значения GI и GL (таблица 7).

Результаты исследования показали, что 5 из 6 тестируемых соевых продуктов имеют низкий гликемический индекс (GI ≤ 55), что благоприятно отразилось на самочувствии участников эксперимента. Исследование когнитивных функций у участников эксперимента показало некоторое снижение тревожности, увеличение концентрации внимания и потребности в общении (76,3 % от числа участников). По аминокислотному составу соевый протеин близок к белкам животного происхождения, небольшой недостаток метионина (1,9 % против 2,2 %) восполняется богатым (2,4 %) кукурузным белком (рисунок 8) [4, 6]. Соевые бобы содержат биологически активные компоненты – изофлавоны, которые обладают эстрогенной активностью, способствуют нормализации когнитивных функций мозга [15].

Международные исследования показывают, что продукты из сои, имеющие низкий гликемический индекс (15,0) все больше включаются в рацион питания разных групп населения. Недавние исследования Школы общественного здоровья Университета Гарварда (Harvard School of Public Health) подтвердили связь диабета 2 типа с гликемическим индексом используемой диеты [2]. В медицине известны два клеточных сигнальных пути, ослабление которых может способствовать продлению жизни человека: сигнальный путь инсулина (IIS), который активируется углеводами, сигнальный путь mTOR, связанный с усвоением аминокислот. Сложные

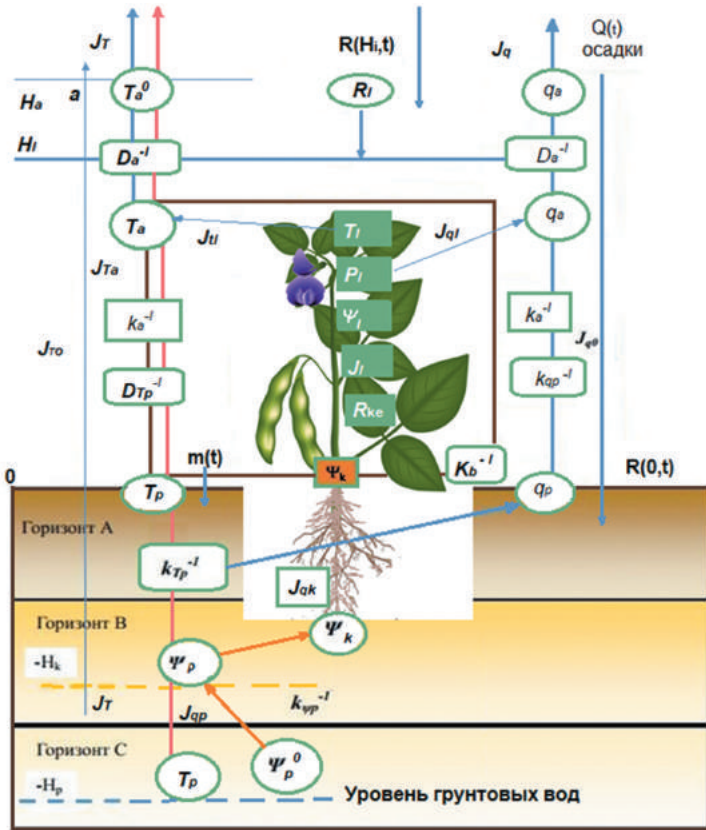


Рисунок 5 – Системно-динамическая модель растения [9]

Процесс фотосинтеза: $R(0, t)$ – радиационный баланс у поверхности почвы; $R_l(t) = R_U(H_l, t)$ – радиация, поглощенная покровом, $R_s = R(0, t) + J_{Ts}$ – энергия, поглощенная верхним слоем почвы; $J_{Ts}(x, t)$ – потоки тепла; K_a , – постоянные коэффициенты проводимости тепла и влаги в атмосфере; C_p – теплоемкость воздуха; $k_a(x)$ – коэффициенты турбулентной проводимости воздуха и теплопроводности почвы; T_l – температура листовой поверхности; T_a^0 , q^0 , T^0 , ψ^0 – функции времени, измеряемые на высоте метеобудки $H_a > H_l$.

Процесс транспирации: $J_{Ta}(x, t)$, $J_{qa}(x, t)$ – потоки тепла и водяного пара в межлиственном воздухе; $J_{Ts}(x, t)$, $J_{vs}(x, t)$ – потоки тепла и воды в почве; ψ – водный потенциал листьев; $D_q(\psi_l)$ – коэффициент проводимости для пара на границе лист-воздух; T_a^0 , q_a^0 , T_s^0 , ψ_s^0 – функции времени, измеряемые на высоте метеобудки $H_a > H_l$ над покровом и глубине $-H_s$ почвы; $Q(t)$ – осадки; $p(T)$ – насыщенная влажность воздуха при температуре; $T; c_p, c_s$ – теплоемкость воздуха и почвы; $k_a(x)$, $k_{Ts}(x)$ – коэффициенты турбулентной проводимости воздуха и теплопроводности почвы; $k_{vs}(\psi_s)$ – влагопроводность почвы; $W_\psi(\psi_s)$ – дифференциальную влагоемкость; χ – теплота парообразования; $D_T, D_k, D_a, D_{Ts}, D_{qs}$ – постоянные коэффициенты проводимости тепла и влаги.

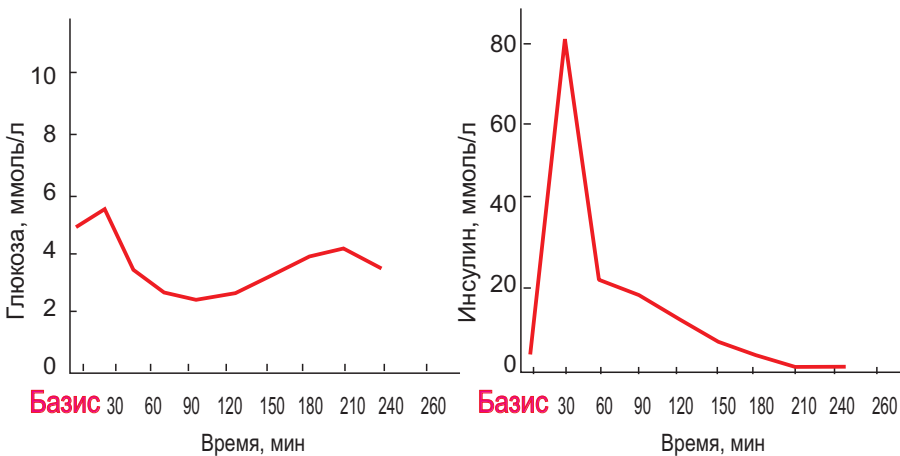


Рисунок 6 – Графики уровней глюкозы в крови, инсулина в плазме у участников эксперимента

углеводы (клетчатка, крахмал) перевариваются постепенно, не вызывая быстрого подъёма сахара в крови и резких выбросов инсулина, в то время как простые углеводы (сахароза, глюкоза) приводят к скачку сахара в крови уже через 10 минут после употребления, что ускоряют выработку инсулина. Для того чтобы оценить, насколько возрастает уровень сахара в крови после потребления того или иного продукта, были разработаны – гликемический индекс и гликемическая нагрузка. Поскольку mTOR активируется аминокислотами, то их невысокое содержание в пище оказывает положительное влияние на самочувствие и здоровье. Можно сказать, что процесс старения – это следствие чрезмерной стимуляции клеток посредством постоянной «бомбардировки» питатель-

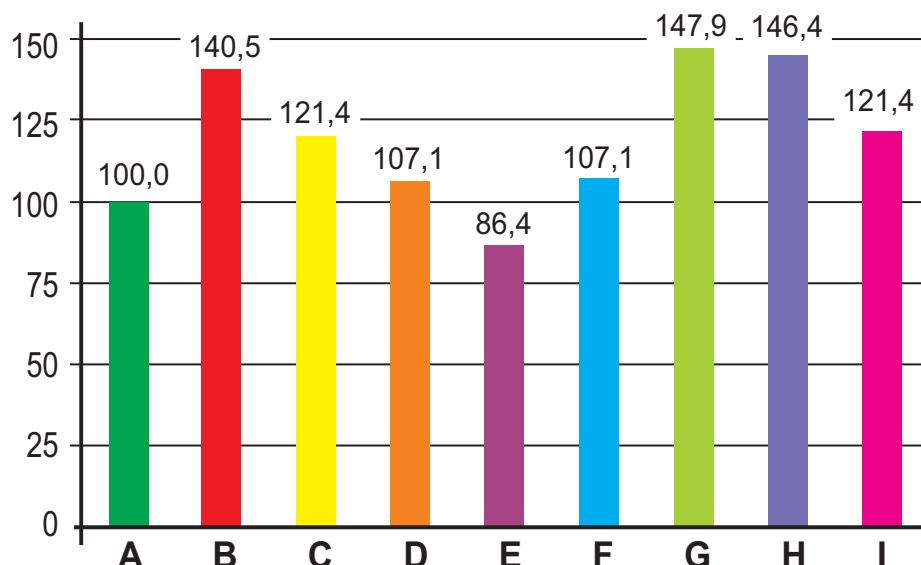
Таблица 7 – Расчеты гликемического индекса и гликемической нагрузки тестированных продуктов

Тестовые продукты	Содержание углеводов, г	Гликемический индекс		Гликемическая нагрузка	
		Значение ± SEM	Категория	Ценность	Категория
Соевые галеты	30.0	49.08 ± 6.45	Низкий	20.50	Средний
Соевое печенье	30.0	91.70 ± 8.55	Высокий	14.11	Средний
Соевый коктейль (сахарозаменителем)	15.0	20.00 ± 3.20	Низкий	2.35	Низкий
Соевый коктейль с фруктозой	25.0	35.70 ± 4.80	Низкий	14.10	Средний
Фруктовый батончик	20.0	47.40 ± 5.10	Низкий	3.25	Низкий
Фруктово-ореховый батончик	25.0	51.80 ± 4.92	Низкий	19.01	Средний

*Расчет гликемической нагрузки = (ГИ × чистые углеводы) / 100; SEM = стандартная ошибка средних.

Гликемический индекс: низкий = ≤ 55; средний = 56-69; высокий => 70

Гликемическая нагрузка: низкая = ≤ 10; средняя = 11-19; высокая => 20



A – стандарт, B – лизин, C – треонин, D – валин, E – метионин, F – изолейцин, G – лейцин, H – фенилаланин, I – триптофан

Рисунок 7 – Содержание основных незаменимых аминокислот в соевом белке в % к международному стандарту ФАО/ВОЗ [11]

ными веществами, ростовыми факторами, мутагенами [2, 19]. В наибольшей мере для линейки сбалансированного питания подходит сорт Волгоградка 2, который отличается высокой экологической пластичностью и содержанием белка (43,9 %, 2020 г.). При переработке 1 кг бобов сои южного экотипа можно получить 5-7 литров соевого молока или 1,5 кг сыра Тофу (рисунок 9) [9].

Заключение. Исследования показали, что по своим морфологическим показателям сорта сои южного экотипа хорошо приспособлены к природным условиям Волго-Донского междуречья, имеют в бобах высокий процент сырого протеина, что обосновывает их использование в линейке сбалансированного питания. Низкий гликемический индекс и низкая гликемическая нагрузка сорта Волгоградка 2 выделяют его из общего порядка возделываемых сортов. Дальнейшие исследования ученых ВНИИОЗ в области селекции и семеноводства позволят расширить линейку сортов сои в сбалансированном питании.



Рисунок 8 – Сорт сои Волгоградка 2 и продукт Тофу, приготовленный из него [9]

Список источников:

1. Беляева М.А., Христинина Е.В. Разработка рациона питания для пожилых людей на основе принципов здорового питания // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. 2020. №4. С. 319-325.
2. Включение в рацион здорового питания продуктов из сои волгоградской селекции / С.С. Шалаева, Л.Н. Медведева, К.А. Медведева, И.Д. Шалаев // Орошаемое земледелие. 2022. №3. С. 62-67.
3. Кузнецов Е.В., Алматар А., Новиков А.Е. Оценка влияния водного режима почвы на продуктивность сои при внутрипочвенном орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. №2 (70). С. 451-458.
4. Кошкарлова Т.С., Толоконников В.В. Результаты расширенной мобилизации исходного материала для селекции на Юге России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. №2(70). С. 184-191.
5. Панина Е.В., Королькова Н.В., Колобаева А.А. Концептуальные подходы к использованию продуктов пере-

References:

1. Belyaeva M.A., Khristinina E.V. Development of a diet for the elderly based on the principles of healthy nutrition // Safety and quality of agricultural raw materials and food, 2020. pp. 319-325.
2. Inclusion of soy products from Volgograd selection in the diet of healthy nutrition // S.S. Shalaeva, L.N. Medvedeva, K.A. Medvedeva, I.D. Shalaev // Irrigated agriculture. 2022. No.3. pp. 62-67.
3. Kuznetsov E.V., Almatar A., Novikov A.E. Assessing the influence of soil water regime on soybean productivity under subsurface irrigation // News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education/ 2023. N. 2(70). pp. 451-458.
4. Koshkarova T.S., Tolokonnikov V.V. Results of extended mobilization of source material for breeding in the South of Russia // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleks: Science and higher professional education. 2023. No. 2 (70). pp. 184-191.
5. Panina E.V., Korolkova N.V., Kolobaeva A.A. Conceptual approaches to the use of soy bean processing products in the production of functional food // Technologies and

работки бобов сои при производстве функциональных продуктов питания // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2022. №1(18). С. 51- 62.

6. Попова Н.П., Бельшикина, М.Е., Кобозева Т.П. Особенности белкового комплекса семян сои северного экотипа // Известия ТСХА. 2018. №1. С. 104-108.

7. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Вопросы математического моделирования в биологии. Часть 1. Динамические модели первичных процессов фотосинтеза // Успехи современной биологии. 2020. Том 140. № 4. С. 315-332.

8. Российский Соевый Союз.URL: <http://rossoya.ru/public.aspx?DB47E393> (дата обращения 23.08.2023).

9. Селекция отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием экономической значимости для национальной экономики / В.В. Толоконников, Л.Н. Медведева, Т.С. Кошкарлова, Ю.Г. Оноприенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. №4 (60). С. 68-79.

10. ТEFIKOVA C.H., Орловцева О.А., Беляева А.С. Пути поддержания и коррекции питания пожилых людей // Проблемы развития современного общества. 2021. С. 71-74.

11. Agromeliorative methods of cultivation of a new variety of soybeans Volgogradka 2 under irrigation conditions / V.V. Tolokonnikov, A.A. Novikov, E.S. Vorontsova, S.D. Fomin, T.S. Koshkarova // International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production. 2021. 012072.

12. Boulch G, Elmerich C, Djemel A, Lange B. Evaluation of soybean (*Glycine max L.*) adaptation to northern European regions under different agro-climatic scenarios // In Silico Plants, 2021.10.1093 URL: <https://insilicoplants/diab008> (дата обращения 20.07.2023).

13. Cober, E.R. Developing of high – protein, high – yielding soybean populations and lines // Crop Sci.2000(40):39-42.

14. Karges K, Bellingrath-Kimura SD, Watson CA, Stoddard FL, Halwani M, Reckling M. 2022. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe // Eur J Agron, 2022. 133: 126415. 10.1016/j.eja.2021.126415.

15. Kothari K, Battisti RB, Boote KJ, et al. Are soybean models ready for climate change food impact assessments? // European Journal of Agronomy, 2022. 135:126482.

16. Modernization of soybean breeding of the Lower Volga eco-type in connection with climate aridization / V. V. Tolokonnikov, A. A. Novikov, V. B. Narushev, T. S. Koshkarova // Scientific life, 2019. No. 14. pp. 1506-1521.

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

18. Soybean and Oil Crops Market Outlook / USDA United States Department of Agriculture. 2023. URL: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/market-outlook> (дата обращения 06.06.2023)

19. The Biology of Human Resilience: Opportunities for Enhancing Resilience Across the Life Span / A. Feder, Sh. Fred-Torres, S.M. Southwick, D.S. Charney // Biol. Psychiat. 2019. Vol. 86. No. 2. pp. 443-453.

20. The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050 // FAOSTAT. Rome, 2022. 224 p.

commodity science of agricultural products, 2022. No. 1 (18). pp. 51-62.

6. Popova N.P., Belyshkina, M.E., Kobozeva T.P. Features of the protein complex of soybean seeds of the northern ecotype // News of TSKhA, issue 1, 2018. pp. 104 – 108.

7. Rznichenko G.Yu., Rubin A.B. Questions of mathematical modeling in biology. Part 1. Dynamic models of primary processes of photosynthesis // Advances in modern biology. 2020. Volume 140. No. 4. pp. 315-332.

8. Russian Soybean Union. Access mode: <http://rossoya.ru/public.aspx?DB47E393> (access date 08/23/2023).

9. Selection of irrigation-responsive varieties soy with justification of economic significance for the national economy / V.V. Tolokonnikov, L.N. Medvedeva, T.S. Koshkarova, Yu.G. Onoprienko // Proceedings of the Nizhnevolszhsky agrouniversitetskiy complex: Science and Higher professional education. 2020. No. 4 (60). pp. 68-79.

10. Tefikova S.N., Orlovtsseva O.A., Belyaeva A.S. Ways of maintaining and correcting nutrition of elderly people // Problems of development of modern society, 2021. pp. 71-74.

11. Agromeliorative methods of cultivation of a new variety of soybeans Volgogradka 2 under irrigation conditions / V.V. Tolokonnikov, A.A. Novikov, E.S. Vorontsova, S.D. Fomin, T.S. Koshkarova // International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production, 2021. 012072.

12. Boulch G, Elmerich C, Djemel A, Lange B. Evaluation of soybean (*Glycine max L.*) adaptation to northern European regions under different agro-climatic scenarios // In Silico Plants, 2021.10.1093 – URL: <https://insilicoplants/diab008> (accessed 07/20/2023).

13. Cober, E.R. Developing of high – protein, high – yielding soybean populations and lines. Crop Sci, 2000. 40: – P. 39-42.

14. Karges K, Bellingrath-Kimura SD, Watson CA, Stoddard FL, Halwani M, Reckling M. 2022. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northern limit in Europe // Eur J Agron, 2022. 133: 126415 10.1016/j.eja.2021.126415.

15. Kothari K, Battisti RB, Boote KJ, et al. Are soybean models ready for climate change food impact assessments? // European Journal of Agronomy, 2022. 135:126482.

16. Modernization of soybean breeding of the Lower Volga eco-type in connection with climate aridization / V. V. Tolokonnikov, A. A. Novikov, V. B. Narushev, T. S. Koshkarova // Scientific life, 2019. N 14. Pp. 1506-1521.

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

18. Soybean and Oil Crops Market Outlook / USDA United States Department of Agriculture. 2023. URL: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/market-outlook> (дата обращения 06.06.2023)

19. The Biology of Human Resilience: Opportunities for Enhancing Resilience Across the Life Span / A. Feder, Sh. Fred-Torres, S.M. Southwick, D.S. Charney // Biol. Psychiat. 2019. Vol. 86. No. 2. pp. 443-453.

20. The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050 // FAOSTAT. Rome, 2022. 224 p.



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



УДК633.321:633

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-6

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ ЭСПАРЦЕТА РАЗНЫХ ЛЕТ ЖИЗНИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

THE EFFECTS OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE PRODUCTIVITY OF SAINFOIN CROPS IN DIFFERENT YEARS OF LIFE UNDER IRRIGATION CONDITIONS

¹**Н.В. Тютюма**, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор, pniaz@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6582-2628

²**С.В. Земляницyna**, младший научный сотрудник, svzemlyanitsyna@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-4581-5268

¹**N.V. Tyutyuma**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director, pniaz@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6582-2628

²**S.V. Zemlyanitsyna**, Junior Researcher, svzemlyanitsyna@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-4581-5268

¹ Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук

² Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия

¹ Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

² All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture

В статье рассмотрена эффективность технологии возделывания эспарцета песчаного при использовании микробиологических препаратов на фоне применения минеральных и органических удобрений в условиях орошения на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. Исследования в полевом опыте проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В опыте использовались ризоторфин Б и гумариз, являющиеся препаратами высокоэффективных клубеньковых бактерий, выращенных на питательной среде с добавлением микроэлементов и витаминов (400 мл на гектарную норму семян (70 кг). В результате исследований установлено, что применение бактериальных препаратов для предпосевной обработки семян на различных агрохимических фонах является достаточно эффективным технологическим приемом. Так, урожайность зеленой массы эспарцета песчаного при инокуляции семян микробиологическими препаратами ризоторфином и гумаризом в сравнении с контролем без обработок повышается на 5,1-25,8 %. Проанализированы результаты урожайности эспарцета песчаного в зависимости от внесения минеральных и органических удобрений. Наибольший эффект получен при внесении минеральных удобрений ($N_{30}P_{90}K_{70} + N_{100}$), прирост урожайности составил на контрольных вариантах без инокуляции 38,6-50,9 %, на вариантах применения ризоторфина Б – от 45,7 до 54,1%, а при применении гумариза – 44,15-50,1 %. Менее эффективными оказались сидерат (20 т/га) и солома (6 т/га) – прибавка составила от 25,6 до 47,3 %. Наилучшие результаты получены на варианте сочетания применения минеральных удобрений и внесения навоза (60 т/га) с инокуляцией семян биопрепаратом ризоторфином Б, где получено 155,5 и 159,6 т/га зеленой массы соответственно.

The article considers the effectiveness of the technology of cultivation of sandy sainfoin when using microbiological preparations against the background of the use of mineral and organic fertilizers under irrigation conditions on light chestnut soils of the Lower Volga region. Research in the field was conducted in accordance with generally accepted methods. The experiment used rhizotorphin B and humariz, which are preparations of highly effective nodule bacteria grown on a nutrient medium with the addition of trace elements and vitamins (400 ml per hectare of seeds (70 kg). As a result of the research, it was found that the use of bacterial preparations for pre-sowing seed treatment on various agrochemical backgrounds is a fairly effective technological technique. Thus, the yield of the green mass of sandy sainfoin during inoculation of seeds with microbiological preparations rhizotorphin and humariz increases by 5.1-25.8% in comparison with the control without treatments. The article analyzes the results of the yield of sandy sainfoin depending on the application of mineral and organic fertilizers. The greatest effect was obtained when applying mineral fertilizers ($N_{30}P_{90}K_{70} + N_{100}$), the yield increase was 38.6-50.9% in the control variants without inoculation, from 45.7 to 54.1% in the application of rhizotorphin B, and from 44.15-50.1% in the application of humariz. Green manure crop (20 t/ha) and straw (6 t/ha) turned out to be less effective – the increase ranged from 25.6 to 47.3%. The best results were obtained using a combination of mineral fertilizers and manure (60 t/ha) with inoculation of seeds with the biological preparation rhizotorphin B, where 155.5 and 159.6 t/ha were obtained green mass, respectively.

Ключевые слова: эспарцет, ризоторфин, гумариз, инокуляция, микробиологические препараты, продуктивность.

Для цитирования: Тютюма Н.В., Земляницына С.В. Влияние микробиологических препаратов на продуктивность посевов эспарцета разных лет жизни в условиях орошения // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 33-36. <https://doi.org/10.26794//2618-8279-2023-4-6>.

Введение. Одной из основных проблем современного сельскохозяйственного производства является сохранение и восстановление почвенного плодородия в агроценозах [1, 3, 4]. В решении этой проблемы сложно преуменьшить роль многолетних трав, после распашки которых в почву поступают до 10 т/га корневых и растительных остатков. При этом улучшается структура почвы, оптимизируется ее гранулометрический состав, в агрегатном составе повышается количество агрономически ценных частиц. Важное значение многолетние травы в структуре посевных площадей имеют и как культуры, способствующие сокращению стока и смыва при выращивании на склонах и при орошении [2, 3, 5, 8]. Люцерна, клевер, эспарцет и другие многолетние травы и их смеси с мятликовыми также способствуют улучшению водопроницаемости тяжелых почв [7, 2, 3, 5].

Многие исследователи при работе с бобовыми травами отмечали важную роль корневой системы, обеспечивающей накопление органической массы, в увеличении плодородия почвы. Наличие клубеньковых бактерий на корнях многолетних трав обеспечивает азотфиксацию атмосферного азота и накопление его в корнях, а через поступление в почву корневых остатков способствует накоплению гумуса [1, 12, 9].

Актуальным направлением в современных технологиях возделывания многолетних бобовых трав является использование микробиологических препаратов. Эти препараты представляют собой высокоэффективные клубеньковые бактерии, выращенные на питательной среде с добавлением микроэлементов и витаминов. Их применение позволяет регулировать всхожесть семян и снижает вредоносность патогенов. В научной литературе в последние годы приводятся положительные результаты инокуляции семян биопрепаратами, в частности ризоторфином Б и гумаризом, что достоверно приводит к увеличению урожайности многолетних бобовых трав [4, 6, 10, 11].

Key words: sainfoin, rhizotorphin, humariz, inoculation, microbiological preparations, productivity.

For citation: Tyutyuma N.V., Zemlyanitsyna S.V. The effects of microbiological preparations on the productivity of sainfoin crops in different years of life under irrigation conditions. Irrigated agriculture. 2023;4(43):33-36. (In Russ.). <https://doi.org/10.26794/2618-8279-2023-4-6>.

Материалы и методы. Экспериментальные полевые исследования проводили на светло-каштановых почвах на территории землепользования ВНИИОЗ в 2015-2019 гг. в полевых двухфакторных опытах по следующей схеме: – по фактору А изучали применение микробиологических препаратов: А1 – контроль без обработок; А2 – инокуляция семян ризоторфином В; А3 – инокуляция семян гумаризом. По фактору В изучали 5 вариантов внесения минеральных и органических удобрений, рассчитанных на получение 80 т/га зеленой массы эспарцета за два года: В1 – контроль без удобрений, В2 – внесение $N_{30}P_{90}K_{70}$ с подкормкой N_{100} ; В3 – заплата зеленой массы сидерат 20 т/га; В4 – заплата соломы 6 т/га с подкормкой N_{60} ; В5 – заплата навоза 60 т/га.

Повторность опытов 3-х кратная, опыт заложен методом расщепленных делянок. Площадь делянки по фактору А (обработка семян микробиологическими препаратами) – 36 м², по фактору В (агрохимический фон) – 12 м².

Варианты опыта закладывались после уравнительных посевов предшественника (кукурузы) в подпосевном посеве. В опытах использовали эспарцет песчаный (сорт Песчаный 1251), овес Львовский. При расчете нормы высева эспарцета использовались методические указания ВИК¹. Норма высева эспарцета при рядовом посеве – 4,6 млн всхожих семян. Норма высева покровной культуры – овса, уменьшенная на 50 %, составила 1,75 млн/га всхожих семян.

Обработку семян биопрепаратами (ризоторфин-Б и гумариз) проводили за 3 часа до посева с последующим подсушиванием семян. Норма расхода жидкой формы препаратов ризоторфина-Б (инокулянт для бобовых культур на основе *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium*) и гумариза (инокулянт для бобовых культур с добавлением гуматов и микроэлементов) составила 0,4 л на гектарную норму семян, расход рабочей жидкости – 10 л/т. Агротехника в опытах – об-

щепринятая для условий орошаемого земледелия Нижнего Поволжья.

В первый год жизни эспарцет и покровную культуру убирали в фазу стеблевания – бутонизации. В дальнейшем укосы проводили в фазу бутонизации – начала цветения эспарцета.

Результаты и обсуждение. Возделывание многолетних трав – мощный рычаг повышения культуры земледелия, снабжения животноводства высокобелковыми кормами, снижения себестоимости животноводческой продукции. Многолетние травы, в частности, эспарцет содержит 150 кг белка в 1 т сена.

Наряду с другими аграрными мероприятиями, в условиях орошения особое место отводится применению минеральных и органических удобрений, поскольку отдача от них более высокая именно при орошении.

В условиях Волгоградской области существует проблема недостаточной обеспеченности хозяйств органическими удобрениями, получаемыми из отходов животноводства, прежде всего в форме подстильного навоза. Это нарушает оптимальный баланс органических и минеральных удобрений в агрохимическом фоне агроценозов и приводит к чрезмерному либо недостаточному внесению минеральных удобрений, что негативно сказывается на рентабельности производства и агрохимических нагрузках на почву. Кроме того, немаловажным фактором эколого-экономической устойчивости орошаемого земледелия является эффективность расходования оросительной воды с максимизацией прироста биомассы на единицу затраченных водных ресурсов. Полевое исследование запашки сидеральных культур и соломы как альтернативы внесению традиционных органических удобрений позволяет обосновать возможность дальнейшего применения данных агротехнологий в орошаемом земледелии.

Таким образом, наши исследования по возделыванию эспарцета с применением ресурсосберегающих

¹Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВИК, 1997. 156 с.

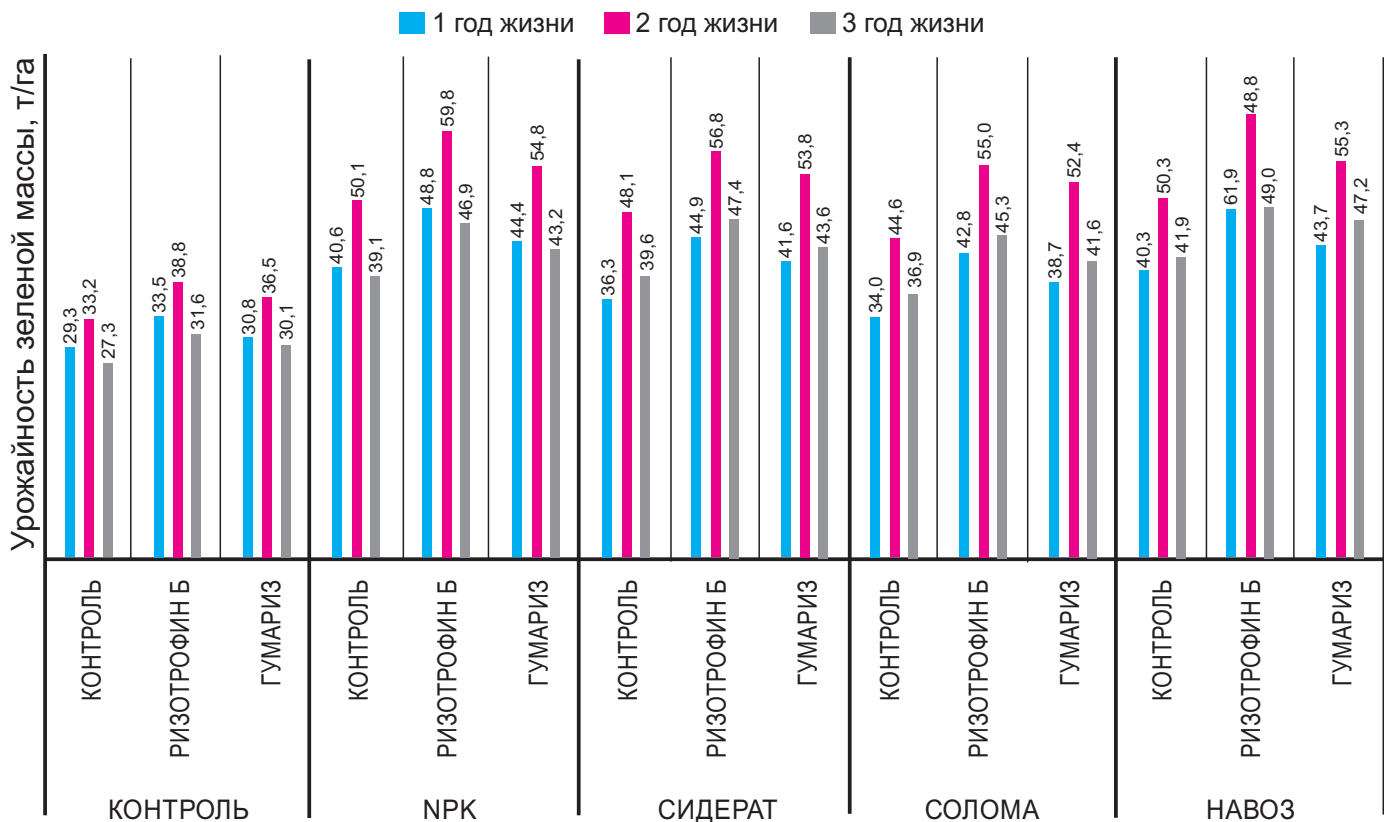


Рисунок 1 – Влияние минеральных и органических удобрений на продуктивность эспарцета разных лет жизни, среднее за 2015-2019 гг.

элементов технологии в орошаемых агроценозах Волгоградской области представляют интерес.

Результаты исследований показали, что на формирование урожайности зеленой массы эспарцета песчаного достоверное положительное воздействие оказали все виды используемых удобрений: минеральные ($N_{30}P_{90}K_{70} + N_{100}$) и органические (сидерат 20 т/га + P_{30} , солома 6 т/га + N_{60} , навоз 60 т/га) и предпосевная обработка семян эспарцета микробиологическими препаратами (рисунок 1).

Предпосевная обработка семян микробиологическими препаратами в среднем по годам опыта обеспечила прибавку урожая в первый год жизни 5,1-25,9 %, во второй – 9,3-23,3 %, в третий – 10,1-22,8 %. При этом на контрольном варианте прибавка составила 5,1-16,8 %, на варианте с внесением минеральных удобрений – 9,3-20,2 %, с запашкой сидерата – 10,1-23,7 %, соломы – 12,7-25,9 %, внесением навоза – 8,4-23,1 %.

Прибавка урожайности зависит от действия различных агрохимических фонов: внесение минеральных удобрений в среднем по годам опыта увеличило количество зеленой массы на 39,6-50,9 % на вариантах без предпосевной обработки, на 45,6-54,1 % на вариантах с применением

ризоторфина Б и на 43,5-50,1 % при применении гумариза. Использование сидерата обеспечило прибавку 23,9-45,1 % на вариантах без обработки, 34,0-50,0 % с обработкой ризоторфином Б и 44,1-50,1 на варианте с применением гумариза; при внесении соломы – 22,7-41,8 и 35,0-47,4 %; навоза – 45,6-59,5 и 41,8-56,8 % соответственно.

В наших исследованиях максимальная урожайность зеленой массы эспарцета в первый год жизни сформировалась при внесении минеральных удобрений – 40,6 т/га на контроле, 48,7 т/га – на вариантах применения ризоторфина Б и 44,4 т/га – гумариза, а также при внесении навоза в дозе 60 т/га – 40,3, 48,8 и 43,7 т/га зеленой массы соответственно.

Во второй и третий годы жизни эспарцета также наиболее продуктивными оказались варианты с применением минеральных удобрений и запашкой навоза. Количество зеленой массы на вариантах второго года жизни без предпосевной обработки составило в среднем за годы исследований 40,3-40,6 т/га при применении NPK и навоза, 50,1-50,3 т/га – на посевах третьего года жизни, превысив продуктивность на контроле на 43,2-53,4 %. Более низкими показателями урожайности характеризовались варианты с внесением сидерата и соломы – на посевах второго года

жизни от 44,6 до 48,1 т/га без применения биопрепаратов, а на посевах третьего года жизни – от 36,9 до 39,6 т/га. Обработка семян биологическими препаратами повысила урожайность до 52,4-56,8 т/га во второй год жизни культуры, что на 34,3-44,8 % выше контроля, и до 41,6-47,4 т/га зеленой массы эспарцета в третий год жизни (выше контроля на 38,3-50,0 %).

Заключение. Применение бактериальных препаратов для предпосевной обработки семян и различных доз минеральных и органических удобрений обеспечило достаточно высокую продуктивность зеленой массы эспарцета песчаного в течение трех лет жизни. Применение биологических препаратов в течение трех лет жизни эспарцета повысило урожайность на 5,1-25,8, причем максимальный эффект был получен при инокуляции семян ризоторфином Б – 10,8-25,8 %. Оценка урожайности зеленой массы эспарцета на различных агрохимических фонах показала наибольший эффект внесения минеральных удобрений, прирост урожайности составил на контрольных вариантах без инокуляции 38,6-50,9 %, на вариантах применения ризоторфина Б – от 45,7 до 54,1 %, а при применении гумариза – 44,15-50,1 %. Менее эффективными оказались сидерат и солома – прибавка составила от 25,6 до 47,3 %.

Список источников:

1. Волошин В. А., Майсак Г. П., Терентьева Л. С. Эспарцет песчаный и его агроэкологическая роль в земледелии // Кормопроизводство. 2021. №5. С. 21-25.
2. Земляницына С. В. Эспарцет – важная культура в системе устойчивого сельского хозяйства // Орошаемое земледелие. 2021. № 2. С. 45-48. DOI 10.35809/2618-8279-2021-2-1.
3. Кураченко Н. Л., Бопп В. Л. Запасы гумусовых веществ в агрочерноземе при возделывании эспарцета песчаного // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (46). С. 31-37.
4. Кураченко Н. Л., Бопп В. Л. Режим нитратного азота в черноземе при возделывании многолетних трав // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 29-33.
5. Лебедева Н. С., Кравцов В. В. Урожайность зеленой массы перспективных сортов эспарцета в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 4(12). С. 14-18.
6. Применение биопрепаратов, регуляторов роста и комплексных удобрений в технологии возделывания кормовых и лекарственных культур / А. Н. Кшникаткина, А. А. Галиуллин, С. А. Кшникаткин, П. Г. Аленин, И. А. Воронова // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. Т. 20. № 5-2(85). С. 234-240.
7. Продуктивность многолетних бобовых трав на орошении / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, Е. И. Молоканцева, И. П. Земцова, О. В. Головатюк // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 22-30.
8. Сабанова А. А., Фарниев А. Т. Биологизация технологии возделывания клевера лугового. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. 192 с.
9. Сабанова, А. А., Фарниев А. Т., Гегкиев А. Б. Роль инокуляции клевера лугового в повышении его азотфиксации, болезнеустойчивости и мобилизации питательных элементов почвы // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. № 4. С. 27-34.
10. Фарниев А. Т., Сабанова А. А., Калицева Д. Т. Влияние ризоторфина на продуктивность и качество клевера лугового // Нива Поволжья. 2020. № 2(55). С. 65-70.
11. Хубаев И. Т. Влияние удобрений на болезнеустойчивость и продуктивность клевера лугового // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: матер. IX Международной науч.-практ. конференции (Владикавказ, 12 –14 декабря 2019 г.). Владикавказ: Веста, 2019. С. 222-225.
12. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании многолетних бобовых трав / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, О. И. Двойникова, И. П. Земцова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. №2(62). С. 41-50.

References:

1. Voloshin V. A., Maysak G. P., Terentyeva L. S. Sandy sainfoin and its agroecological role in agriculture // Feed production. 2021. No. 5. P. 21-25.
2. Zemljanicyna S. V. Sainfoin is an important crop in the system of sustainable agriculture // Irrigated agriculture. 2021. № 2. P. 45-48. DOI 10.35809/2618-8279-2021-2-1.
3. Kurachenko N. L., Bopp V. L. Stocks of humus substances in agrochernozem during the cultivation of sandy sainfoin// Bulletin of the Omsk State Agrarian University. 2022. No. 2 (46). P. 31-37.
4. Kurachenko N. L., Bopp V. L. The regime of nitrate nitrogen in the chernozem during the cultivation of perennial grasses // Agrarian scientific journal. 2022. No. 9. P. 29-33.
5. Lebedeva N. S., Kravtsov V. V. Productivity of green mass of promising varieties of sainfoin in the zone of unstable moisture in the Stavropol Territory // Agricultural Journal. 2019. No. 4(12). P. 14-18.
6. Application of biological products, growth regulators and complex fertilizers in the technology of cultivation of fodder and medicinal crops / A. N. Kshnikatkina, A. A. Galiullin, S. A. Kshnikatkin, P. G. Alenin, I. A. Voronova // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018. Vol. 20. No. 5-2 (85). P. 234-240.
7. Productivity of perennial leguminous grasses under irrigation / T. N. Dronova, N. I. Burtseva, E. I. Molokantseva, I. P. Zemtsova, O. V. Golovatyuk // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. 2022. No. 2 (66). P. 22-30.
8. Sabanova A. A., Farniev A. T. Biologization of meadow clover cultivation technology. Vladikavkaz : Gorsk State Agrarian University, 2021. 192 p.
9. Sabanova A. A., Farniev A. T., Gegkiev A. B. The role of inoculation of red clover in increasing its nitrogen fixation, disease resistance and mobilization of soil nutrients // Proceedings of the Gorsk State Agrarian University. 2020. Vol. 57. No. 4. P. 27-34.
10. Farniev A. T., Sabanova A. A., Kalitseva D. T. Influence of rhizotorphin on the productivity and quality of red clover // Niva of the Volga region. 2020. No. 2 (55). P. 65-70.
11. Khubaev I. T. Influence of fertilizers on disease resistance and productivity of red clover // Young scientists in solving urgent problems of science: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference, Vladikavkaz, December 12-14, 2019. Vladikavkaz: Vesta, 2019. P. 222-225.
12. The effectiveness of the use of biological products in the cultivation of perennial legumes / T. N. Dronova, N. I. Burtseva, O. I. Dvoynikova, I. P. Zemtsova et al. // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. 2021. No. 2 (62). P. 41-50.

УДК 631.582:633.25

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-7

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ПАЙЗЫ В КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВОБОРОТАХ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

CULTIVATION OF PAIZA IN SHORT-ROTATION CROP ROTATIONS IN THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION

В.С. Плаксина, старший научный сотрудник,
v.plaksina88@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-8968-8774

Т.В. Родина, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник, ORCID: 0000-0002-6670-417x

Ю.В. Бочкарева, кандидат сельскохозяйственных наук,
заместитель директора по научной работе и международ-
ному сотрудничеству, ORCID: 0000-0003-0328-4654

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, Российская
Федерация

Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием на 2021–2023 гг. ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по теме № НИОКТР 123011200038-5 «Повышение эффективности агро-экосистем на основе усовершенствования агротехнологий с целью биологизации земледелия для регионов с недостаточным увлажнением»

V.S. Plaksina, Senior Researcher, v.plaksina88@yandex.ru,
ORCID: 0000-0002-8968-8774

T.V. Rodina, Candidate of Agricultural Sciences, Senior
Researcher, ORCID: 0000-0002-6670-417x

Yu.V. Bochkareva, Candidate of Agricultural Sciences, Deputy
Director for Scientific Work and International Cooperation,
ORCID: 0000-0003-0328-4654

FGBSI RRISC «Rossorgo», Saratov, Russian Federation

The research was carried out in accordance with the state task for 2021–2023 of the Federal State Budgetary Institution RosNIISK Rossorgo on the topic No. R&D 123011200038-5 "Improving the efficiency of agroecosystems based on the improvement of agrotechnologies in order to biologize agriculture for regions with insufficient moisture"

В связи с изменением почвенно-климатических условий в сторону потепления для стабилизации кормовой базы необходимо увеличить объёмы производства засухоустойчивых культур и расширить площади посевов малораспространенных культур. Они менее подвержены болезням и вредителям, менее требовательны к условиям выращивания и дают более качественные урожаи. Кроме того, их использование позволяет снизить затраты на производство кормов и повысить продуктивность животных. Цель настоящего исследования – дать сравнительную оценку короткоротационных севооборотов с различным насыщением пайзой по продуктивности, энергетической и экономической эффективности. Изучение короткоротационных севооборотов с включением пайзы показало, что эта культура позволит существенно повысить эффективность производства продукции растениеводства. В среднем за три года максимальные показатели выявлены при включении пайзы в четырехпольный севооборот (пар, озимая пшеница, соя, пайза). При этом выход продукции составил 3,26 т/га, коэффициент энергетической эффективности – 4,43, рентабельность – 166 %.

Ключевые слова: пайза, севооборот, эффективность, продуктивность.

Для цитирования: Плаксина В.С. Родина Т.В., Бочкарева Ю.В. Возделывание пайзы в короткоротационных севооборотах в условиях Нижнего Поволжья // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 37–40. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-7>.

Due to the change in soil and climatic conditions towards warming, in order to stabilize the feed base, it is necessary to increase the production of drought-resistant crops and expand the sowing of sparsely distributed crops. They are less susceptible to diseases and pests, less demanding of growing conditions and give better quality harvests. In addition, their use makes it possible to reduce the cost of feed production and increase the productivity of livestock. The purpose of this study is to give a comparative assessment of short-rotation crop rotations with different saturation of the payz in productivity, energy and economic efficiency. The study of short-rotation crop rotations with the inclusion of payza has shown that this crop will significantly increase the efficiency of crop production. On average, for three years, the maximum indicators were revealed when the paiza was included in the four-field turnover (steam, winter wheat, soybeans, paiza). At the same time, the output was 3.26 t/ha, the energy efficiency coefficient was 4.43, and the profitability was 166 %.

Keywords: payza, crop rotation, efficiency, productivity.

For citation: Plaksina V.S., Rodina T.V., Bochkareva Yu.V. Cultivation of paiza in short-rotation crop rotations in the conditions of the Lower Volga region. Irrigated agriculture. 2023;4(43):37–40. (In Russ.). <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-7>.

Введение. Обеспечение кормовой базы животноводства является одним из аспектов развития сельского хозяйства. От качества и количества кормов зависит здоровье животных, их продуктивность и, в конечном итоге, экономическая эффективность отрасли. Дальнейшее развитие животноводства требует не только значительного увеличения производства кормов за счет расширения посевов наиболее урожайных кормовых культур, но и улучшения их качества. Одним из перспективных направлений в этой области является расширение посевов малораспространенных кормовых культур, способных обеспечить животноводство высококачественными кормами. К таким культурам можно отнести пайзу – универсальную культуру, особенно примечательную тем, что ее можно использовать как для производства крупы, так и для зеленого удобрения и кормов. Благодаря своей продуктивности и качественным показателям, пайза может стать важным элементом устойчивого сельского хозяйства в будущем [1-3]. Культура пайзы может формировать до 760 ц/га урожайности биомассы, что делает ее одной из самых продуктивных кормовых культур [4], в 100 кг которой содержится 1,5-1,6 кг переваримого протеина и 12-13 кормовых единиц, а также витаминов и минералов, которые необходимы для здоровья животных. В фазу молочной спелости сырой протеин варьирует от 5,5 до 9,41 % [5]. Кроме того, в ней мало клетчатки, что делает ее более легкоусвояемой для скота. Пайза высевается с первой декады мая до третьей декады июля. Таким образом, расширение диапазона является неоспоримым преимуществом культуры для использования в животноводческой области. Также культура хорошо переносит засушливые условия и может возделываться даже на бедных влагой почвах. Это позволяет использовать ее для кормления скота в регионах с недостаточным увлажнением [6]. Эта культура обладает большим потенциалом, однако не получила распространения в производстве [7]. Изучение аспектов технологии выращивания пайзы может значительно повысить эффективность производства продукции растениеводства и животноводства [8].

Цель настоящего исследования – оценить эффективность включения

пайзы в короткоротационные севообороты по продуктивности, энергетической и экономической эффективности.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2020-2022 гг. в стационарных севооборотах с различным насыщением пайзой (20-25 %): четырехпольный – черный пар, озимая пшеница, соя, пайза; пятипольные – пар чистый, озимая пшеница, пайза, нут, кукуруза и пар сидеральный, озимая пшеница, пайза, нут, кукуруза.

Объектами исследований являлись сорта культур селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»: пайза «Готика», озимая пшеница «Жемчужина Поволжья», соя «Марина», нут «Бонус» и кукуруза «РНИИСК 1». В качестве сидеральной культуры использовали фацелию пижмолистную сорта «Наталия».

Закладка стационарного полевого опыта проводилась в трехкратной повторности. Общая площадь опыта – 2,66 га, учетная площадь – 100 м². Размещение делянок систематическое, расположение в два яруса.

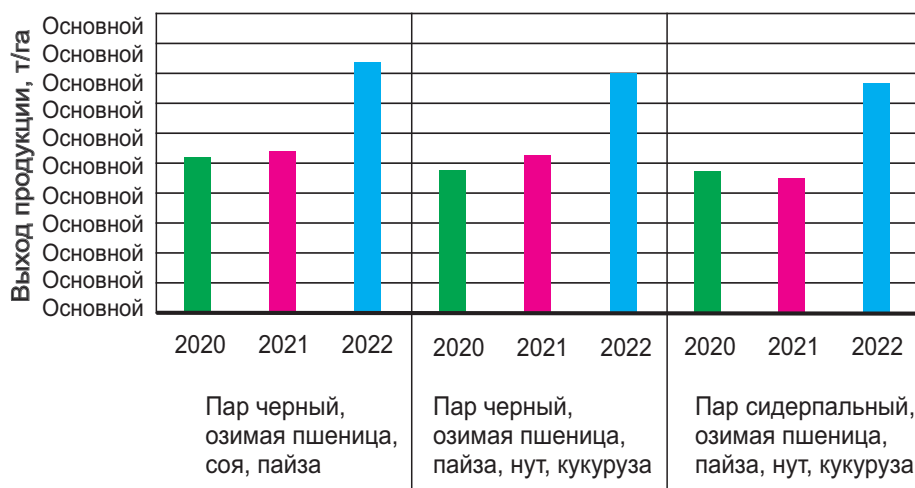
Почвенно-климатические условия в годы исследований характеризуются как недостаточно увлажненные, гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,78-0,83. Почва опытного участка – чернозем южный, маломощный, с содержанием гумуса 3,5-4,2 %.

Выход продукции определялся по средним урожайным данным на единицу севооборотной площади. Определялся выход зерна у озимой пшеницы, сои, нута, кукурузы и выход биомассы – у пайзы. Биоэнергетическая оценка севооборотов прово-

дится по методикам Петуховой Е.А.¹ и Жученко А.А.² Экономическая эффективность определялась по методике ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ [11-12]. Статистическая обработка результатов исследований проводится с помощью программы Agros 2.09.

Результаты и обсуждение. Валовый выход продукции является основным показателем оценки эффективности севооборотов. В ходе оценки продуктивности выявлено, что возделывание пайзы в короткоротационных севооборотах достаточно эффективно. Наибольший выход продукции отмечен в четырехпольном севообороте в 2022 году и составил 4,37 т/га. Максимальная продуктивность в среднем за годы изучения в четырехпольном севообороте: пар, озимая пшеница, соя, пайза (3,26 т/га), несколько ниже – в пятипольном севообороте: пар, озимая пшеница, пайза, нут, кукуруза (3,09 т/га). При включении сидерального пара в пятипольный севооборот с пайзой продуктивность снижается до 2,92 т/га (рисунок 1).

В изучаемых севооборотах при сумме накопленной энергии с урожаем 206,40...376,72 ГДж/га и затратами совокупной энергии 51,75...88,22 ГДж/га все варианты показали себя эффективными (таблица 1). Максимальный чистый энергетический доход в среднем за три года изучения получен в четырехпольном и пятипольном севообороте с включением чистого пара (198,30...198,37 ГДж/га), в пятипольном севообороте с включением сидерального пара показатель ниже (184,02 ГДж/га).



Ффакт = 9,537* НСР₀₅ = 0,214

Рисунок 1 – Продуктивность севооборотов с включением пайзы, 2020-2022 гг.

¹Петухова Е. А., Бессарабова Р.Ф., Халенева Л.Д. Зоотехнический анализ кормов. М.: Агропромиздат, 1989. 239 с.

²Жученко А.А., Афанасьев В.Н. Энергетический анализ в сельском хозяйстве. Кишинев, 1988. 70 с.

Таблица 1 – Биоэнергетическая оценка севооборотов, 2020-2022 гг.

Чередование культур в севообороте	Год	Выход продукции с 1 га пашни, т/га	Сумма накопленной энергии с урожаем, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	ЧЭД*, ГДж/га	КЭЭ**
Пар черный, оз. пшеница, соя, пайза	2020	2,65	206,40	51,53	154,87	4,00
	2021	2,76	254,60	81,52	173,08	3,12
	2022	4,37	318,47	51,53	266,94	6,18
	Среднее	3,26	259,82	61,53	198,30	4,43
Пар черный, оз. пшеница, пайза, нут, кукуруза	2020	2,44	229,17	81,52	147,65	2,81
	2021	2,68	247,18	88,22	158,96	2,80
	2022	4,14	376,72	81,52	288,50	4,62
	Среднее	3,09	284,36	83,75	198,37	3,41
Пар сид., оз. пшеница, пайза, нут, кукуруза	2020	2,44	229,17	88,22	140,95	2,60
	2021	2,32	186,32	51,53	134,79	3,62
	2022	4,01	364,94	88,22	276,32	4,14
	Среднее	2,92	260,14	75,99	184,02	3,45

*ЧЭД – чистый энергетический доход; **КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности

За три года изучения короткочередовых севооборотов получены высокие коэффициенты энергоэффективности, что свидетельствует о целесообразности включения пайзы в севообороты (2,60...6,62). Наиболее эффективно возделывание пайзы было в четырехпольном севообороте, коэффициент энергетической эффективности в среднем составил 4,43.

Для расчета экономической эффективности были взяты общие затраты из технологических карт. Прямые затраты на возделыва-

ние 1 гектара пайза на корм – 4850...5238 рублей, озимой пшеницы составили 4621...4990 рублей, кукурузы на зерно – 5665...6118 рублей, соя и нут – 5250...5670 рублей (таблица 2).

В изучаемых севооборотах средняя себестоимость продукции варьировала в пределах 5634...6236 руб./т. Самые низкие показатели в четырехпольном севообороте, также в этом варианте выявлен высокий условный чистый доход с 1 га пашни (29 273 руб.). В пятипольном севообороте с вклю-

чением черного пара показатель составил 26 958 руб. Рентабельность производства – основной показатель экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. Высокий уровень рентабельности отмечен во всех изучаемых вариантах. Наиболее эффективным себя показал четырехпольный севооборот с включением пайзы и сои (166 %), пятипольный севооборот с черным паром менее эффективен, однако показатель рентабельности на достаточно высоком уровне (147 %). Самая низкая

Таблица 2 – Экономическая эффективность четырехпольных севооборотов

Чередование культур в севообороте	Год	СВП, руб.	ПЗ, руб.	УЧД, руб.	СП, руб.	УРП, %
Пар чистый, оз. пшеница, соя, пайза	2020	41469	17264	24205	6515	140
	2021	43190	17264	25926	6255	150
	2022	55746	18056	37690	4132	209
	Среднее	46802	17528	29273	5634	166
Пар черный, озимая пшеница, пайза, нут, кукуруза	2020	39934	17846	22088	7314	124
	2021	43862	17846	26016	6659	146
	2022	52107	19308	32799	4664	170
	Среднее	45301	18333	26958	6216	147
Пар черный, озимая пшеница, пайза, нут, кукуруза	2020	31931	16720	15211	6852	91
	2021	30361	16720	13641	7207	82
	2022	51363	18644	32719	4650	176
	Среднее	37885	17361	20524	6236	116

Примечание: СВП – стоимость валовой продукции с 1 га пашни, руб.
ПЗ – производственные затраты на 1 га пашни, руб.
СП – себестоимость 1 т продукции, руб.

УЧД – условный чистый доход с 1 га пашни, руб.
УРП – уровень рентабельности производства, %

рентабельность отмечена при включении сидерального пара в пятипольный севооборот (116 %).

Заключение. Трехлетнее исследование эффективности возделывания пайзы в короткоротационных севооборотах показало, что в среднем за максимальные показатели получе-

ны при возделывании этой культуры в четырехпольном севообороте. При этом выход продукции составил 3,26 т/га, коэффициент энергоэффективности – 4,43, рентабельность – 166 %. В целом исследования показали высокий уровень эффективности включения пайзы в севообороты с короткой

ротацией по всем вариантам опыта. Увеличение площадей посевов пайзы благоприятно воздействует на животноводческую и растениеводческую отрасль засушливых регионов Российской Федерации за счет увеличения получаемой продукции и повышения эффективности пашни.

Список источников:

1. Агробиологическая оценка коллекционных сортообразцов пайзы (*Echinochloa Frumentacea*) в условиях Нижнего Поволжья / А.Н. Асташов, Т.В. Родина, Ю.В. Бочкарева, А.А. Сафронов, В.С. Плаксина // *АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал*. 2022. № 6.
2. Агробиологическая оценка районированных сортов просовидных культур (чумиза, могар, пайза) в условиях Центрального Предкавказья / И.А. Донец, М.П. Жукова, А.Б. Володин, А.С. Голубь, Н.С. Чухлебцова // *Вестник АПК Ставрополья*. 2019. № 3 (35). С. 46-50.
3. Возделывание пайзы на зелёный корм, сено и семена в засушливых условиях Ставропольского края / С.И. Капустин, А.Б. Володин, А.С. Капустин, М.Ю. Кухарук // *Известия Оренбургского аграрного университета*. 2019. № 3 (77). С. 88-92.
4. Истранин Ю.В. Продуктивность лактирующих коров при скармливании им кукурузного силоса и силосов, приготовленных из смеси пайзы и вики, пайзы и сои // *Зоотехническая наука Беларуси*. 2013. №48(1). С. 267-277.
5. Лебедев А.Н., Хазов М.В. Результаты изучения основных элементов технологии возделывания пайзы в условиях лесостепи Западной Сибири // *Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции*. Под редакцией Н.Г. Власенко [и др.]. Краснообск, 2019. С. 33-36.
6. Родина Т.В., Сафронов А.А., Тамбовцева Н.Р. Оценка относительной засухоустойчивости сортов пайзы (*Echinochloa Frumentacea* Link) на осмотических растворах // *Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сборник научных трудов по результатам работы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»*. Саратов: Изд-во Амирит, 2023. С. 132-135.
7. Справочник экономиста аграрного производства: справочное пособие / под общ. ред. А. А. Черняева. Саратов: «Саратовский источник», 2012. 347 с.
8. Шевцова Л.П., Башинская О.С. Агробиологический потенциал редких видов кормовых культур и приемы повышения их продуктивности на черноземах Саратовского Правобережья // *Аграрный научный журнал*. 2015. № 8. С. 36-40.
9. Экономика сельского хозяйства: учебное пособие / Сост. Е.И. Зуева, Е.А. Лиховцева. Саратов: ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2016. 82 с.
10. Ялович, Л.И., Бавровский С.В., Скопцова Т.И. Кормовое значение и особенности возделывания пайзы // *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 4. С. 47-51.

References:

1. Agrobiological assessment of collection varieties of paiza (*Echinochloa Frumentacea*) in the conditions of the Lower Volga region / A.N. Astashov, T.V. Rodina, Yu.V. Bochkareva, A.A. Safronov, V.S. Plaksina // *AgroEcoInfo: Electronic scientific and production journal*. 2022. No. 6.
2. Agrobiological assessment of zoned varieties of millet crops (chumiza, mogar, paiza) in the conditions of the Central Caucasus / I.A. Donets, M.P. Zhukova, A.B. Volodin, A.S. Golub, N.S. Chukhlebova // *Bulletin of the Agroindustrial complex of Stavropol*. 2019. № 3 (35). P. 46-50.
3. Cultivation of payza for green fodder, hay and seeds in arid conditions of the Stavropol Territory / S.I. Kapustin, A.B. Volodin, A.S. Kapustin, M.Yu. Kuharuk // *Proceedings of the Orenburg Agrarian University*. 2019. № 3 (77). P. 88-92.
4. Istranin Yu. V. Productivity of lactating cows when feeding them corn silage and silos prepared from a mixture of payza and vetch, payza and soy // *Zootechnical science of Belarus*. 2013. №48(1). P. 267-277.
5. Lebedev A.N., Khazov M.V. The results of the study of the basic elements of the technology of cultivation of payza in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia // *The latest trends in the development of agricultural science in the works of young scientists. Collection of materials of the VII International Scientific and practical Conference*. Edited by N.G. Vlasenko [et al.]. Krasnoobsk, 2019. P. 33-36.
6. Rodina T.V., Safronov A.A., Tambovtseva N.R. Assessment of relative drought resistance of varieties of paiza (*Echinochloa Frumentacea* Link) on osmotic solutions // *Young researchers of agro-industrial and forestry complexes - by regions. Collection of scientific papers on the results of the VIII All-Russian Scientific and Practical conference with international participation / FSBI RosNIISK «Rossorgo»*. Saratov: Amirit Publishing House, 2023. P. 132-135.
7. Handbook of the economist of agricultural production: reference manual / under the general editorship of A. A. Chernyaev. Saratov: «Saratov source», 2012. 347 p.
8. Shevtsova L.P., Bashinskaya O.S. Agrobiological potential of rare species of forage crops and methods of increasing their productivity on the chernozems of the Saratov Right Bank // *Agrarian Scientific Journal*. 2015. No. 8. P. 36-40.
9. Agricultural economics: textbook / Comp. E.I. Zueva, E.A. Likhovtseva. Saratov: FGOU VPO Saratov GAU, 2016. 82 p.
10. Yalovik L.I., Bavrovsky S.V., Skoptsova T.I. Fodder value and features of cultivation of payza // *Izvestiya Velikiye Luki State Agricultural Academy*. 2021. No. 4. P. 47-51.

УДК: 628.12

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-8

СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ КАВИТАЦИОННОГО ЗАПАСА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ И ОСЕВЫХ НАСОСОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ НЕЗАВИСИМО ОТ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ В ВОДОИСТОЧНИКЕ

METHODS FOR PRESERVING THE CAVITATION RESERVE OF CENTRIFUGAL AND AXIAL PUMPS OF RECLAMATION SYSTEMS, REGARDLESS OF FLUCTUATIONS IN THE WATER LEVEL IN THE WATER SOURCE

В.В. Трушев, соискатель, vipfoggy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7884-1163

Д.В. Николаенко, соискатель, anapa_prof@mail.ru, ORCID: 0009-0005-9444-4511

С.А. Тарасьянц, доктор технических наук, профессор, starasyancz@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0076-6850

Ю.С. Уржумова, кандидат технических наук, доцент, urzhumovay@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5602-6523

V. V. Trushev, applicant, vipfoggy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7884-1163

D. V. Nikolaenko, applicant, anapa_prof@mail.ru, ORCID: 0009-0005-9444-4511

S.A. Tarasyants, Doctor of Technical Sciences, Professor, starasyancz@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0076-6850

Yu.S. Urzhumova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, urzhumovay@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5602-6523

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University»

Разработаны рекомендации по способам сохранения кавитационного запаса центробежных и осевых насосов мелиоративных систем независимо от колебаний уровня воды в водоисточнике. Исследования проведены на основе литературных источников и собственных разработок. Обосновано наличие остаточной энергии в напорных трубопроводах оросительных сетей для использования во всасывающих линиях с целью повышения кавитационного запаса гидромеханического оборудования насосных станций и снижения энергозатрат. Проведён расчёт подачи, напора, КПД и вакуумметрической высоты всасывания насосного агрегата Д1250-125, применяемого для шести точек напорного трубопровода. Рассчитана разность оптимальной и фактической энергий. В качестве устройства, увеличивающего кавитационный запас предлагается установка кольцевого двухповерхностного струйного аппарата с повышенной энергетической характеристикой. Предложен метод установки струйного аппарата перед лопатками рабочего колеса осевого насоса. Установлен перерасход энергии для каждой точки изменённого местоположения потребителя по разности фактической и оптимальной мощности 452,3 кВт, колеблющегося – от 24,4 до 92,1 кВт с возможностью его использования во всасывающей линии при необходимости увеличения кавитационного запаса. Определена величина максимального значения допустимой вакуумметрической высоты всасывания насосного оборудования 20 м, соответствующая наибольшему, возможному напору струйного аппара-

Development of recommendations on ways to preserve the cavitation reserve of centrifugal and axial pumps of reclamation systems, regardless of fluctuations in the water level in the water source. The research was carried out on the basis of literary sources and own developments. The presence of residual energy in the pressure pipelines of irrigation networks for use in suction lines is justified in order to increase the cavitation reserve of the hydromechanical equipment of pumping stations and reduce energy consumption. The calculation of the supply, head, efficiency and vacuum suction height of the pumping unit D1250-125 used for six points of the pressure pipeline is carried out. The difference between the optimal and actual energies is calculated. As a device that increases the cavitation reserve, it is proposed to install an annular two-surface jet apparatus with an increased energy characteristic. A method of installing a jet device in front of the blades of the axial pump impeller is proposed. Energy overruns have been established for each point of the changed location of the consumer according to the difference between the actual and optimal power of 452.3 kW ranging from 24.4 to 92.1 kW with the possibility of its use in the suction line if necessary to increase the cavitation reserve. The value of the maximum value of the permissible vacuum-metric suction height of the pumping equipment of 20 m, corresponding to the maximum possible pressure of the jet apparatus, is determined. In conclusion, it is said that the result of the conducted research has established that as the pressure in the network decreases when using centrifugal pumps from 120 to 70 m, the power

та. В результате проведенных исследований установлено, что по мере уменьшения напора в сети при использовании центробежных насосов от 120 до 70 м затраченная мощность, рассчитанная по заводской характеристике, увеличивается от 321,4 до 544,4 кВт, при поддержании в сети оптимальных параметров напора 100 м и подачи 0,36 м³/с перерасход электроэнергии в точках с напором ниже проектного 100 м может составить от 24,4 до 92,1 кВт, использование которой предлагается при необходимости повышения кавитационного запаса. При применении осевых насосов в случае возникновения аварийных ситуаций, грозящих полной остановкой насосной станции, использование предложенных способов повышения кавитационного запаса позволит продолжить эксплуатацию гидромеханического оборудования независимо от гидрологических характеристик водисточника и при незначительном увеличении эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: насосная станция, струйный аппарат: напорный трубопровод, всасывающая линия, линия рециркуляции.

Для цитирования: Трушев В. В., Николаенко Д. В., Тарасьянц С.А., Уржумова Ю.С. Способы сохранения кавитационного запаса центробежных и осевых насосов мелиоративных систем независимо от колебаний уровня воды в водисточнике// Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С.42-47. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-8>.

Введение. В настоящее время в РФ по состоянию на 2015 г. по ЮФО только для целей орошения используются 404 насосные станции общей мощностью 539 517 кВт (таблица 1).

Наибольшее влияние на надёжную эксплуатацию гидромеханического оборудования оказывают водозаборные объекты, являющиеся от-

ветственным элементом всех сооружений насосных станций [6, 13]. Из станционных трубопроводов наиболее ответственными являются всасывающие, они заиливаются с возможным увеличением скорости потока, соответственно, потерями напора и, как следствие, уменьшением допустимой вакуумметрической

consumed calculated according to the factory characteristic increases from 321.4 to 544.4 kW, while maintaining the optimal parameters of the head of 100 m and the supply of 0.36 m³/s, the overspending of electricity at points with a head below the design 100m can range from 24.4 to 92.1 kW, the use of which is proposed if necessary to increase the cavitation reserve. When using axial pumps, in case of emergency situations threatening a complete shutdown of the pumping station, the use of the proposed methods for increasing the cavitation reserve will allow the operation of the hydromechanical equipment to continue regardless of the hydrological characteristics of the water source and a slight increase in operating costs.

Keywords: pumping station, jet apparatus: pressure line, suction line, recirculation line.

For citation: Trushev V. V., Nikolaenko D. V., Tarasyants S.A., Urzhumova Yu.S. Methods for preserving the cavitation reserve of centrifugal and axial pumps of reclamation systems, regardless of fluctuations in the water level in the water source. Irrigated agriculture. 2023;4(43):42-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-8>.

величины всасывания (кавитационного запаса) [3]. Наиболее значимым фактором уменьшения кавитационного запаса насосного оборудования является падение уровней в водисточнике до минимальных критических отметок, доводящих гидромеханическое оборудование до полной остановки. Критическое падение от-

Таблица 1 – Насосные станции с центробежными и осевыми насосами по Департаменту мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по ЮФО (по состоянию на 01.01.2015 г.)

Республики, края, области	Тип насосной станции	Кол-во насосных станций, шт.	Кол-во насосных агрегатов, шт.	Суммарная установленная мощность, кВт	Орошаемая площадь, тыс. га	Орошаемая площадь на 1 кВт уст. мощ., кВт/га
Минмелиоводхоз Республики Дагестан	Стационарная	35	104	43 710	173	2,52
Департамент «Севосетинмелиоводхоз»	Стационарная	63	78	8156	720	1,13
Комитет Карачаево-Черкесской Республики по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению	Стационарная	10	61	18 250	109	1,66
ФГБУ Управление «Ставропольмелиоводхоз»	Стационарная Плавающая	23 2	107 6	61 950 5020	724	0,92
ФГБУ Управление «Кубаньмелиоводхоз»	Стационарная	139	731	166 977	132	1,26
ФГБУ Управление «Ростовмелиодводхоз»	Стационарная	121	262	224 200	292	0,76
ФГБУ Управление «Каббалкмелиодводхоз»	Стационарная	11	41	11254	805	1,39
Итого в среднем по региону:		404	1390	539517	540	0,99

меток до 13,5 м наблюдалось в 2017 году в Волгоградском водохранилище, что практически парализовало эксплуатацию 14 головных насосных станций ФГБУ «Управление Саратов-мелиоводхоз». Подобная ситуация наблюдалась в 2014 году на подводящем канале Новочеркасской ГРЭС. Она оказалась на грани останова, когда уровни в водозаборе циркуляционной насосной станции упали до отметок критических величин кавитационного запаса, и вопрос встал о переоборудовании водозаборного сооружения канала на р. Дон и остановке ГРЭС. Кроме того, тысячи мелиоративных насосных станций проектируются заглубленными для приближения оси насосного оборудования к отметке водоисточника вследствие необходимости поддержания величины кавитационного запаса, что в несколько раз повышает стоимость строительства [12].

В связи с вышеизложенным актуальность мероприятий, предлагаемых в рамках разрабатываемого проекта, не вызывает сомнений и указывает на необходимость наличия и обоснованной эксплуатации дополнительных эффективных технических средств, повышающих эксплуатационную надёжность насосного оборудования в области поддержания оптимального кавитационного запаса. В поставленные задачи входит анализ существующих теоретических основ возможности повышения потенциальной энергии во всасывающих линиях гидромеханического оборудования насосных станций – методы использования остаточной энергии в напорном трубопроводе [4].

Материалы и методы. Возможность решения поставленных задач подтверждается предварительным проведённым теоретическим расчётом снижения энергозатрат насосным оборудованием при изменении местоположения потребителя и возможности использования остаточной энергии в напорном трубопроводе для повышения кавитационного запаса во всасывающей линии [9].

Смысл расчёта заключается в том, что при изменении напора в сети в меньшую сторону подача насосного оборудования увеличивается при необходимости использования прежнего расхода, КПД уменьшается, потребляемая мощность возрастает. В таком случае избыток напора и расхода направляется в линию рециркуляции для эксплуатации струйного аппарата с оставшимся напором во всасывающей линии, при необходимом прежнем максимальном КПД.

Известно, что полная энергия движущегося потока в напорном трубопроводе \mathcal{E}_2 насоса равна сумме манометрической (потенциальной) $\frac{P_2}{g\rho_0}$ и кинетической энергии $V_2^2/2g$ (V_2 – скорость потока в напорном трубопроводе) [12]:

$$\mathcal{E}_2 = \frac{P_2}{g\rho_0} + \frac{V_2^2}{2g}.$$

Манометрическая энергия, в свою очередь, представлена суммой геометрической высоты подъёма H_r и потерями энергии в напорном трубопроводе $\sum h_{w_{н.тр}}$:

$$\frac{P_2}{g\rho_0} = H_r + \sum h_{w_{н.тр}}.$$

Полная энергия движущегося потока во всасывающем трубопроводе \mathcal{E}_1 равна сумме манометрической (вакуумметрической) $\frac{P_1}{g\rho_0}$ и кинетической энергии $\frac{V_1^2}{2g}$ (V_1 – скорость потока во всасывающем трубопроводе):

$$\mathcal{E}_1 = \frac{P_1}{g\rho_0} + \frac{V_1^2}{2g}.$$

Манометрическая (вакуумметрическая) энергия $\frac{P_1}{g\rho_0}$ в свою очередь представлена суммой геометрической высоты всасывания $H_{г.вс.}$ (при положительной высоте всасывания, рисунок 2) или геометрического напора подъёма $H_{г.н.}$ (при отрицательной высоте всасывания, рисунок 3) и кинетической энергии во всасывающем трубопроводе $\frac{V_1^2}{2g}$, тогда $\mathcal{E}_1 = H_{г.вс.} + \frac{V_1^2}{2g}$ или $\mathcal{E}_1 = H_{г.н.} + \frac{V_1^2}{2g}$. (В величины $H_{г.вс.}$ и $H_{г.н.}$ входят значения потерь напора во всасывающем трубопроводе). Имея в виду вышеизложенное, напор насоса H_n , с учётом того, что это есть разность энергии на выходе и входе в насос $H_n = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1$, определяется по зависимости (при положительной высоте всасывания):

$$H_n = \frac{P_2}{g\rho_0} + \frac{V_2^2}{2g} - \left(H_{г.вс.} + \frac{V_1^2}{2g} \right);$$

или (при отрицательной высоте всасывания):

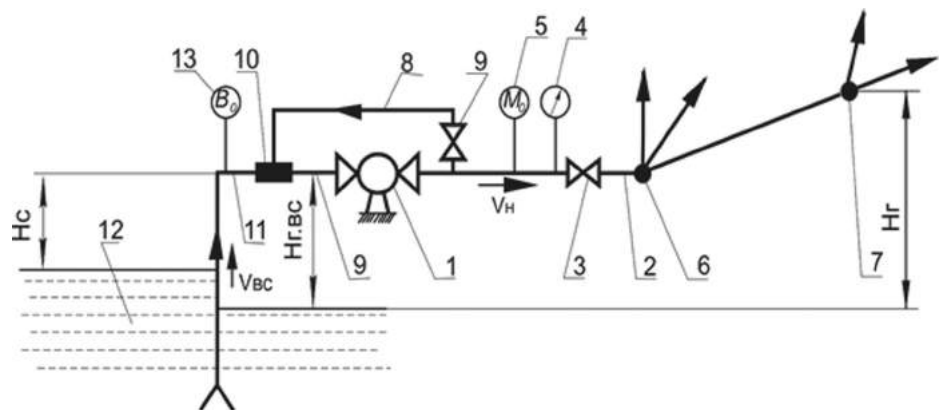
$$H_n = \frac{P_2}{g\rho_0} + \frac{V_2^2}{2g} - \left(H_{г.н.} + \frac{V_1^2}{2g} \right).$$

В общем виде представленные зависимости выглядят следующим образом:

-для напорных трубопроводов полная энергия:

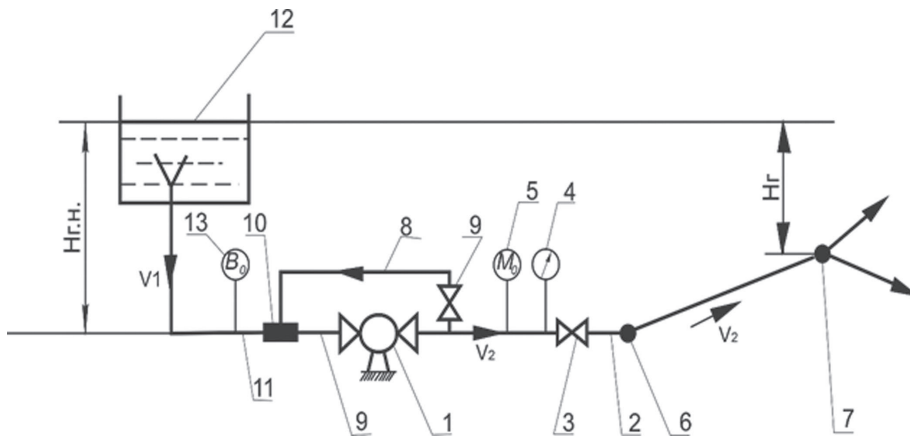
$$\mathcal{E}_2 = H_r + \sum h_{w_{н.тр}} + \frac{V_2^2}{2g};$$

-для всасывающих трубопроводов (при положительной высоте всасывания):



1 – центробежный насос, 2 – напорный трубопровод, 3, 9 – задвижки, 4 – датчик давления, 5 – манометр, 6, 7 – точка отбора расхода, 8 – линия рециркуляции, 10 – струйный аппарат, 11 – всасывающий трубопровод, 12 – водонисточник, 13 – вакуумметр

Рисунок 2 – Схема насосной установки с положительной высотой всасывания и струйным аппаратом на всасывающей линии



1 – центробежный насос, 2 – напорный трубопровод, 3, 9 – задвижки, 4 – датчик давления, 5 – манометр, 6, 7 – точка отбора расхода, 8 – линия рециркуляции, 10 – струйный аппарат, 11 – всасывающий трубопровод, 12 – водоисточник, 13 – вакуумметр

Рисунок 3 – Схема насосной установки с отрицательной высотой всасывания и струйным аппаратом на всасывающей линии

$$\mathcal{E}_1 = H_{г.вс.} + \frac{V_1^2}{2g}$$

- для всасывающих трубопроводов (при отрицательной высоте всасывания):

$$\mathcal{E}_1 = H_{г.н.} + \frac{V_1^2}{2g}$$

Итак, напор насоса, рассчитанный по разности энергий на выходе \mathcal{E}_2 и входе \mathcal{E}_1 , определится по зависимостям:

$$H_n = H_r + \sum h_{w_{н.тр}} + \frac{V_2^2}{2g} - \left(H_{г.вс.} + \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

$$H_n = H_r + \sum h_{w_{н.тр}} + \frac{V_2^2}{2g} - \left(H_{г.н.} + \frac{V_1^2}{2g} \right).$$

Заводские напорно-расходные характеристики центробежных насосов построены с использованием вышеприведённых зависимостей, учитывают напорную и всасывающую линии

насосных установок. При изменении местоположения точек отбора перекачиваемой жидкости зависимость для расчёта напора остаётся прежней, но с изменёнными характеристиками.

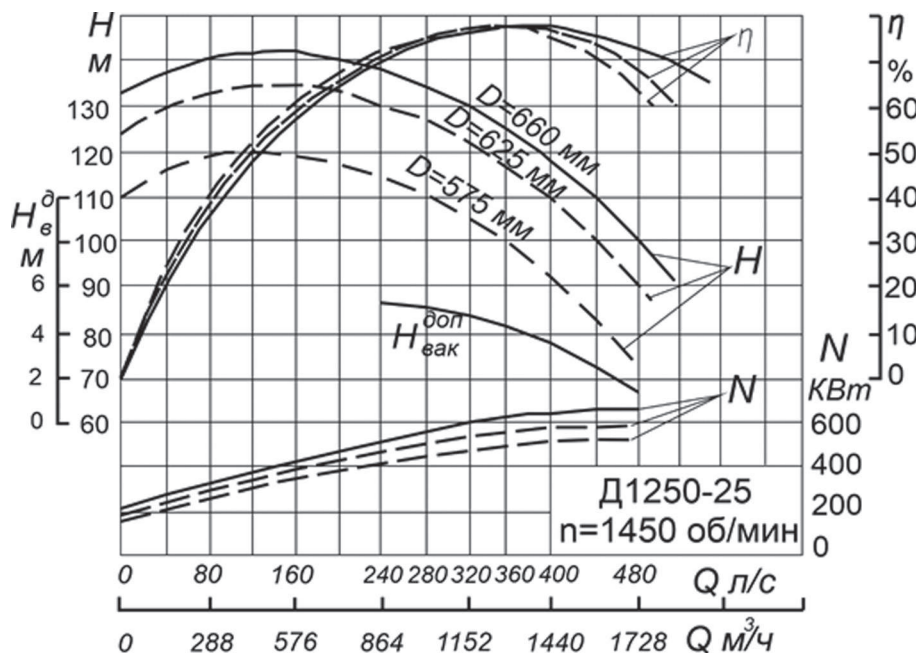


Рисунок 4 – Графическая заводская характеристика центробежного насоса Д1250-125 с диаметром рабочего колеса 575 мм и частотой вращения 24 с⁻¹ [8]

Сравнения показания, можно утверждать, что величины напоров изменяются и, как правило, в меньшую сторону в случае сокращения расстояния подачи [7, 8].

В качестве примера для расчёта изменённой величины потребляемой энергии рассматривается заводская графическая (рисунок 4) и табличная (таблица 2) характеристики центробежного насоса Д1250-125 с диаметром рабочего колеса 575 мм с частотой вращения 24с-1[8].

Предполагается, что расчётный максимальный напор для сети составляет 100 метров, при этом оптимальная подача согласно характеристике – 0,36 м³/с (1290 м³/ч), в таком случае КПД насоса максимальный и составляет 80 %.

Расчётная потребляемая мощность насоса при этом составит 452 кВт, при допустимой вакуумметрической высоте всасывания $H_{дон}^{вак} = -4,5$ м. Фактическая мощность, принятая по заводской характеристике, 490 кВт.

В случае изменения местоположения потребителя и, соответственно, уменьшения напора, к примеру, до 80м, согласно заводской характеристике, подача увеличивается до 0,45 м³/с с одновременным уменьшением величины КПД до 70 %. При этом расчётная потребляемая мощность составит 504 кВт, что выше по сравнению с потребляемой мощностью при напоре 100 м и подаче 0,36 м³/с на 52,0 кВт. Заводская мощность приближается к расчётной, в пределах 520 кВт.

Для ввода насоса в оптимальный режим (режим с максимальным КПД 78 %) необходимо привести параметры насоса в первоначальные величины, т.е. увеличить напор до 100 м с подачей 0,36 м³/с, и потребляемую мощность – до 452 кВт с $H_{дон}^{вак} = -4,5$ м.

Перевод на эксплуатируемых насосных станциях, как правило, осуществляется дросселированием [5, 14] (прикрытием задвижки на напорном трубопроводе). Данный факт приводит к чрезмерному подорожанию потребляемой электроэнергии. Для подтверждения наличия избыточной энергии в напорном трубопроводе проведён расчёт сети с изменёнными гидравлическими параметрами потребителя. Исходные данные для расчёта сети, принятые по заводской характеристике, приведены в таблице 3.

По исходным данным (таблица 3), заводской характеристике насоса (на примере насоса Д1250-125, рисунок 4), принятым изменившимся напором в сети, допустимой вакуумметрической высоте всасывания для каждой точки замера (рисунок 5) произведён расчёт в следующей последовательности:

Таблица 2 – Табличная заводская характеристика центробежного насоса Д1250-125

Подача		Напор м	Потребляемая мощность, кВт		Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м	КПД
м³/с	м³/ч		по характеристике	Расчётная		
0,48	1728	73	545	536	1,8	0,64
0,45	1584	80	520	518,8	2,5	0,70
0,40	1440	92	492	494	3,5	0,73
0,36	1290	100	490	441	4,5	0,80
0,24	864	115	430	360,6	3,4	0,75
0,16	576	120	320	313,6	5,7	0,60

Таблица 3 – Исходные данные для расчёта сети, принятые по заводской характеристике

№ точки	Принятый напор в точках сети, м	Подача м³/с	Допустимая вакуумметрическая высота, м	Напор на входе в струйный аппарат, м	КПД, %	Затраченная мощность, кВт
1	70	0,48	1,6	70	0,60	544,4
2	80	0,44	2,2	80	0,65	546,4
3	90	0,38	3,8	90	0,78	476,7
4	100	0,36	4,2	100	0,78	452,3
5	110	0,28	5,0	110	0,74	402,4
6	120	0,72	5,5	120	0,50	324,4

- на расчётной сети назначаются точки использования расхода потребителем с пониженным напором (в данном случае 6 точек, рисунок 5);

- по характеристике насоса (рисунок 4) определяется по назначенному напору, соответствующему каждой точке, подача и КПД;

- рассчитывается потребляемая мощность НП по данным напорно-расходной характеристики;

- определяется перерасход энергии для каждой точки по разности фактической и оптимальной величине 452,3 кВт и точек с напором 70, 80, 90 м. Точки с напором 100, 110, 120 метров находятся в проектной зоне с отсутствием дополнительной энергии.

Для практики эксплуатации центробежных насосов разработаны наиболее оптимальные способы повышения кавитационного запаса [2, 1] с помощью линии рециркуляции и струйного аппарата, установленного на всасывающем трубопроводе (рисунок 6). В таком случае увеличение кавитационного запаса центробежного насоса возможно на величину напора струйного аппарата (в пределах 20 м, максимально возможный напор для водо-водяных струйных аппаратов).

При схеме такого вида очевидно, что величина увеличения кавитационного запаса сопровождаются незначительными дополнительными потерями

энергии, что во многих случаях оправдывается стабильными эксплуатационными параметрами насосной станции. Данный метод питания струйного аппарата не единственный и может быть заменён предлагаемым способом – автоматизированной схемой постоянного оптимального поддержания увеличенного кавитационного запаса за счёт использования остаточной энергии в напорном трубопроводе сети. В таком случае при повышении энергии во всасывающем трубопроводе падает расчётный напор насоса и, как следствие, потребляемая мощность, при этом фактически напор насоса является разностью энергий в напорном и всасывающем трубопроводах. В данной работе предлагается способ повышения величины всасывания осевых насосов [10, 11].

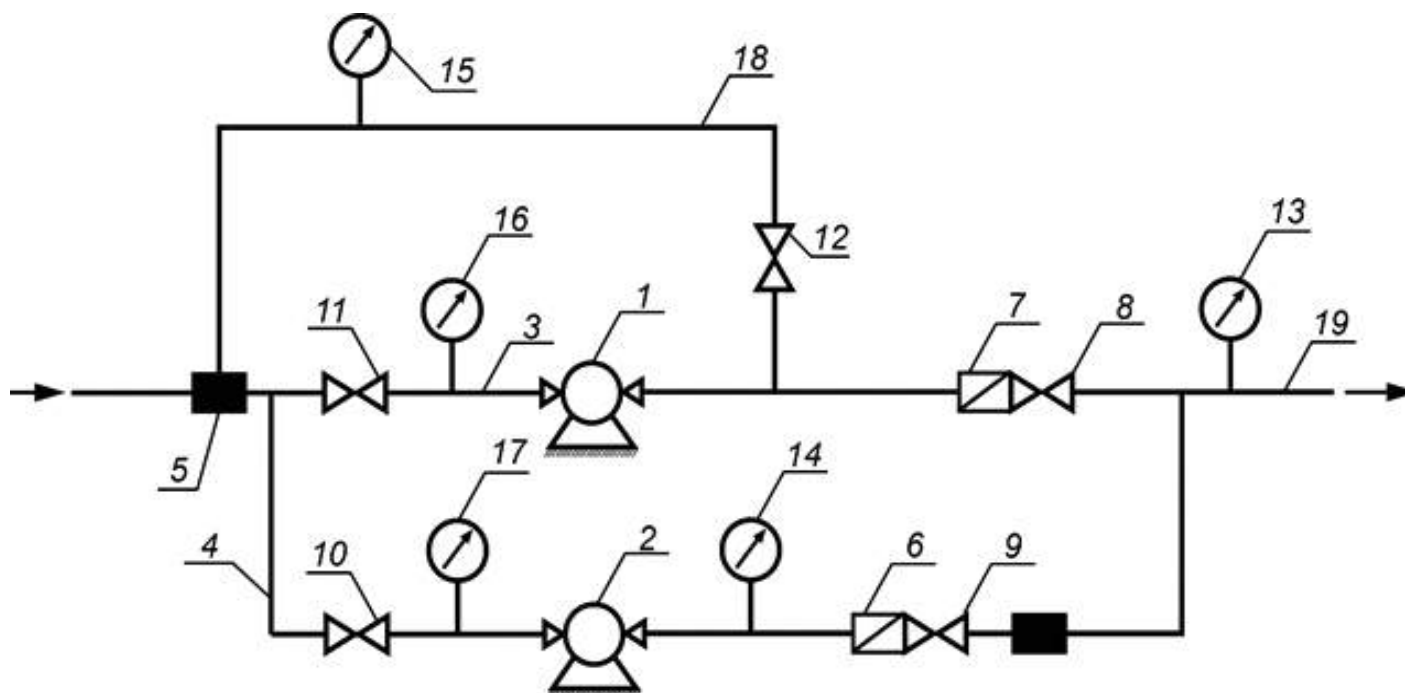
В процессе эксплуатации осевых насосов остаточная энергия в напорном трубопроводе отсутствует вследствие возможности регулирования напора в сети изменением угла поворота лопаток рабочего колеса, в таком случае предлагается установка струйного аппарата перед рабочим колесом по схеме (рисунок 7).

Кроме того, в случае отсутствия избыточной энергии в напорном трубопроводе при эксплуатации насосного оборудования в критических ситуациях обоснована необходимость уменьше-

ния части энергии в напорных трубопроводах при повышении кавитационного запаса во всасывающих линиях, несмотря на незначительные экономические потери. В рассмотренных вариантах с использованием струйных аппаратов рекомендуется кольцевой двухповерхностный аппарат с повышенными энергетическими характеристиками (рисунок 8) [10, 11].

Результаты и обсуждение. По результатам проведённого анализа установлено, что перерасход энергии для каждой точки изменённого местоположения потребителя по разности фактической и оптимальной мощности 452,3 кВт колеблется от 24,4 до 92,1 кВт с возможностью его использования во всасывающей линии при необходимости увеличения кавитационного запаса. Определена величина максимального значения допустимой вакуумметрической высоты всасывания насосного оборудования 20 м, соответствующая наибольшему, возможному напору струйного аппарата.

Заключение. По результатам проведённых исследований установлено, что по мере уменьшения напора в сети при использовании центробежных насосов от 120 до 70 м, в данном примере затраченная мощность, рассчитанная по заводской характеристике, увеличивается от 324,4 кВт до 544,4 кВт. При поддержании в сети оптимальных параметров



1 – основной насосный агрегат; 2 – бустерный насос; 3 – всасывающий трубопровод основного насоса; 4 – всасывающий трубопровод бустерного насоса; 5 – струйный аппарат; 6, 7 – обратные клапаны; 8, 9, 10, 11, 12 – задвижки; 13, 14, 15, 16, 17 – манометры; 18 – линия рециркуляции; 19 – напорный трубопровод

Рисунок 5 – Схема установки струйного аппарата при необходимости поддержания оптимальной величины кавитационного запаса насосного оборудования

напора 100 м и подачи 0,36 м³/с перерасход электроэнергии в точках с напором ниже проектного (100 м) может составлять от 24,4 до 92,1 кВт, использование которой предлагается при необходимости повышения кавитационного запаса.

При использовании осевых насосов, в случае возникновения аварийных ситуаций, грозящих полной остановкой насосной станции, использование предложенных способов повышения кавитационного запаса позволит про-

должить эксплуатацию гидромеханического оборудования независимо от гидрологических характеристик водисточника и незначительного повышения эксплуатационных затрат¹, а также [15].

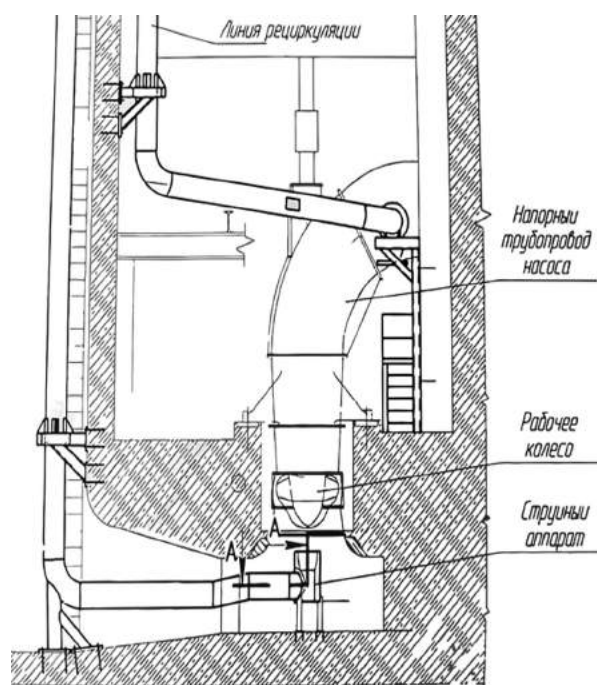
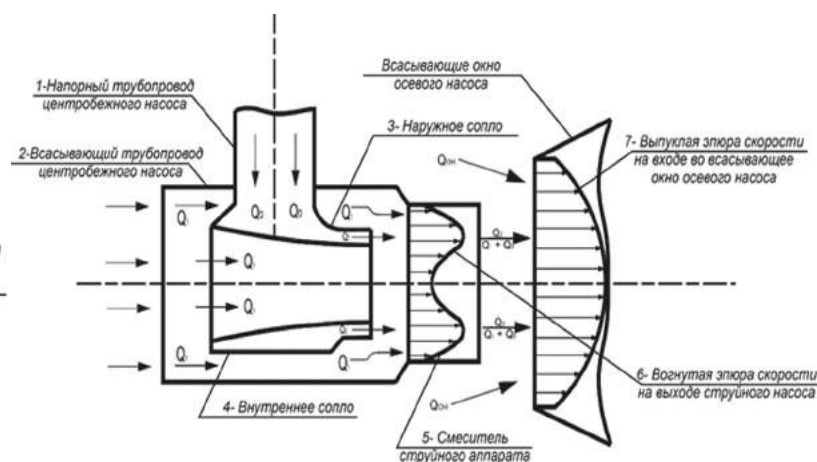


Рисунок 6 – Схема осевого насоса с линией рециркуляции и струйным аппаратом, установленным перед рабочим колесом



Q_0 – Подача от линии рециркуляции; Q_1 – подсосываемый расход струйного аппарата; Q_2 – суммарный расход струйного аппарата; $Q_{осн}$ – подсосываемый расход осевого насоса; 1 – трубопровод линии рециркуляции; 2 – всасывающий трубопровод струйного аппарата; 3 – наружное сопло; 4 – внутреннее сопло; 5 – смеситель струйного аппарата; 6 – вогнутая эпюра скорости на выходе струйного аппарата; 7 – выпуклая эпюра скорости на входе во всасывающее окно осевого насоса

Рисунок 7 – Схема кольцевого двухповерхностного струйного аппарата для увеличения кавитационного запаса осевых насосов

¹Чебаевский В.Ф., Вишневецкий К.П., Накладов Н.Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок: учеб. пособие для студентов вузов по специальностям природообустройства. М.: Колос, 2000. 375 с.

Список источников:

1. Алексеев Д.П., Кузьмин А. В., Чулюнин А. Ю. Численное моделирование кавитации в центробежном насосе // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. Т. 24. № 5. С. 121–125.
2. Алексенский В.А., Жарковский А. А., Пугачев П. В. Расчетное определение кавитационных характеристик центробежных насосов // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13, №1-2. С. 411–414.
3. Ананьев С.С., Тарасьянц С.А. Испытания струйных насосов, установленных на линии рециркуляции циркуляционных осевых насосов Новочеркасской ГРЭС [Электронный ресурс]// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. №79(05).
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. Учебник для машиностроительных вузов. 2-е изд., перераб. / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. М.: Машиностроение, 1982. 423 с.
5. Волков А.В., Поморцев М. Ю. Вопросы влияния местных сопротивлений сети и водно-химических режимов на устойчивую работу центробежных насосов // Энергопотребление и энергосбережение: проблемы и решения: тез. докл. V Межд. научно- практической конференции. Пермь, 2002. С. 148-149.
6. Бенин Д. М. Влияние формы элементов проточной части на регулируемую способность гидродинамических стабилизаторов расхода // Перспективы науки. 2010. №11 (13). С. 59-63.
7. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. М.: Бастет, 2010. 446 с.
8. Каталог насосов ГМС Ливгидромаш [Электронный ресурс] // АО «ГМС Ливгидромаш», 1999-2021. URL: <https://www.hms-livgidromash.ru/catalog/>.
9. Кузьмин С.А. Повышение эффективности эксплуатации насосных агрегатов // Труды 25 ГОСНИИ МО РФ. 2006. №53. С. 408.
10. Пат. на полезную модель № 160826 РФ, МПК F04D9/06. Устройство для увеличения кавитационного запаса осевых насосов / Ю. В. Бандюков, О. И. Рахнянская, Ю. С. Уржумова, Н. А. Иванова, С. А. Тарасьянц; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО Донской ГАУ. – № 2015129929/06; заявл. 20.07.2015; опубл. 10.04.2016. – Бюл. № 10.
11. Пат. на изобретение № 2741360 РФ, МПК F04D9/06. Плавающая установка для увеличения кавитационного запаса осевых насосов / А. С. Тарасьянц, Р. Р. Мазанов, В. Н. Ширяев, В. В. Трушев, С.А. Тарасьянц; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО Донской ГАУ. – № 2020112128; заявл. 24.03.2020; опубл. 25.01.2021. – Бюл. №3.
12. Пашков П.В., Тарасьянц А.С., Тарасьянц С.А. Технологический процесс пуска и дальнейшей эксплуатации осевых насосов с линией рециркуляции и струйным аппаратом на всасывающей линии // Новости передовой науки : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. София : Бял ГРАД-БГ, 2018. С. 61-66.
13. Смородов Е.А., Галиахметов Р. Н., Ильгамов М. А. Физика и химия кавитации. М.: Наука, 2008. 226 с.
14. Уколов А.И., Родионов В. П., Старовойтов П. П. Моделирование колеса центробежного насоса с максимальным эффектом кавитации // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 5. С. 910–919.
15. Цегельский В.Г. Струйные аппараты. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 573 с.

References:

1. Alekseev D.P., Kuzmin A.V., Chulyunin A. Yu. Numerical simulation of cavitation in a centrifugal pump // International Scientific Research Journal. 2014. Vol. 24. No. 5. pp. 121-125.
2. Aleksensky V.A., Zharkovsky A. A., Pugachev P. V. Computational determination of cavitation characteristics of centrifugal pumps // Izvestiya Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2011. Vol. 13, No. 1-2. pp. 411-414.
3. Ananyev S.S., Tarasyants S.A. Tests of jet pumps installed on the recirculation line of circulating axial pumps of Novocherkassk GRES [Electronic resource]// Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2012. №79(05).
4. Hydraulics, hydraulic machines and hydraulic drives. Textbook for engineering universities. 2nd ed., reprint / T.M. Bashta, S.S. Rudnev, B.B. Nekrasov et al. M.: Mashino-stroenie, 1982. 423 p.
5. Volkov A.V., Pomortsev M. Yu. Questions of the influence of local network resistances and water-chemical regimes on the stable operation of centrifugal pumps // Energy consumption and energy saving: problems and solutions: tez. dokl. V International Scientific and Practical Conference. Perm, 2002. pp. 148-149.
6. Benin D.M. The influence of the shape of the elements of the flow part on the regulating ability of hydrodynamic flow stabilizers // Prospects of science. 2010. No.11 (13). pp. 59-63.
7. Karelin V.Ya., Minaev A.V. Pumps and pumping stations. Moscow: Bastet, 2010. 446 p.
8. Catalog of pumps HMS Livgidromash [Electronic resource] // JSC "HMS Livgid-romash", 1999-2021. URL: <https://www.hms-livgidromash.ru/catalog>
9. Kuzmin S.A. Improving the efficiency of operation of pumping units // Proceedings of the 25th State Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation. 2006. No. 53. p. 408.
10. Pat. for utility model No. 160826 of the Russian Federation, IPC F04D9/06. Device for increasing the cavitation reserve of axial pumps / Yu. V. Bandyukov, O. I. Rakhnyanskaya, Yu. S. Urzhumova, N. A. Ivanova, S. A. Tarasyants; applicant and patent holder: FGBOU VO Donskoy GAU. – No. 2015129929/06; application 20.07.2015; publ. 10.04.2016. – Byul. No. 10.
11. Pat. for invention No. 2741360 of the Russian Federation, IPC F04D9/06. Floating installation for increasing the cavitation reserve of axial pumps / A. S. Tarasyants, R. R. Mazanov, V. N. Shiryayev, V. V. Trushev, S.A. Tarasyants; applicant and patent holder: FGBOU VO Donskoy GAU. – No. 2020112128; application. 03/24/2020; publ. 25.01.2021. – Byul. No. 3.
12. Pashkov P.V., Tarasyants A.S., Tarasyants S.A. Technological process of starting and further operation of axial pumps with a recirculation line and a jet apparatus on the suction line // News of advanced science : materials of the XVI International Scientific and Practical Conference. Sofia : Byal GRAD-BG, 2018. pp. 61-66.
13. Smorodov E.A., Galiakhmetov R. N., Ilgamov M. A. Physics and chemistry of cavitation. M.: Nauka, 2008. 226 p.
14. Ukolov A.I., Rodionov V. P., Starovoitov P. P. Modeling of a centrifugal pump wheel with maximum cavitation effect // Scientific and Technical Bulletin of information technologies, Mechanics and optics. 2017. Vol. 17. No. 5. pp. 910-919.
15. Tsegelsky V.G. Jet apparatuses. M.: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2017. 573 p.



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 621.45.035

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-9

КОЭФФИЦИЕНТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ СОПЛА И ДИФфуЗОРА В СТРУЙНЫХ АППАРАТАХ

COEFFICIENTS OF HYDRAULIC RESISTANCES OF THE NOZZLE AND DIFFUSER IN JET DEVICES

¹**А.М. Погода**, соискатель, pogoda_arz@mail.ru, +7 (918) 753-65-36, ORCID: 0009-0009-8409-2267

¹**Ю.С. Уржумова**, кандидат технических наук, доцент, urzhumovay@mail.ru, +7 (988) 532-93-80, ORCID: 0000-0001-5602-6523

²**Е.П. Боровой**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, borovoy.e.p@mail.ru

¹**С.А. Тарасьянц**, доктор технических наук, профессор, starasyancz@mail.ru, +7 (918) 585-84-69, ORCID: 0000-0003-0076-6850

¹**A.M. Pogoda**, applicant, pogoda_arz@mail.ru, +7 (918) 753-65-36, ORCID: 0009-0009-8409-2267

¹**Yu.S. Urzhumova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, urzhumovay@mail.ru, +7 (988) 532-93-80, ORCID: 0000-0001-5602-6523

²**E.P. Borovoy**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, borovoy.e.p@mail.ru

¹**S.A. Tarasyants**, Doctor of Technical Sciences, Professor, starasyancz@mail.ru, +7 (918) 585-84-69, ORCID: 0000-0003-0076-6850

¹Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

¹Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University»

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volograd State Agricultural University»

Целью исследований являлось экспериментальное определение коэффициентов гидравлических сопротивлений струйных аппаратов. Материалы и методы. В работе описано экспериментальное определение коэффициентов гидравлических сопротивлений сопла и диффузора струйного аппарата новой конструкции, оказывающих основное влияние на КПД кольцевого двухповерхностного струйного аппарата. Показаны схема струйного аппарата, диффузоры и кольцевые сопла с принятыми для испытаний размерами. Показана схема установки манометров в камере смешения перед диффузором. Указано, что опыты проводились с использованием теории планирования эксперимента по матрице планирования. Результаты. На основе использованных законов гидравлики по результатам проведённых испытаний сопла и диффузоров установлены величины гидравлических сопротивлений сопла $\zeta_0=0,106$ и диффузора $\zeta_d=0,12$, что на 30-40 % ниже коэффициентов гидравлических сопротивлений сопел и диффузора в существующих конструкциях струйных аппаратов, что соответственно повышает КПД исследуемого аппарата по сравнению с существующими конструкциями на 8-13%. Выводы. Определённые экспериментальным путём коэффициенты гидравлических сопротивлений сопла и диффузора струйного аппарата новой конструкции позволят проводить расчёты других гидравлических параметров не только двухповерхностных, но и всех существующих конструкций, увеличить возможность упрощения конструирования струйных аппаратов.

The aim of the research was to experimentally determine the coefficients of hydraulic resistances of jet devices. Materials and methods. The paper describes the experimental determination of the coefficients of hydraulic resistances of the nozzle and diffuser of the jet apparatus of a new design, which have the main effect on the efficiency of the annular two-surface jet apparatus. The diagram of the jet apparatus, diffusers and annular nozzles with the dimensions accepted for testing are shown. A diagram of the installation of pressure gauges in the mixing chamber with a diffuser is shown. It is indicated that the experiments were carried out using the theory of experiment planning according to the planning matrix. Results. Based on the laws of hydraulics used, according to the results of tests of the nozzle and diffusers, the values of the hydraulic resistances of the nozzle $\zeta_0 = 0.106$ and the diffuser $\zeta_d = 0.12$ were established, which is 30-40% lower than the coefficients of the hydraulic resistances of the nozzles and diffuser in existing designs of jet apparatuses, which respectively increases the efficiency of the device under study compared to existing designs by 8-13%. Conclusions. The coefficients of the hydraulic resistances of the nozzle and diffuser of the jet apparatus of the new design determined experimentally will allow calculations of other hydraulic parameters not only of two-surface, but also of all existing structures, will increase the possibility of simplifying the design of jet apparatuses.

Ключевые слова: струйный аппарат, сопла, диффузор, коэффициент сопротивления сопла, эпюра скорости.

Keywords: jet apparatus, nozzles, diffuser, nozzle resistance coefficient, velocity plot.

Для цитирования: Погода А. М., Уржумова Ю. С., Боровой Е. П., Тарасьянц С. А. Коэффициенты гидравлических сопротивлений сопла и диффузора в струйных аппаратах // Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 49–53. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-9>.

For citation: Pogoda A. M., Urzhumova Yu. S., Borovoy E. P., Tarasyants S. A. Coefficients of hydraulic resistances of the nozzle and diffuser in jet devices. Irrigated agriculture. 2023;4(43): 49–53. (In Russ.). <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-9>.

Введение. В настоящее время отсутствует общепринятая классификация струйных аппаратов, используемых в промышленности и сельском хозяйстве. Струйные аппараты встречаются под различными названиями – эжекторы, гидроэлеваторы, инжекторы, струйные насосы, струйные смесители [5, 13, 10, 12]. Характерные процессы для всех струйных аппаратов в литературе описаны тремя законами – сохранения энергии, сохранения массы и сохранения импульса сил^{8,9} [1].

Происходящие в струйных аппаратах процессы в основном зависят от состояния взаимодействующих сред в камере смешения. Смысл работы заключается в передаче энергии от одного потока (рабочего) к другому потоку, подсосываемому, используемому для выполнения определённых задач. Для этих целей используются газоструйные аппараты, струйные насосы, струйные смесители, аппараты, использующие энергию линии рециркуляции, на насосных станциях – эжектора, аппараты, используемые для очистки отстойников мелиоративных канализационных, глубоких и мелководных водоёмов, такого вида аппараты называют струйными насосами. В случае, когда существующее основное выпускаемое насосное оборудование по своим характеристикам не используется для производства тех или иных видов работ в гидромеханическом оборудовании, мелиорации и гидромеханизации, применяются струйные ап-

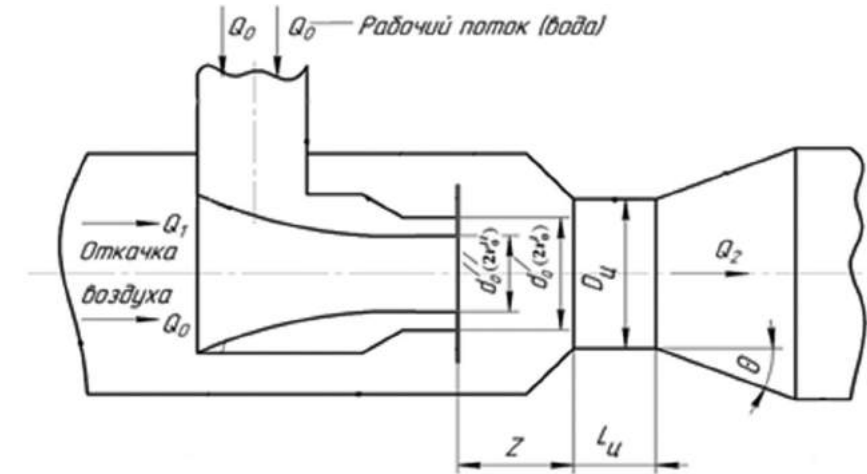


Рисунок 2 – Схема кольцевого струйного аппарата

параты, несмотря на их низкий КПД (не более 35 %).

Во всех ранее проведённых исследованиях [3, 5, 1, 7, 6, 8, 2] перед учеными при разработке новых конструкций, как правило, стоит вопрос о повышении КПД, зависящем от коэффициентов гидравлических сопротивлений, основных элементов струйного аппарата, сопла и диффузора, и в случае их безошибочного определения при необходимости возможно дальнейшее изучение направления научных исследований КПД.

Материалы и методы. Одним из наиболее важных факторов, влияющих на гидравлические параметры струйных аппаратов и КПД, являются потери в сопле и диффузоре, в связи с чем изучение данного вопроса в конструкциях с изменённой энергетической характе-

ристической, несомненно, представляет практический интерес [12, 9, 11]. Опыты проводились на лабораторной установке кафедры ВиИВР Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова (рисунок 1) с кольцевым двухповерхностным струйным аппаратом (рисунок 2).

При проведении опытов данной группы сопла (рисунок 3, таблица 1) устанавливались с возможностью истечения струи в атмосферу. При наполненных водой в баках включался насос, задвижкой изменялся напор потока с определённым шагом.

По изменённому расходу и напору рабочего насоса перед соплом рассчитывалось число Рейнольдса по зависимости

$$Re = \frac{2bV_0}{\nu}, \text{ по формуле –}$$

$$\zeta_0 = \frac{hw_0}{V_0^2/2g}$$

коэффициент сопротивления сопла ζ_0 и выводилась зависимость коэффициента ζ_0 от числа Рейнольдса

$$\zeta_0 = f(Re).$$

Сравнительными опытами определялись коэффициенты ζ_0 других известных конструкций (с центральным подводом и конструкция Бородзича) и строились зависимости $\zeta_0 = f(Re)$.

При анализе полученных зависимостей $\zeta_0 = f(Re)$ по рисунку 4 определяется коэффициент гидравлических сопротивлений сопла.

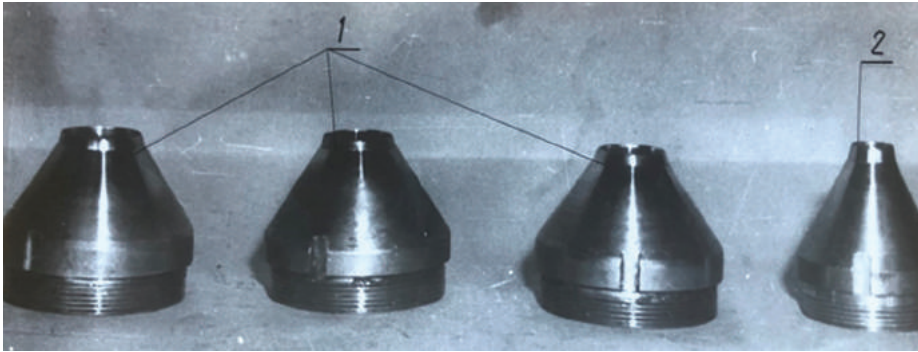
При расчёте КПД аппаратов также значительную роль играют диф-



Рисунок 1 – Лабораторная установка кафедры ВиИВР Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова

⁸Балыгин В.В., Крыжановский А.Н. Насосы: Каталог-справочник. Новосибирск: НГАСУ, 1999. 97 с.

⁹Справочник по гидравлическим расчетам / П.Г. Киселев [и др.]; под ред. П.Г. Киселева. М.: «Энергия», 1984. 312 с.



1 – наружное сопло кольцевого аппарата, 2 – сопло аппарата с центральным подводом

Рисунок 3 – Испытываемые сопла

Таблица 1 – Размеры испытанных кольцевых сопел

Радиусы сопел, мм		Ширина щели, b, мм	Относительная длина цилиндрической части наружного сопла $\bar{L}_c = \frac{L_c}{B}$
r_o^I	r_o^{II}		
14,25	13,575	0,67	10,65
	13,075	1,17	5,98
	12,650	1,60	4,37
	11,700	2,60	2,69
	11,100	3,15	2,22
	9,750	4,55	1,55
15,675	15,00	0,67	10,63
	14,5	1,17	5,96
	14,075	1,60	4,37
	13,075	2,60	2,69
	12,55	3,12	2,24
	11,10	4,07	1,53
17,10	15,50	1,6	4,37
	14,50	2,6	2,37
	14,075	3,02	2,31
	12,55	4,55	1,54

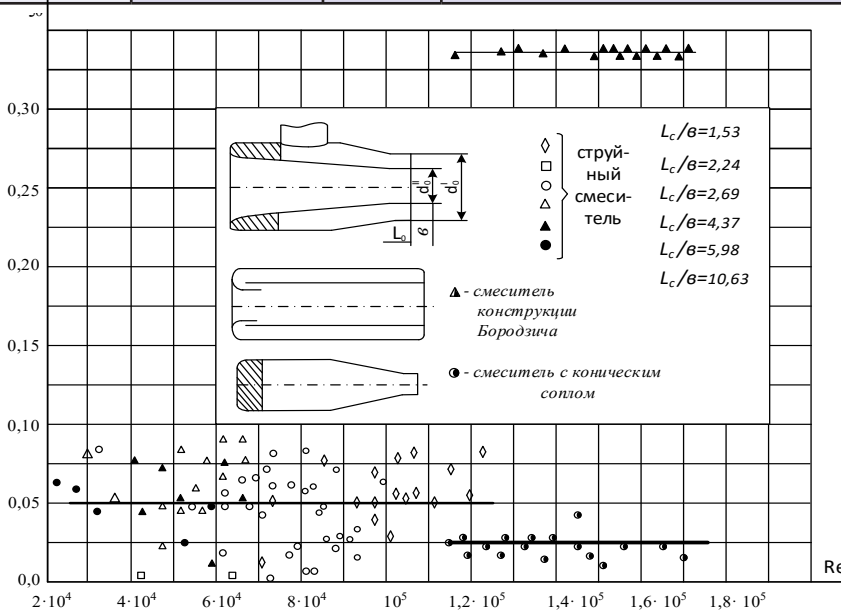


Рисунок 4 – Коэффициенты гидравлических сопротивлений сопла ζ_0 в зависимости от чисел Рейнольдса (принимаются 0,10-0,12)

фузоры¹⁰, а также [4] (рисунок 5). Схема установки манометров при проведении опытов показана на рисунке 6.

Опытами установлено, что на коэффициент сопротивления диффузора ζ_d влияют факторы (таблица 2, рисунок 4).

Для оценки факторов, влияющих на коэффициент сопротивления диффузора ζ_d' проведены опыты по матрице⁴ (таблица 2), строились эпюры скорости в камере смешения перед диффузором (рисунок 7).

По результатам обработки данных таблицы 2 с учётом удаления незначимых факторов – угла раскрытия диффузора (X_4) и расстояния от среза сопла до начала камеры смешения $Z(X_5)$ и полученных эпюр скорости в камере смешения (рисунок 6) получена математическая зависимость в виде:

$$\zeta_g = 0,17 + 0,03 X_1 + 0,025 X_2 - 0,08 X_3 + 0,04 X_6 - 0,016 X_1 X_2 - 0,038 X_1 X_3 - 0,02 X_3 X_6 + 0,05 X_1^2 \quad (1)$$

$$\zeta_g = 0,17 + 0,03 X_1 + 0,025 X_2 - 0,08 X_3 + 0,04 X_6 - 0,038 X_1 X_3 + 0,057 X_1^2 \quad (2)$$

или с натуральными обозначениями факторов

$$\zeta_g = 5,56 + \bar{d}'_o \left(10,4 \bar{d}'_o - 0,326 \bar{L}_c - 15,14 \right) + 0,96 \bar{b} + 0,1 \alpha_o + 0,219 \bar{L}_c \quad (3)$$

Формула (3) позволяет определить коэффициент сопротивления ζ_d с углом раскрытия $\Theta = 8^\circ$.

Результаты и обсуждение. По результатам проведённых исследований и обработке уравнений 2, 3 установлены коэффициенты гидравлических сопротивлений сопла ζ_0 и диффузора ζ_d для исследованного двухповерхностного струйного аппарата с повышенной энергетической характеристикой и составляют соответственно 0,06 и 0,12, что ниже коэффициентов у аппаратов существующих конструкций соответственно 0,15 и 0,25 на 50-60 %.

Данный факт объясняет повышение КПД исследованной конструкции, доказывает возможность его использования в промышленности и сельском хозяйстве при проектировании систем с использованием струйных аппаратов.

Заключение. Проведёнными испытаниями струйных аппаратов существующих конструкций выявлено, что исследуемый кольцевой двух-

¹⁰Чебаевский В. Ф., Вишневский К. П., Накладов Н. Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок: Учеб. пособие для студентов вузов по специальностям природообустройства. М.: Колос, 2000. 375 с.

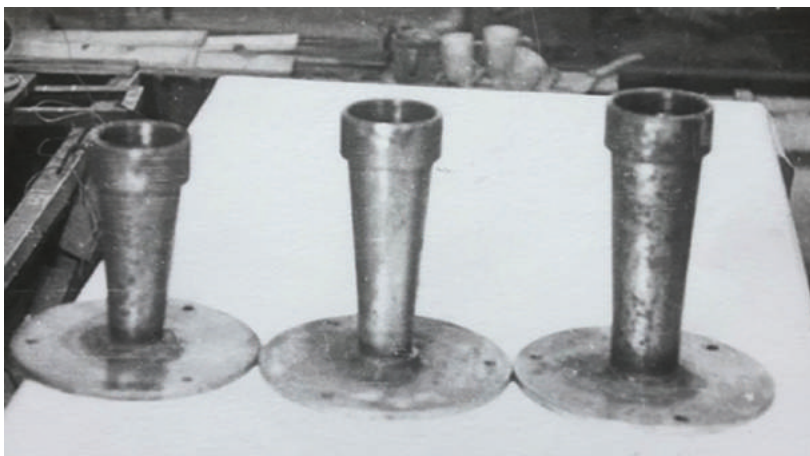


Рисунок 5 – Исследованные диффузоры струйных аппаратов

поверхностной аппарат развивает КПД до 43 %, что по абсолютной величине выше КПД сопоставляемых аппаратов с кольцевой одноповерхностной и центральной рабочими струями соответственно на 13 и 8 %.

При проектировании аппаратов оптимальные гидравлические параметры кольцевого двухповерхностного аппарата необходимо принимать:

- коэффициент сопротивления сопла $\zeta_0=0,06$ и необходимый угол раскрытия диффузора $\zeta_d=0,12$.

Установлено, что оптимальные геометрические размеры аппарата и коэффициент сопротивления диффузора равен коэффициенту потерь на трение в существующих неиспользованных трубопроводных системах.

Таблица 2 – Результаты опытов

№ п/п	$X_1(d_0)$	$X_2(b)$	$X_3(L_{\text{ш}})$	$X_4(\theta)$	$X_5(Z)$	$X_6(\alpha_0)$	ζ_g
1	+	+	+	-	+	-	0,08
2	+	+	-	+	-	+	0,35
3	+	+	-	-	-	-	0,20
4	+	+	+	+	+	+	0,09
5	+	-	+	+	-	-	0,06
6	+	-	-	+	+	-	0,20
7	+	-	-	-	+	+	0,15
8	+	-	+	-	-	+	0,08
9	-	+	+	-	-	+	0,30
10	-	+	-	-	+	+	0,35
11	-	+	-	+	+	-	0,25
12	-	+	+	+	-	-	0,20

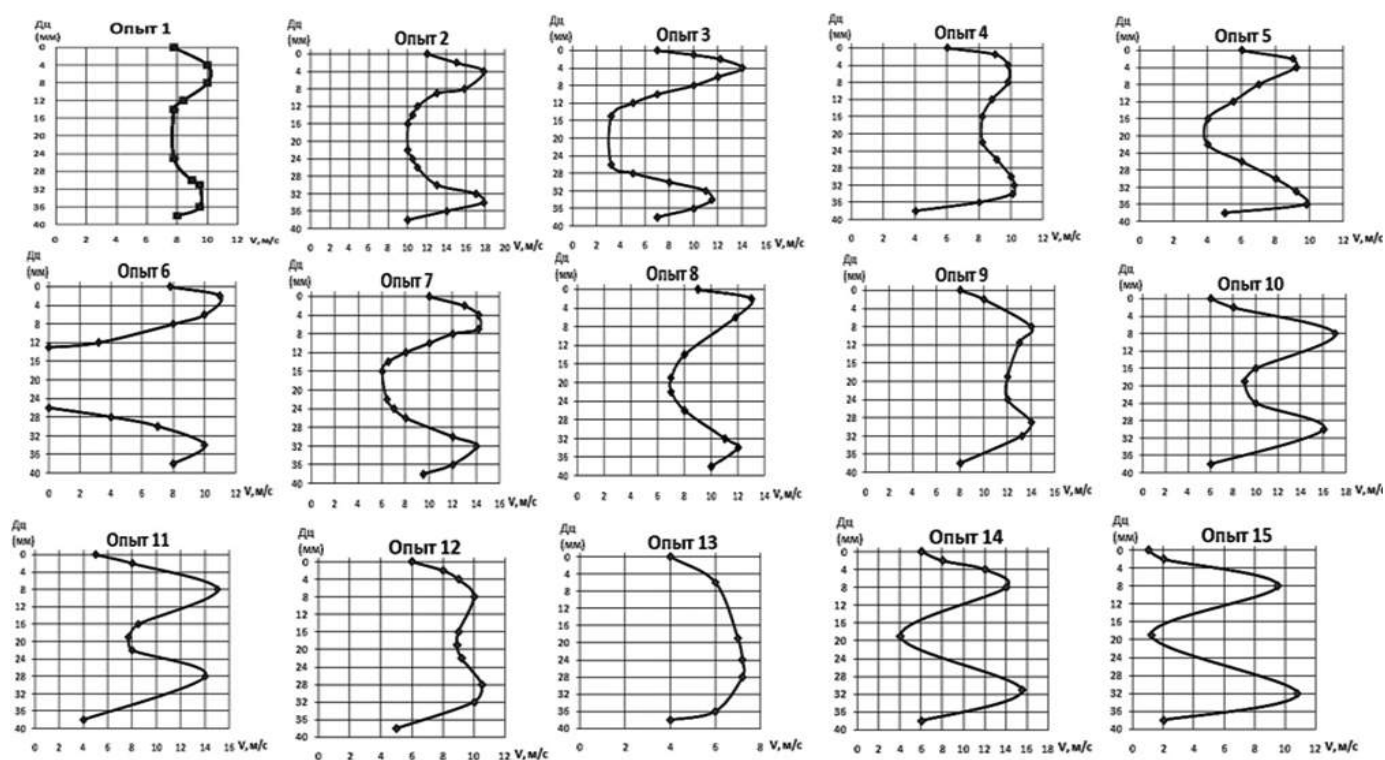


Рисунок 7 – Эпюры скорости в камере смешения перед диффузором

Список источников:

1. Бенин Д. М., Снежко В. Л. Увеличение диапазона работы гидродинамических водовыпусков-стабилизаторов расхода // Природообустройство. 2011. №2. С. 85-87.
2. Бухалов А.А., Орехова Е.Е., Андреев В.В. Разработка методики прогнозирования гидравлического сопротивления в гладких трубах на основе обобщения экспериментальных данных // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6.
3. Взаимосвязь между плодородием почв и водным режимом при выращивании картофеля на дерново-подзолистых почвах / А.И. Голованов, В.В. Пчелкин, В.О. Герасимов, О.М. Кузина // Научная жизнь. 2018. №6. С. 85-94.
4. Галдин Н.С. Основы гидравлики и гидропривода: учеб. пособие. Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. 145 с.
5. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. М.: Бастет, 2010. 446 с.
6. Кузьмин С. А. Повышение эффективности эксплуатации насосных агрегатов // Труды 25 ГОСНИИ МО РФ. 2006. №53. С. 408.
7. Моргунов К.П. Гидравлика: учебник. СПб.: Издательство «Лань», 2014. 288 с.
8. О методах расчёта гидравлического сопротивления регулирующих органов при транспортировании однокомпонентных сред / А.Б. Капранова, А.Е. Лебедев, А.М. Мельцер, С.А. Солопов, С.В. Неклюдов // Фундаментальные исследования. 2016. № 4-1. С. 52-60.
9. Оптимальные размеры и параметры кольцевого струйного насоса / Р.Р. Мазанов, В.Б. Панов, Ю.С. Уржумова, С.А. Тарасьянц // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Махачкала, 2021. С. 404-415.
10. Тарасьянц С. А., Дегтярева К. А. Уржумова Ю. С. Струйные смесители животноводческих стоков, птичьего помёта, минеральных удобрений и воды в системах орошения: монография / НИМИ ДонГАУ. Новочеркасск, 2018. 232 с.
11. Уржумова Ю.С., Тарасьянц С.А., Ширяев В.Н. Гидромеханическое оборудование систем мелиорации, водоснабжения, энергетических предприятий: монография / НИМИ ДонГАУ. Новочеркасск: Лик, 2023. 176 с.
12. Уржумова Ю.С., Тарасьянц С.А., Струйные аппараты в гидромеханическом оборудовании, системах смешения удобрений с водой, гидромеханизации: монография / НИМИ ДонГАУ. Новочеркасск: Лик, 2022. 246 с.
13. Цегельский В.Г. Струйные аппараты. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 573 с.

References:

1. Benin D.M., Snezhko V.L. Increasing the range of operation of hydrodynamic discharge flow stabilizers // Nature management. 2011. No. 2. P. 85-87.
2. Bukhalov A.A., Orekhova E.E., Andreev V.V. Development of a methodology for predicting hydraulic resistance in smooth pipes based on generalization of experimental data // Modern problems of science and education. 2014. № 6.
3. The relationship between soil fertility and the water regime when growing potatoes on sod-podzolic soils / Govovanov A.I., Pchelkin V.V., Gerasimov V.O., Kuzina O.M. // Scientific life. 2018. No.6. P. 85-94.
4. Galdin N.S. Fundamentals of hydraulics and hydraulic drive: A textbook. Omsk: SibADI Publishing House, 2006. 145 p.
5. Karelin V.Ya., Minaev A.V. Pumps and pumping stations. M.: Bastet, 2010. 446 p.
6. Kuzmin S. A. Improving the efficiency of operation of pumping units // Proceedings of the 25th State Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation. 2006. No. 53. P. 408.
7. Morgunov K.P. Hydraulics: Textbook. St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2014. 288 p.
8. On methods of calculating the hydraulic resistance of regulatory bodies during transportation of single-component media / A.B. Kapranova, A.E. Lebedev, A.M. Meltzer, S.A. Solopov, S.V. Neklyudov // Fundamental Research. 2016. No. 4-1. P. 52-60.
9. Optimal dimensions and parameters of a ring jet pump / R.R. Mazanov, V.B. Panov, Yu.S. Urzhumova, S.A. Tarasyants S.A. // Innovative technologies in the production and processing of agricultural products: collection of scientific papers on the materials of the International Scientific and Practical Conference. Makhachkala, 2021. P. 404-415.
10. Tarasyants S. A., Degtyareva K. A., Urzhumova Yu. S. Jet mixers of livestock effluents, bird droppings, mineral fertilizers and water in irrigation systems : monograph / Novoчерк. eng.-melior. in-t Donskoy GAU. Novoчерkassk, 2018. 232 p.
11. Urzhumova Yu.S., Tarasyants S. A., Shiryayev V.N. Hydro-mechanical equipment of reclamation systems, water supply, energy enterprises: monograph / Novoчерк. eng.-melior. in-t Donskoy GAU. Novoчерkassk: Lik, 2023. 176 p.
12. Urzhumova Yu.S., Tarasyants S. A. Jet apparatuses in hydro-mechanical equipment, systems of mixing fertilizers with water, hydro-mechanization: monograph / Novoчерк. eng.-melior. in-t Donskoy GAU. Novoчерkassk: Lik, 2022. 246 p.
13. Tsegelsky V.G. Jet apparatuses. M. : Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2017. 573 p.



РЕГИОНИНВЕСТАГРО

основано 2003

УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

(восстановления из навоза)

ПОДСТИЛКИ ДЛЯ КРС

BRU (Германия)

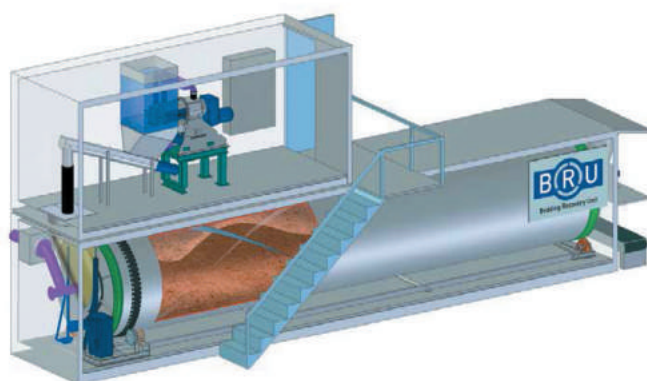


Преимущества производства подстильного материала из навоза установками BRU:

- 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 631.432.2; 631.53.032; 631.6

DOI: 10.35809/2618-8279-2023-4-10

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОЛИВА НА МЕЛКОКОНТУРНЫХ УЧАСТКАХ В ПОВОЛЖЬЕ

IRRIGATION REGIME OF LEGUMINOUS CROPS WITH VARIOUS IRRIGATION METHODS ON SMALL-CONTOUR PLOTS IN THE VOLGA REGION

В.А. Шадских, главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, shadskva@mail.ru
В.Е. Кижяева, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, ave.61@mail.ru
Ю.А. Лукашунас, младший научный сотрудник, lukashunas73@bk.ru

V.A. Shadskikh, Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, shadskva@mail.ru
V.E. Kizhaeva, Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, ave.61@mail.ru
Y.A. Lukashunas, Junior Researcher lukashunas73@bk.ru

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс, Саратовская область

Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Saratov region

Рассматривается режим орошения зернобобовых культур в условиях сухостепной зоны Поволжья при введении в оборот орошаемых мелко-контурных участков. Целью исследований являлась разработка оптимального режима орошения с назначением сроков и норм полива зернобобовых культур сои, гороха лущильного и бобов пищевых на мелко-контурных участках. Для опыта были использованы влаголюбивые зернобобовые культуры: соя, лущильный горох, бобы пищевые. Результаты анализа проведенных исследований показывают, что перед севом влажность почвы в пахотном слое составила 70 % НВ, в подпахотном – 75 % НВ, в метровом слое влажность почвы была на уровне 70 % НВ. По мере роста и развития растений в период ветвления влажность достигала до 59 % НВ в расчетном слое почвы 0-50 см. Оптимальным режимом орошения для зернобобовых культур, обеспечивающим получение планируемого урожая зерна, является 70–80–70 % от НВ в корнеобитаемом слое почвы 0,1-0,6 м. В течение вегетации сои провели 4 полива системой капельного орошения и дождеванием, а полив гороха и бобов провели 3 раза капельным орошением и дождеванием. Максимальный коэффициент водопотребления: соя при капельном орошении – 654,0 м³/т, дождеванием – 595,4 м³/т; горох – 802,0 м³/т и 619,1 м³/т, бобы – 1322,8 м³/т и 1095,3 м³/т соответственно. Использование дифференцированного подхода к орошению для поддержания заданного уровня предполивной влажности почвы в критические периоды развития зернобобовых культур позволяет сократить расходы оросительной воды и оптимизировать уровень поливных норм и их количество на мелко-контурных участках. Биологическая урожайность при капельном орошении и дождевании на мелкоконтурных участках у сои составила 4,84 т/га и 4,36 т/га, у гороха – 3,32 т/га и 3,67 т/га, у бобов пищевых – 2,02 т/га и 1,96 т/га соответственно.

The article considers the regime of irrigation of leguminous crops in the conditions of the dry-steppe zone of the Volga region when irrigated fine-contour areas are put into circulation. The purpose of the research was to develop an optimal irrigation regime with the appointment of terms and standards for watering leguminous crops of soybeans, peas and food beans in shallow areas. For the experience, moisture-loving leguminous crops were used: soybeans, peas, food beans. The results of analysis of the conducted studies show that before sowing the soil moisture in the arable layer was 70 % HB, in the subsurface layer – 75 % HB, in the meter layer the soil moisture was at the level of 70 % HB. As plants grow and develop during branching, humidity reached up to 59 % HB in the calculated soil layer of 0-50 cm. The optimal mode of irrigation for leguminous crops, which ensures the production of the planned grain harvest, is the 70-80-70 % from NV in the root soil layer of 0.1-0.6 m. During the growing season, soybeans were 4 watered with a drip irrigation system of – 1750 м³/ha, sprinkling – 1150 м³/ha. Peas and beans were watered 3 times, drip irrigation – 1250 м³/ha, sprinkling – 850 м³/ha. Maximum water consumption factor: soybeans with drip irrigation - 654.0 м³/t, sprinkling – 595.4 м³/t; peas – 802.0 м³/t and 619.1 м³/t, beans – 1322.8 м³/t and 1095.3 м³/t, respectively. The use of a differentiated approach to irrigation to maintain a given level of pre-active soil moisture during critical periods of development of leguminous crops makes it possible to reduce the consumption of irrigation water and optimize the level of irrigation standards and their quantity in fine-contour areas. The biological yield during drip irrigation and sprinkling in fine-contoured areas in soybeans was 4.84 t/ha and 4.36 t/ha, in peas 3.32 t/ha and 3.67 t/ha, in food beans 2.02 t/ha and 1.96 t/ha, respectively.

Ключевые слова: орошение, зернобобовые культуры, соя, бобы, горох, влажность почвы, мелко-контурные участки

Keywords: irrigation, leguminous crops, soybeans, beans, peas, soil moisture, fine-contoured areas.

Для цитирования: Шадских В. А., Кизжаева В. Е., Лукашунас Ю. А. Режим орошения зернобобовых культур при различных способах полива на мелкоконтурных участках в Поволжье//Орошаемое земледелие. 2023. 4(43). С. 55-58. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-10>.

For citation: Shadskikh V. A., Kizhaeva V. E., Lukashunas Y. A. Irrigation regime of leguminous crops with various irrigation methods on smallcontour plots in the Volga region. Irrigated agriculture. 2023;4(43):55-58. (In Russ.). <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2023-4-10>.

Введение. В настоящее время эффективность сельскохозяйственного производства зависит не только от рационального и интенсивного использования земельных ресурсов в целом, но и каждого земельного участка в отдельности. Используемые земельные участки варьируют по площади в фермерских хозяйствах от 0,1 до 40,0 га, в личных подсобных хозяйствах – от 0,04 до 2 га, чаще всего они характеризуются сложной конфигурацией и рельефом, наличием различных препятствий (мелкоколесье, дороги, линии электропередач и др.), что влияет на технологию возделывания сельхозкультур [5].

Фермерские и личные подсобные хозяйства играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности населения Российской Федерации.

Государственная программа развития сельского хозяйства России предусматривает не только эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развитие мелиоративного комплекса, но и расширение посевов зернобобовых культур и совершенствование технологий их возделывания.

Одним из стратегических направлений в растениеводстве является возделывание зернобобовых культур, это источник растительного белка для производства пищевых продуктов, корма для КРС и др. В семенах зернобобовых содержатся минеральные вещества и витамины (В, С, Д, Е, провитамин А), а также содержится много жира [7,4].

В аридных условиях почвенная засуха напрямую зависит от атмосферной, которая приводит к недостаточному обеспечению водой, к угнетению и снижению, либо гибели урожая сельскохозяйственных культур, особенно влаголюбивых [2].

В Поволжском регионе в комплексе агро-мелиоративных мероприятий по возделыванию зернобобовых культур режиму орошения принадлежит решающая роль. Поливной режим носит зональный характер и зависит от почвенно-гидрологических и погодных условий, способа и техники полива. Основным способом полива при возделывании зернобобовых культур является дождевание [3]. Актуальность разработки режимов орошения зернобобовых в системе капельного орошения связана с недостаточной изучен-

ностью и отсутствием норм и сроков полива для каждой культуры, особенно на мелко-контурных участках.

Капельное орошение по использованию оросительной воды является наиболее ресурсо- и энергосберегающим, а также экологически безопасным способом полива, а по своей технической реализации – наиболее автоматизированным. С применением капельного орошения обеспечивается существенная экономия оросительной воды по сравнению с традиционными способами орошения дождеванием. При этом снижение затрат труда при поливе достигает 60-75 % по сравнению с поверхностным поливом дождеванием. Возможность поддержания оптимального уровня влажности почвы и снабжение питательными элементами способствует повышению урожайности орошаемых культур.

В условиях Поволжского региона оптимизация водного режима агроценозов зернобобовых культур является основой для разработки режимов капельного орошения на мелко-контурных участках для улучшения влагообеспеченности растений и, следовательно, повышения продуктивности культур.

Цель исследований – разработка оптимального режима орошения зернобобовых культур: сои, гороха луцильного и бобов пищевых на мелко-контурных участках.

В задачи исследований входило:

- изучить рекомендуемый режим орошения, дифференцированный по фазам развития зернобобовых культур;
- провести корректировку режима орошения применительно к сорту сои Марина, гороху луцильного сорта Альфа и бобов пищевых сорта Русские черные;
- на основе анализа полученных результатов определить эффективность водопотребления изучаемых зернобобовых культур по вариантам опыта.

Материалы и методы. Полевые опыты и лабораторные исследования по разработке технологии возделывания зернобобовых культур в системе капельного орошения на мелко контурных участках в Поволжье (Саратовская область Энгельсский район – опытно-производственное хозяйство «ВолжНИИГиМ» и ИП Щеренко П.Ю., Волгоградская область Кисловский район – Заволжская опытно-мелиоративная станция) проводились с 2021-2023 гг. с использованием наиболее

влаголюбивых и востребованных зернобобовых культур: соя сорта Марина, горох луцильный сорта Альфа и бобы пищевые сорта Русские черные.

Исходя из цели и задач проведения исследований, разработана схема опыта, включающая изучение режима орошения различных зернобобовых культур и влияния водопотребления на продуктивность культур при различных вариантах полива (капельный и дождевание) по сравнению с контролем (без орошения).

Общая площадь опыта – 648 м², площадь делянок – 36 м² (длина – 10 м, ширина – 3,6 м), площадь учетных делянок – 21 м², защитные полосы – 0,6 м.

При разработке капельного орошения зернобобовых культур на мелкоконтурных участках был применен комплект оборудования системы капельного орошения ОАО «Ортех», в качестве оросительных трубопроводов – капельные линии «Метцерглас», обеспечивающие расход воды каждой капельницей 2 л/ч. Данные счетчика-водомера позволяли регистрировать показатели поливной воды. Исследования проводили в соответствии с календарным планом, основные и сопутствующие наблюдения и обработку результатов осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками опытного дела Доспехова Б.А.¹, Федина М.А.², ГОСТ³ а также [1, 10].

Образцы для характеристики почвенного плодородия и водно-физических свойств почвы отобраны в слое 0-0,3 м, средний образец из десяти почвенных проб.

Влажность почвы определяли термометрично-весовым методом (ГОСТ 28268-89) в 5-ти кратной повторности, периодичность наблюдения 10 дней в зависимости от изменяющихся метеословий, глубина определения перед севом до 1 м, в период вегетации постоянно на глубину 0,3-0,6 м⁴.

Суммарное водопотребление определено по уравнению водного баланса по слоям почвы 0-50, 0-80, 0-100 [6].

$$E = \sum M + P + (W_{нач.} - W_{кон.}) \pm B. \quad (1)$$

При возделывании зернобобовых культур принят оптимальный режим орошения, дифференцированный по глубине увлажнения и предполивному порогу влажности по схеме 70-80-70 % НВ. По дифференциации режима орошения

¹Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2010. 352 с.

²Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 285 с.

³Почвы. Методы определения органического вещества: ГОСТ 26213-91.

были использованы многолетние данные результатов наших исследований предшествующих лет.

Расчет поливной нормы при капельном орошении проводили по формуле:

$$m=100 Sha (WH.B.-\lambda WH.B.). \quad (2)$$

Расчет доз внесения минеральных удобрений проводили по результатам агрохимического анализа почвы^{5,6}.

Результаты и обсуждение. В условиях засушливого Поволжья значительное повышение урожайности зернобобовых возможно с применением технологии возделывания, одним из элементов которой является режим орошения, обеспечивающий достаточную влагообеспеченность растений. Оптимальным режимом орошения для зернобобовых культур, обеспечивающим получение планируемого урожая зерна, является 70–80–70 % от НВ в корнеобитаемом слое почвы⁷.

В период появления всходов – начала цветения вегетационные поливы назначали при снижении влажности в 50-ти сантиметровом слое почвы до 70 %. Во второй период, начала цветения – налива семян, предполивная влажность почвы не опускалась ниже 80 % от НВ в слое 0–60 см. В третий период, налива семян – полной спелости, поливали при 70 % от НВ в слое 0–60 см при верхней границе 100 % от НВ [8]. Весной провели предпосевной полив нормой 250 м³/га для влагозарядки почвы.

На посевах зернобобовых культур систематически велись наблюдения за влажностью почвы. Перед севом влажность почвы в пахотном слое составила 70 % НВ, в подпахотном – 75 % НВ, в метровом слое влажность почвы была на уровне 70 % НВ. По мере роста и развития растений в период ветвления влажность снижается до 59 % НВ в расчетном слое почвы 0–0,5 м. Уровень увлажнения почвы обеспечил водоснабжение растений в период формирования 1–5 листьев за счет почвенных влагозапасов и атмосферных осадков.

По мере роста и развития растений, особенно в фазу ветвления и начала цветения, отмечается интенсивный расход влаги. Первый вегетационный полив на экспериментальном участке проводили при фактической влажности почвы 62,2 % от НВ, что и обусловило высокую поливную норму.

Величина расчетной поливной нормы при капельном орошении зависит от размеров контура увлажнения, который определяется в основном водно-физическими свойствами почв. При капельном орошении вода из источника практически без потерь доставляется к растению. Причем вода поступает в корневую систему, обеспечивая оптималь-

ное увлажнение только того объема, где сосредоточено наибольшее количество корневых растений. Процесс увлажнения почвы при капельном орошении легко управляем [8].

Своевременное принятие управленческих решений при возделывании сельскохозяйственных культур обеспечивает сокращение расхода воды на орошение, экономию минеральных удобрений, химических средств защиты растений без потери урожая и как следствие обеспечивается повышение урожайности сельскохозяйственных культур до 10–25 % [9].

На рисунке 1 показаны экспериментальные мелкоконтурные участки зернобобовых культур при капельном орошении.

Анализ поливного режима показывает, что оросительные нормы зернобобовых культур при капельном орошении незначительно выше по сравнению с дождеванием и регулярная подача поливной воды непосредственно в корнеобитаемый слой, в зависимости от уровня влажности почвы, обеспечила более высокую урожайность по сравнению с дождеванием и с контрольным вариантом.

Анализ влияния водопотребления на продуктивность сои, гороха, бобов по вариантам опыта (капельное орошение и дождевание) в сравнении с контрольным (без орошения) представлен в таблице 1.

В течение вегетации сои провели 4 полива, и общая влагообеспеченность агроценоза сои за период вегетации с учетом атмосферных осадков составила – 3165 м³/га при капельном орошении и 2596 м³/га – при дождевании.

Полив гороха по вегетации провели 3 раза, и в результате общая влагообеспеченность агроценоза гороха за период вегетации с учетом атмосферных осадков составила: при капельном орошении – 2664 м³/га, при поливах дождеванием – 2272 м³/га.

В период вегетации бобов провели 3 полива. Общая влагообеспеченность агроценоза бобов за период вегетации, с учетом атмосферных осадков, составила:

при капельном орошении – 2672 м³/га, при поливах дождеванием – 2147 м³/га.

Величина суммарного водопотребления варьировала в широких пределах в зависимости от погодных условий, биологических и морфологических особенностей зернобобовых культур и заданного предполивного «нижнего порога» влажности.

По-разному сложился по зернобобовым культурам максимальный коэффициент водопотребления: соя – капельное орошение – 654,0 м³/т, дождевание – 595,4 м³/т; горох – 802,0 м³/т и 619,1 м³/т, бобы – 1322,8 м³/т и 1095,3 м³/т, соответственно.

Наибольшая биологическая урожайность сои составила 4,84 т/га при капельном орошении, гороха – 3,67 т/га при применении орошения дождеванием, у бобов наилучший урожай 2,11 т/га был получен при капельном орошении.

Дифференцированный подход к назначению сроков проведения и норм поливов при капельном орошении и дождевании зернобобовых культур заметно повышает биологический урожай в сравнении с контрольными вариантами – без орошения, в среднем на 27 %.

Заключение. Комплексный анализ экспериментального материала, полученного в результате проведенных исследований, позволяет сделать вывод о том, что применение дифференцированного подхода к орошению при поддержании заданного уровня предполивной влажности почвы в критические периоды развития зернобобовых культур на мелкоконтурных участках позволяет сократить расходы оросительной воды и оптимизировать поливные нормы, т.е. при повышении влажности почвы с 70 до 80 % снижается поливная норма на 30 %, уменьшается продолжительность и количество поливов. Режим орошения с поддержанием влажности почвы 70 % в период всходов, 80 % в фазе начала образования бобов и 70 % в фазе технической спелости является оптимальным для получения стабильно



Рисунок 1 – Экспериментальные мелко-контурные участки зернобобовых культур при капельном орошении, ОПХ «ВолжНИИГиМ», 2023 г.

⁴Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности устойчивого завядания растений: ГОСТ 28268-89 (действует).

⁵Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. ГОСТ 26488-85.

⁶Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26205-91.

⁷Методические рекомендации по орошению сельскохозяйственных культур на участках со сложной топографией с применением комплексов импульсного дождевания: инструктивно-методическое издание / Г.В. Ольгаренко, В.И. Городничев, А.А. Терпигорев [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2010. 100 с.

Таблица 1 – Эффективность водопотребления сои, гороха, бобов

Культура	Вариант опыта	Биологическая урожайность, т/га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т (гр.7=гр.4:гр.3)
Соя сорта Марина	Без орошения	3,84	1422	370,3
	Орошение дождеванием	4,36	2596	595,4
	Капельное орошение	4,84	3165	654,0
НСР ₀₅		0,89		
Горох лучильный сорта Альфа	Без орошения	3,02	1334	441,6
	Орошение дождеванием	3,67	2272	619,1
	Капельное орошение	3,32	2664	802,4
НСР ₀₅		0,97		
Бобы пищевые сорта Русские черные	Без орошения	0,83	1297	1562,6
	Орошение дождеванием	1,96	2147	1095,3
	Капельное орошение	2,02	2672	1322,8
НСР ₀₅		0,86		

Список источников:

1. Кижяева В.Е., Пешкова В.О. Оптимизация почвенных влагозапасов при возделывании зернобобовых культур в засушливой зоне Поволжья // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 2. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_2_62.
2. Мустафаев Ж.С. Экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель. Lambert Academic Publishing, 2016. 378 с.
3. Научное обоснование дождевальной техники и режимов орошения сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье: рекомендации / И.П. Кружилин, В.В. Мелихов, Т.Н. Дронова [и др.] / ВНИИОЗ. Волгоград, 2015. 36 с.
4. Новиков А.Е. Оптимизация агротехнических параметров технологии возделывания зернобобовых кормовых культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2010. № 4 (20). С. 168-176.
5. Ольгаренко Г.В. Основные направления разработки отечественных технических средств микроорошения для мелкоконтурных участков // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. № 5. С. 82-85.
6. Проектирование и расчет систем дождевания и капельного орошения сельскохозяйственных культур: метод. пособие / Под общ. ред. В.В. Мелихова / ВНИИОЗ. Волгоград: ООО «СФЕРА», 2017. 168 с.
7. Пындак В.И., Новиков А.Е. Особенности возделывания кукурузо-бобовых смесей на зеленый корм в условиях капельного орошения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2009. № 1 (13). С. 24-30.
8. Соболев О.С. Влияние долгосрочных климатических изменений на урожайность зерновых и зернобобовых культур // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 4. С. 68-71.
9. Шадских В.А., Кижяева В.Е., Пешкова В.О. Оценка биотехнологического метода повышения продуктивности сои на орошаемых землях // Орошаемое земледелие. 2019. № 4. С. 22-25. DOI: 10.35809/2618-8279-2019-4-4.
10. El-Batran H. S. Response green bean plants growth, yield and nutritional status to foliar application of cytokinin under compost amendment / H. S. El-Batran, N. M. K. Hassan, M. A. A. Abdullah, H. A. Ibrahim // International Journal of Health Sciences. 2022. 6(S1). P. 8057–806.

высоких урожаев зерна зернобобовых культур с хорошим качеством.

Применение дифференцированного капельного орошения, а также орошения дождеванием с назначением норм и сроков поливов по предположительной влажности, позволяет повысить биологическую урожайность посевов зернобобовых культур, которая для сои на капельном орошении составила 4,84 т/га и при дождевании – 4,36 т/га, а также соответственно: гороха – 3,32 т/га и 3,67 т/га, бобов пищевых – 2,02 т/га и 1,96 т/га, что значительно выше, чем на контрольном варианте.

Полученные коэффициенты водопотребления подтверждают перспективность возделывания данных зернобобовых культур в условиях засушливой зоны Поволжья.

Следует отметить, что возделывание зернобобовых культур с использованием капельного орошения на мелкоконтурных участках или на участках с неправильной конфигурацией, где установка стационарных дождевальных машин практически исключается, позволяет повысить коэффициент земельного использования и, следовательно, обеспечивает получение дополнительной сельскохозяйственной продукции

References:

1. Kizhaeva V.E., Peshkova V.O. Optimization of soil moisture reserves in the cultivation of leguminous crops in the dry steppe zone of the Volga region // Moscow Economic Journal. 2023. Vol. 8. No. 2. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_2_62.
2. Mustafaev Zh.S. Ecological justification of agricultural land reclamation. Lambert Academic Publishing, 2016. 378 p.
3. Scientific substantiation of sprinkler equipment and irrigation regimes for agricultural crops in the Lower Volga region: recommendations / I.P. Kruzhihin, V.V. Melikhov, T.N. Dronova et al. / VNIIOZ. Volgograd, 2015. 36 p.
4. Novikov A.E. Optimization of agrotechnical parameters of technology of cultivation of leguminous forage crops // Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2010. No. 4 (20). pp. 168-176.
5. Olgarenko G.V. Main directions of development of domestic technical means of micro-irrigation for small-contour plots // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2016. Vol. No. 5. pp. 82-85.
6. Design and calculation of sprinkling and drip irrigation systems for agricultural crops: method. stipend / Under the general editorship of V.V. Melikhov / VNIIOZ. Volgograd: SPHERE LLC, 2017. 168 p.
7. Pyndak V.I., Novikov A.E. Features of cultivation of corn-bean mixtures for green fodder in conditions of drip irrigation // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2009. No. 1 (13). pp. 24-30.
8. Sobolev O.S. The impact of long-term climatic changes on the yield of grain and leguminous crops // The economics of agriculture in Russia. 2019. No. 4. pp. 68-71.
9. Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E., Peshkova V.O. Evaluation of a biotechnological method for increasing soybean productivity on irrigated lands // Irrigated agriculture. 2019. No. 4. pp. 22-25. DOI: 10.35809/2618-8279-2019-4-4.
10. El-Batran H. S. Response green bean plants growth, yield and nutritional status to foliar application of cytokinin under compost amendment / H. S. El-Batran, N. M. K. Hassan, M. A. A. Abdullah, H. A. Ibrahim // International Journal of Health Sciences. 2022. 6(S1). P. 8057–806.



ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР АГРОБИЗНЕСА

ФГБНУ ВНИОЗ предлагает сельхозтоваропроизводителям:

- разработку рекомендаций комплексной мелиорации земель сельскохозяйственного назначения
- научно обоснованные системы орошаемого земледелия на ландшафтной основе, обеспечивающие получение запланированной урожайности сельскохозяйственных культур
- технологии орошения, обеспечивающие экономное использование оросительной воды и снижение энергозатрат
- разработку рекомендаций по эффективному управлению продуктивностью орошаемых агроландшафтов, позволяющему сократить объемы расхода поливной воды до 20%, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур на 20-25%, уменьшить дозу применения минеральных удобрений на 15-20%, пестицидов на 30-35%
- разработку структуры посевов и схем специализированных полно- и короткоротационных севооборотов с уровнем продуктивности 6-12 тыс. кормовых единиц с 1 га
- экологически и экономически обоснованные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающие получение 4-6 т/га зерна пшеницы, 10-12 т/га - кукурузы, 5-7 т/га - сорго, 2-3 т/га - сои, 60-100 т/га зеленой массы однолетних и многолетних трав, 15-40 т/га семенного и продовольственного картофеля
- высокопродуктивные сорта сои, люцерны, риса и гибриды кукурузы селекции института
- научное сопровождение производства семян районированных сортов сои, люцерны, суданской травы, гибридов кукурузы и подсолнечника
- технологию производства высокобелковых кормов, обеспечивающую получение 20-90 т/га зеленой массы
- технологию орошения риса периодическими поливами, обеспечивающую экономию оросительной воды
- технологию биомелиорации воды, улучшающую ее качество и препятствующую «цветению»
- разработку мелиоративных мероприятий восстановления лиманов
- разработку бизнес-планов





**Самат Асылканович
АБДУГАЛИЕВ,**
представитель
ООО «Придолинное»



Установка LINESTAR 9000 на поле кукурузы



Стабильно высокая урожайность сельскохозяйственных культур – только при орошении!

ООО «Придолинное» было основано в 2018 году в Ташлинском районе Оренбургской области. Основой деятельности компании стало сельскохозяйственное производство с применением современных, передовых технологий. Предприятие осуществляет свою деятельность в шести населенных пунктах Ташлинского района и специализируется на растениеводстве и животноводстве. В обработке хозяйства находится 32 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Численность поголовья КРС молочного направления насчитывает 600 голов.

За пять лет деятельности предприятие значительно нарастило парк сельскохозяйственной техники. Были приобретены энергонасыщенные трактора марки Кировец, широкий модельный ряд тракторов компании Джон Дир, 20 единиц комбайнов. На сегодня численность сотрудников организации составляет около 70 человек.

Учитывая жесткие климатические условия, для реализации планов по дальнейшему развитию животноводства, наращиванию поголовья молочного стада, в 2021 году руководство предприятия приняло решение о строительстве орошаемого участка. Целью проекта являлось гарантированное обеспечение потребностей предприятия в сочных кормах.

Для реализации проекта были выданы земли предприятия возле села Пустобаево, которое находится в юго-западной части Оренбургской области, в степной зоне, вблизи государственной границы с Казахстаном, на правом берегу реки Елтышёвки.

В данной зоне климат резко континентальный, с морозной зимой и жарким сухим летом. Температура воздуха зимой достигает -42°C , а летом абсолют-

ный максимум может достигать $+45^{\circ}\text{C}$. В последние годы засуха стала привычным явлением. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 300–350 мм, из которых большая часть выпадает в зимний период года. В целом сельскохозяйственное производство осуществляется в крайне сложных природно-климатических условиях, в зоне рискованного земледелия.



Выбор в пользу фронтальных систем Linestar BAUER был сделан предприятием осознанно. Фронтальные машины перемещаются по полю вперед и назад, орошая до 98 % всей площади поля, практически не оставляя неполитых участков, что позволяет получить максимальную урожайность с/х культур и экономическую эффективность с каждого гектара орошаемой площади.



Перед началом реализации проекта были приобретены и оформлены в собственность существующие гидротехнические сооружения: плотина и отводной канал пруда вблизи села Пустобаево. Далее, получив разрешение на отбор воды из пруда, предприятие приступило к разработке проектно-сметной документации на строительство орошаемого участка площадью 1340 га.

В соответствии с условиями проекта был выполнен большой объем строительно-монтажных работ:

- по укреплению гидротехнического сооружения (плотины) с увеличением его высоты на 2 метра, организации системы дренажа;

- по строительству новой насосной станции с сифонным забор воды, который позволяет значительно экономить расход электроэнергии и значительно снижать финансовые затраты на полив;

- по прокладке широкой сети магистральных и распределительных трубопроводов их полиэтилена;

- по поставке и монтажу 15 дождевальных установок Linestar 9000 фронтального действия Австрийской компании BAUER GmbH.

Весь цикл работ по строительству, оснащению мелиоративной системы составил порядка трех месяцев. Генподрядчиком по объекту была определена Оренбургская компания – ООО «Аса-Строй». Подрядчиком по поставке и монтажу оросительных установок была выбрана компания ООО «Регионинвестагро». На период реализации проекта в ООО «Придолинное» эти две подрядные компании уже имели совместный опыт по строительству и оснащению более 5000 га оросительных систем в Оренбургской области.



Строительные работы на объекте ООО «Придолинное»



Орошение методом дождевания является лучшим способом полива различных сельскохозяйственных культур на больших территориях, так как полностью имитирует и заменяет природные процессы поступления влаги к корневой системе растений и по стоимости строительства одного орошаемого гектара более выгодно в сравнении с другими способами полива, такими как капельное и внутрипочвенное орошение. Широкий предел регулировки поливной нормы на установках позволяет осуществлять различные поливы: влагозарядковые, вегетационные, увлажнительные и другие.

Выбор в пользу фронтальных систем Linestar BAUER был сделан предприятием осознанно. Фронтальные машины перемещаются по полю вперед и назад, орошая до 98 % всей площади

поля, практически не оставляя неполивных участков, что позволяет получить максимальную урожайность с/х культур и экономическую эффективность с каждого гектара орошаемой площади. Дополнительно для более рационального и эффективного использования водных ресурсов, в целях грамотного осуществления полива была предусмотрена мониторинговая система, которая с помощью специальных датчиков определяет влажность почвы, скорость ветра, скорость выветривания из нее влаги, температуру воздуха. Таким образом, система определяет, когда почва нуждается в поливе и сигнализирует об этом ответственному за назначение полива. Также не маловажной деталью оросительной системы является то, что по всей длине трубопроводов стоят счетчики, которые показывают, какое максимальное количество воды можно забрать из водоема без ущерба для его экосистемы.

После запуска орошаемого участка в эксплуатацию в хозяйстве отметили положительную тенденцию увеличения урожайности выращиваемых с/х культур. На поливных полях, в сравнении с богарой, она выше в три-пять раз. К примеру, если в Ташлинском районе урожайность кукурузы на зерно в богарных условиях составляет 25-30 ц/га, то на орошении с применением передовых технологий она превышает 100 ц/га. Следовательно, для Оренбургской области орошение является жизненно необходимым.

Сегодня ООО «Придолинное» является одним из лидеров Оренбуржья в своей отрасли. Компания продолжает развиваться и улучшать свои производственные процессы, повышать показатели, чтобы оставаться конкурентоспособной на рынке, а орошение для компании является гарантом стабильно высоких урожаев и финансового успеха!



Электрифицированная насосная станция



Золотой юбилей Городищенской оросительной станции



На фото слева направо: Новиков А.Е., директор ВНИИОЗ, д. т. н., чл.-корр. РАН; Сметанкин В.В., директор Городищенского филиала Управления "Волгоградмелиоводхоз"; Семененко С.Я., д. с.-х. н., ведущий научный сотрудник ВНИИОЗ; Гайворонский А.В., заместитель директора Городищенского филиала Управления "Волгоградмелиоводхоз"



Главной водозабор Городищенской оросительной системы располагается на Волгоградском водохранилище перед плотиной Волжской ГЭС



Подача воды в систему осуществляется двумя главными насосными станциями (первого и второго подъема). Производительность каждой из них – 27 м³/сек. Суммарная геодезическая высота подъема воды из водохранилища – 120 м.



30 ноября коллектив Городищенской оросительной станции (районный филиал «Волгоградмелиоводхоз») праздновал 50-летие со дня основания.

В 1973 году для получения высоких урожаев пшеницы, кукурузы и подсолнечника, для развития молочного и мясного животноводства, а также овощеводства было создано «Управление Городищенской оросительной системы». Тогда общее количество сотрудников станции составляло всего 80 человек, в работу было запущено 21,8 км каналов, 4,4 км в одну нитку напорных трубопроводов и 3 насосные станции, в том числе временная плавучая НС на Волгоградском водохранилище, Головная насосная станция второго подъема и подкачивающая насосная станция ПНС-3 для подачи воды на орошаемый массив совхоза «Котлубань» площадью 1483 га, производственные базы и жилые микрорайоны для работников служб системы мелиорации.

Строительство и ввод в эксплуатацию в полупустынной климатической зоне рискованного земледелия орошаемых площадей, способных создать надежную базу для развития животноводства, овощеводства и дать городу Волгограду полное обеспечение овощами и молоком, стало основанием для создания нового муниципального образования в Волгоградской области – Городищенского района.

В настоящее время на 3-х оросительных системах (Городищенская, Калачевская, Оленьевская) в 2-х муниципальных районах области (Городищенском и Дубовском) и г. Волгограде работает уже 280 человек, обслуживается 5 головных водозаборов, более 100 км каналов, 44 насосных станции, 72 ГТС. Обслуживаемая проектная площадь орошения – 32 398 га. Площадь полива сельскохозяйственных культур за последние три года составляла более 15 тыс. га.

Символично, что именно в 2023 году проводится техническое перевооружение гидросилового оборудования головной насосной станции № 2 Городищенской оросительной системы, а также реконструкция напорного трубопровода от ГНС № 2 (две нитки), что, безусловно, повысит надежность поставки ресурса для уже созданных в хозяйствах систем. Завершить все работы планируется в 2025-м – суммарный объем финансирования составит порядка 1,6 млрд рублей. Полностью реализовать эти планы предстоит до 2029 года – все работы будут выполняться поэтапно. Это очень важно, потому что позволит не выводить оросительную систему из эксплуатации и сохранить поставку ресурса 250 сельхозтоваропроизводителям.

Городищенская оросительная система – одна из крупнейших и эффективных в России. Именно с ее помощью, благодаря широкой, разветвленной сети каналов, насосных станций и других гидротехнических сооружений, местные фермеры выращивают около полутора миллиона тонн овощей в год. Практически каждая третья луковица и четвертая морковь на столе у россиян – из Городища. Это серьезный труд наших мелиораторов. Урожай в миллион тонн обеспечивает региону место в числе лидеров по стране. Кроме того, мелиорация позволяет повышать качество кормовой базы, что является важным условием для развития отрасли животноводства.

Сердечно поздравляем весь коллектив с 50-летним юбилеем! Желаем плодотворной работы, трудовых успехов в важнейшем деле – орошать землю! Стабильной, надежной бесперебойной работы – оросительной станции; здоровья, счастья, оптимизма – всему коллективу!

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.

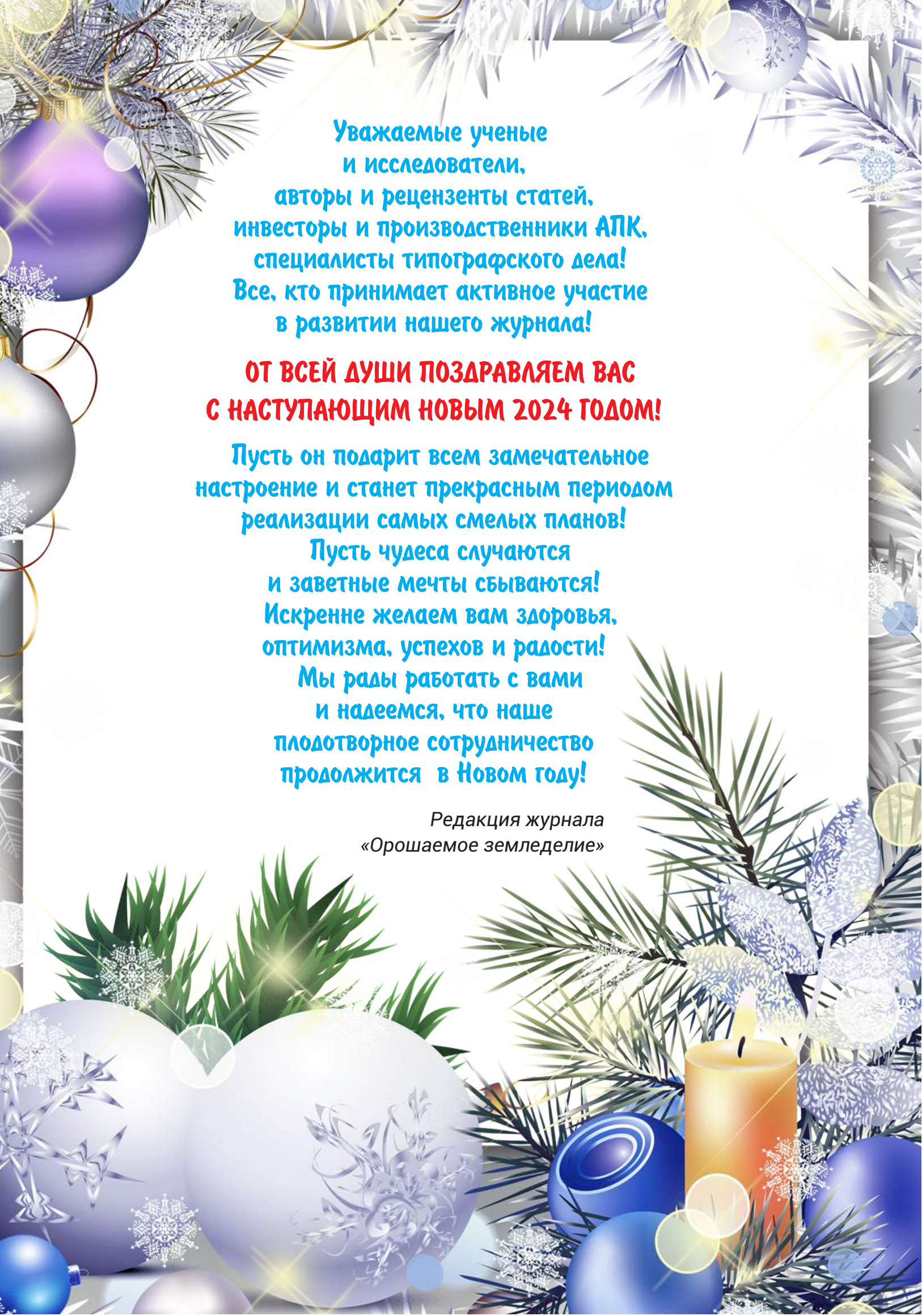
6. Таблицы и рисунки (схемы, фотографии, графики) встраиваются в текст статьи и не должны выходить за поля страницы. Таблицы должны иметь заголовок, размещаемый над табличным полем, а рисунки – подрисовочные подписи. При наличии в статье нескольких таблиц или рисунков их нумерация обязательна. Формат 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 РНФ 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»).



Уважаемые ученые
и исследователи,
авторы и рецензенты статей,
инвесторы и производственники АПК,
специалисты типографского дела!
Все, кто принимает активное участие
в развитии нашего журнала!

**ОТ ВСЕЙ ДУШИ ПОЗДРАВЛЯЕМ ВАС
С НАСТУПАЮЩИМ НОВЫМ 2024 ГОДОМ!**

Пусть он подарит всем замечательное
настроение и станет прекрасным периодом
реализации самых смелых планов!

Пусть чудеса случаются
и заветные мечты сбываются!
Искренне желаем вам здоровья,
оптимизма, успехов и радости!

Мы рады работать с вами
и надеемся, что наше
плодотворное сотрудничество
продолжится в Новом году!

Редакция журнала
«Орошаемое земледелие»