

НАУЧНО-АГРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC AGRONOMY JOURNAL

2 (117) 2022

Волгоград
2022

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных
мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук»
(ФНЦ агроэкологии РАН)

**проводит 22 июля 2022 года юбилейную
Всероссийскую научно-практическую конференцию
«Агролесомелиорация и опустынивание»,**

посвященную 90-летию со дня основания
Всероссийского института агролесомелиорации
(ВНИАЛМИ),
правопреемником которого является
ФНЦ агроэкологии РАН

Юбилейное мероприятие организации совпало с 70-летием
выдающегося ученого, академика РАН
Кулика Константина Николаевича,
посвятившего свою научную жизнь вопросам
защитного лесоразведения, агролесомелиорации и
борьбы с опустыниванием территорий

В рамках конференции
«Агролесомелиорация и опустынивание»
будет всесторонне рассмотрена Глобальная проблема
опустынивания территорий и намечены
пути ее решения в режиме реального времени

Адрес ФНЦ агроэкологии РАН: 400062, г. Волгоград,
проспект Университетский, д. 97

Научно-агрономический журнал

Научно-практический журнал

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)

Главный редактор: Солонкин А.В., д.с.-х.н.

Журнал с 25.05.2022 г. включен в «Перечень рецензируемых научных изданий ВАК»
по следующим научным специальностям и отраслям науки:

- 1.5.15. – Экология (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение,
лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

Редакционный совет:

Беляев А.И., д.с.-х.н., профессор, ФНЦ агроэкологии РАН, Россия
Беленков А.И., д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия
Еремин Г.В., д.с.-х.н., академик РАН, Крымская ОСС – филиал ВИР, Россия
Кружилин И.П., д.с.-х.н., профессор, ФГБНУ ВНИИОЗ, Россия
Кулик К.Н., д.с.-х.н., профессор, академик РАН, ФНЦ агроэкологии РАН, Россия
Мелихов В.В., д.с.-х.н., член-корреспондент РАН, ФГБНУ ВНИИОЗ, Россия
Муканов Б.М., д.с.-х.н., профессор, КазНИИЛХА, Республика Казахстан
Рулёв А.С., д.с.-х.н., профессор, академик РАН, ФНЦ агроэкологии РАН, Россия
Сложенкина М.И., д.б.н., профессор, член-корреспондент РАН, ФГБНУ «Поволжский НИИММП», Россия
Турусов В.И., д.с.-х.н., академик РАН, ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», Россия

Редакционная коллегия:

| | |
|--|---|
| Барабанов А.Т., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН | Кулик А.К., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН |
| Белицкая М.Н., д.б.н., ФНЦ агроэкологии РАН | Манаенков А.С., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН |
| Беляков А.М., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН | Нефедьева Е.Э., д.б.н., ФГБОУ ВО ВолгГТУ |
| Воронина В.П., д.с.-х.н., к.б.н., ФГБОУ ВО ВолГАУ | Оконов М.М., д.с.-х.н., ФГБОУ ВО КалмГУ |
| Гурова О.Н., к.с.-х.н., Комитет с/х Волгоградской обл. | Питоня А.А., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН |
| Желтобрюхов В.Ф., д.т.н., ФГБОУ ВО ВолгГТУ | Рахимжанов А.Н., к.с.-х.н., ТОО «КазНИИЛХА им. А.Н. Букейхана», Республика Казахстан |
| Зайцев В.Г., к.б.н., ФНЦ агроэкологии РАН | Рулева О.В., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН |
| Зеленев А.В., д.с.-х.н., ФГБОУ ВО ВолГАУ | Сагалаев В.А., д.б.н., ФГБОУ ВО ВолГУ |
| Зеленская Г.М., д.с.-х.н., ФГБОУ ВО Донской ГАУ | Смутнев П.А., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН |
| Иванцова Е.А., д.с.-х.н., ФГАОУ ВО ВолГУ | Срослова Г.А., к.б.н., ФГАОУ ВО ВолГУ |
| Иванченко Т.В., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН | Тютюма Н.В., д.с.-х.н., ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» |
| Кошелев А.В., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН | Юферев В.Г., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН |
| Крючков С.Н., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН | |

Ответственный редактор Леонтьева Е.Е.

Перевод на английский: Хныкин А.С.

Адрес издателя и редакции: 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97

E-Mail: info@vfanc.ru <https://vfanc.ru/>

© ФНЦ агроэкологии РАН

©Научно-агрономический журнал

Регистрационный номер ПИ № ФС77-76293 от 12 июля 2019 г. присвоен Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN 2500-0047 DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.000

Печатается в копировально-множительном бюро ФНЦ агроэкологии РАН

Адрес: 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97

Тираж 500 экз. Заказ 5, подписано в печать 29 июня 2022 г. Дата выпуска 30 июня 2022 г.

Журнал выходит 4 раза в год и распространяется по адресной рассылке,
а также на выставках и ярмарках агропромышленной тематики. Цена свободная.

Подписной индекс ПР354

Издатель не несет ответственности за достоверность данных, предоставленных в опубликованных материалах.
При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

Scientific Agronomy Journal

Research and Practice Journal

Founder and publisher: Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»
(FSC of Agroecology RAS)

Editor-in-Chief: **Solonkin A.V.**, D.S-Kh.N.

In 25.05.2022, the journal was included in the List of publications of the Higher Attestation Commission
in the following specialties and fields of science:

- 1.5.15.** – Ecology (agricultural sciences),
- 4.1.1.** – General agriculture and crop production (agricultural sciences),
- 4.1.2.** – Breeding, seed production and plant biotechnology (agricultural sciences),
- 4.1.6.** – Forest science, forestry, forest cultures, agroforestry melioration, greening, forest pyrology and taxation (agricultural sciences)

Editorial Council:

Belyaev A.I., D.S-Kh.N., Professor, FSC of Agroecology RAS, Russia
Belenkov A.I., D.S-Kh.N., Professor, RSAU-MTAA named after K.A. Timiryazev, Russia
Eremin G.V., D.S-Kh.N., Academician of RAS, Krymsk experimental breeding station – branch of the VIR, Russia
Kruzhillin I.P., D.S-Kh.N., Academician of RAS, Professor, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Russia
Kulik K.N., D.S-Kh.N., Academician of RAS, Professor, FSC of Agroecology RAS, Russia
Melikhov V.V., D.S-Kh.N., RAS corr. member, «All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture» (FSBI VNIIOZ), Russia
Mukanov B.M., D.S-Kh.N., Academician of NAS of Kazakhstan, Professor, Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Scientific Consultant, Republic of Kazakhstan
Rulev A.S., D.S-Kh.N., Academician of RAS, Professor, FSC of Agroecology RAS, Russia
Slozhenkina M.I., D.B.N., RAS corr. member, Professor, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP), Russia
Turusov V.I., D.S-Kh.N., Academician of RAS, Voronezh FANC named after V. V. Dokuchaev, Russia

Editorial Board:

| | |
|---|---|
| Barabanov A.T. , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS | Kulik A.K. , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS |
| Belitskaya M.N. , D.B.N., FSC of Agroecology RAS | Manayenkov A.S. , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS |
| Belyakov A.M. , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS | Nefed'eva E.E. , D.B.N., Volgograd State Technical University |
| Voronina V.P. , D.S-Kh.N., K.B.N., Volgograd State Agrarian University | Okonov M.M. , D.S-Kh.N., Kalmyk State University |
| Gurova O.N. , K.S-Kh.N., Com. of Agriculture of the Volgograd region | Pitonya A.A. , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS |
| Zheltostryukhov V.E. , D.T.N., Volgograd State Technical University | Rakhimzhanov A.N. , K.S-Kh.N., Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry |
| Zaitsev V.G. , K.B.N., FSC of Agroecology RAS | Ruleva O.V. , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS |
| Zelenev A.V. , D.S-Kh.N., Volgograd State Agrarian University | Sagalayev V.A. , D.B.N., Volgograd State University |
| Zelenskaya G.M. , D.S-Kh.N., Don State Agrarian University | Smutnev P.A. , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS |
| Ivantsova E.A. , D.S-Kh.N., Volgograd State University | Sroslova G.A. , K.B.N., Volgograd State University |
| Ivanchenko T.V. , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS | Tyutyuma N.V. , D.S-Kh.N., Caspian Agrarian FSC of RAS |
| Koshelev A.V. , K.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS | Yuferev V.G. , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS |
| Kryuchkov S.N. , D.S-Kh.N., FSC of Agroecology RAS | |

Managing Editor: Leontyeva E.E.
Translation into English: Khnyckin A.S.

Publisher's Address: 400062, Volgograd, Universitetskiy Prospekt, 97
e-mail: info@vfanc.ru <https://vfanc.ru/>

© FSC of Agroecology RAS
© Scientific Agronomy Journal

In the registration of registers, the entry PI number FS77-76293 dated July 12, 2019.

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications

ISSN 2500-0047 DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.000

Published by FSC of Agroecology RAS
Address: 400062, Volgograd, Universitetskiy Prospekt, 97

Circulation 500 copies. Order 5, signed to print on 29 June 2022. Date of issue 30 June 2022

The journal is published 4 times a year and distributed through an address list and at agro-industrial exhibitions and fairs.

The price is free. Subscription index IIP354

The publisher is not responsible for the credibility of the data in the published materials.
Reprints of the materials must include a reference to the journal.

Содержание

Content

| | |
|---|---|
| <u>Колонка редактора</u>6 | <u>Editorial Column</u>6 |
| <u>Проблемы, суждения, факты</u> | <u>Problems, judgments, facts</u> |
| А.И. Беляев, К.Н. Кулик. Агролесомелиорация – основа экологически безопасного и экономически эффективного сельского хозяйства.....7 | A.I. Belyaev, K.N. Kulik. Agroforestry melioration as the Basis of Environmentally Safe and Economically Efficient Agriculture7 |
| <u>Юбилеи</u> | <u>Anniversaries</u> |
| Творческий путь академика РАН К.Н.Кулика. К 70-летию со дня рождения.....11 | The Creative Path of Academician of the RAS K.N. Kulik. To the 70th Anniversary of His Birth.....11 |
| <u>Интервью</u> | <u>Interview</u> |
| Молодые ученые – движущая сила научного и инновационного развития страны!.....14 | Young Scientists Are the Driving Force of the Scientific and Innovative Development of the Country!....14 |
| <u>Агролесомелиорация</u> | <u>Agroforestry melioration</u> |
| В.И. Панов, А.Т. Барabanov. Новые перспективные многоцелевые конструкции стокорегулирующих лесных полос для степного засушливого пояса России.....15 | V.I. Panov, A.T. Barabanov. New Promising Multi-Purpose Designs of Runoff-Regulating Forest Belts for the Steppe Arid Belt of Russia.....15 |
| В.А. Романов. Сравнение способов классификации данных при спутниковом мониторинге процесса опустынивания.....25 | V.A. Romanov. Comparison of Data Classification Methods for Satellite Monitoring of the Desertification Process.....25 |
| <u>Земледелие, растениеводство</u> | <u>Land cultivation, crop production</u> |
| М.Ю. Шарapова, Е.Э. Нeфeдьева. Новый экологически безопасный фунгицидный препарат на основе тебуконазола и тиabendазола для борьбы с грибными заболеваниями пшеницы.....30 | M.Yu. Sharapova, E.E. Nefedieva. A New Environmentally Safe Fungicidal Preparations Based on Tebuconazole and Thiabendazole to Combat Fungal Diseases of Wheat.....30 |
| А.М. Беляков. Этапы развития аграрной науки и ее вклад в результативность АПК Волгоградской области.....37 | A.M. Belyakov. Agricultural Science Development Stages and Its Contribution to the Effectiveness of the Agro-Industrial Complex of the Volgograd Region...37 |
| Г.М. Зеленская, В.О. Шашлов. Действие биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы.....44 | G.M. Zelenskaya, V.O. Shashlov. The Effect of Biological Products on the Yield of Winter Wheat.....44 |
| М.Р. Шайфуллин. Влияние природно-климатических условий и рыночной конъюнктуры на земельную специализацию Обливского района Ростовской области.....50 | M.R. Shaifullin. The Influence of Natural and Climatic Conditions and Market Environment on the Agricultural Specialization of the Oblivsky District of the Rostov Region.....50 |
| <u>Селекция, семеноводство</u> | <u>Breeding, seed production</u> |
| Е.Н. Киктева, А.В. Солонкин, О.А. Никольская. Влияние биотических и абиотических факторов на формирование урожайности вишни обыкновенной.....56 | Ye.N. Kikteva, A.V. Solonkin, O.A. Nikol'skaya. The Biotic and Abiotic Factors Influence on the Ordinary Cherries Yield Formation.....56 |
| <u>Биотехнология растений</u> | <u>Plant biotechnology</u> |
| Т.В. Терещенко, О.О. Жолобова. Эффективные способы стерилизации семян <i>Robinia pseudoacacia</i> L. для введения в культуру in vitro.....62 | T.V. Tereshchenko, O.O. Zholobova. Effective Methods of Sterilization of <i>Robinia Pseudoacacia</i> L. Seeds for Introduction Into Cultivation in Vitro.....62 |
| <u>От редакции</u>68 | <u>From the editorial board</u>68 |

Уважаемые читатели и дорогие коллеги!

Наше издание «Научно-агрономический журнал» имеет огромную, почти вековую историю. Но сегодня журнал выходит на иной, принципиально новый этап развития. Согласно рекомендации президиума Высшей аттестационной комиссии, распоряжением Минобрнауки РФ «Научно-агрономический журнал» включен в перечень рецензируемых научных изданий по перспективным научным специальностям. Это означает, что научное издание ФНЦ агроэкологии РАН следует тренду, заданному Правительством РФ. «Научно-агрономический журнал» выполняет важнейшие задачи по публикации и распространению результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых по научному обеспечению сельского, лесного и мелиоративного хозяйства с освещением проблем рационального природопользования и адаптации агроэкосистем к меняющимся климатическим условиям. Я от души поздравляю творческий коллектив журнала с этим достижением и желаю дальнейших успехов!

На страницах журнала активно свои научные труды публикуют ученые ФНЦ агроэкологии РАН и, в частности, молодые специалисты. В Центре строят карьеру почти 70 перспективных молодых людей. С недавних пор они консолидировали свои усилия. На базе ФНЦ агроэкологии РАН создан Инновационный совет молодых ученых, и неслучайно их называют будущим российской и мировой науки. Чтобы добиваться высоких результатов, молодым людям необходимо сплотиться и общими усилиями решать поставленные задачи. Уверен, что молодые специалисты активно будут публиковать результаты своих инновационных исследований именно в «Научно-агрономическом журнале».

На фоне постоянно меняющегося мира ФНЦ агроэкологии РАН также стремительно развивается. На его базе с 2021 года успешно работают Селекционно-семеноводческий центр, Центр по защите и восстановлению малых рек и водоемов, а также

Центр по борьбе с опустыниванием территорий. В текущем году они продолжили научную работу. Для большей эффективности Селекционно-семеноводческого центра ФНЦ агроэкологии РАН модернизирует сеть филиалов, которые располагаются в разных уголках страны. Сотрудники Центра по защите и восстановлению малых рек и водоемов также активизировали работы по изучению состояния водоемов в разных регионах страны с последующими рекомендациями по их восстановлению.

Хочу отметить работу Центра по борьбе с опустыниванием территорий. Эта проблема стоит остро во многих странах мира. У ФНЦ агроэкологии РАН есть большой опыт по разрешению сложившейся ситуации. В 80-х годах прошлого столетия проблема опустынивания обострилась в двух регионах СССР – на Черных землях Калмыкии и Кизлярских пастбищах Дагестана. Советские ученые, среди которых – сотрудники ВНИАЛМИ, создали передовые, инновационные технологии, которые легли в основу «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ». К сожалению, с годами проблема вновь осложнилась и требует оперативного вмешательства научного сообщества. Решению именно этой проблемы будет посвящена всероссийская научно-практическая конференция «Агроресомелиорация и опустынивание», которая состоится на базе ФНЦ агроэкологии РАН. Примечательно, что это масштабное событие совпало с не менее знаменательной датой – юбилеем академика РАН Константина Кулика, чье имя неразрывно связано с ВНИАЛМИ. Константин Николаевич более 20 лет возглавлял Центр и активно участвовал в работе по созданию «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ». От всех сотрудников нашего издания и от себя лично желаю Константину Николаевичу крепкого здоровья и новых открытий, а участникам конференции – продуктивной работы!

Главный редактор Андрей Солонкин

Агролесомелиорация – основа экологически безопасного и экономически эффективного сельского хозяйства

А.И. Беляев, д.с.-х.н., профессор, директор ФНЦ агроэкологии РАН;
К.Н. Кулик, д.с.-х.н., профессор, академик РАН, г.н.с. ФНЦ агроэкологии РАН

Сельское хозяйство является одной из важнейших составляющих производственной деятельности человечества, создающей продукты питания – основу его существования. Как отрасль производства оно имеет ряд существенных отличий от других видов деятельности человека.

Здесь в качестве основного объекта производства выступают живые организмы, обладающие высочайшей степенью сложности протекающих в них процессов жизнедеятельности, направленность и интенсивность которых в значительной мере определяется как воздействием природных условий, так и внутренними факторами.

Урожай является конечным результатом сложных взаимодействий в системе «атмосфера – растение – почва», величина которого определяется степенью соответствия требований продуцентов количественным и качественным значениям показателей факторов жизни, предоставляемых конкретным участком земной поверхности. Значительная часть этих факторов не поддается регулированию, либо они в незначительной мере являются корректируемыми, либо регулируемые значительными материальными и энергетическими затратами, делающими данное регулирование экономически нецелесообразными.

В наибольшей степени корректировки антропогенными способами воздействия обладают факторы, относящиеся к показателям почвенного плодородия. В арсенале сельскохозяйственных товаропроизводителей имеется широкий набор инструментов воздействия на плодородие почв – внесение минеральных и органических удобрений, применение химических средств защиты растений, реализация гидромелиоративных мероприятий, проведение культуртехнической и химической мелиорации, механической обработки почвы.

Бесспорно, коренным образом решить вопрос в отношении основного лимитирующего фактора растениеводства аридных, субаридных и сухих субгумидных регионов Российской Федерации – недостаточной влагообеспеченности – позволяет орошение.

В настоящее время, что совершенно оправдано, данное направление развития мелиоративного комплекса является приоритетным в повестке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Понимая потенциальные возможности орошения в борьбе с засухой, говорить о реальности кратного роста площади орошаемых сельскохозяйственных угодий в ближайшей и среднесрочной перспективе не представляется возможным.

Ограничений масштабного роста орошаемых земель несколько, но основными являются значительные капитальные вложения, достигающие до 500,0 тыс. рублей на гектар орошаемой пашни, и что еще более важно, ограниченность водных ресурсов.

Данная ситуация делает проблематичным не только расширение площадей орошаемых земель, но и обеспечение созданных и функционирующих мелиоративных систем за счет водоподачи, в частности из водных ресурсов реки Дон.

Указанные методы целенаправленного воздействия на почву, в том числе внесение значительных доз минеральных и органических удобрений, проведение химической мелиорации солонцов, землевание и другие мероприятия, позволяют существенно поднять уровень плодородия почв, но, как и в случае с гидромелиорацией, опираются в экономическую составляющую, требуя значительных финансовых вложений, что делает невозможным их применение на больших площадях и в разумный временной период.

Нельзя забывать и об экологической составляющей. Фосфоросодержащие удобрения, а также удобрения, являющиеся побочным продуктом производства иной промышленной продукции, могут являться источником поступления в почву тяжелых металлов.

Следует отметить, что сельскохозяйственная практика в настоящее время обладает широким, эффективным, но все же ограниченным как с позиции экономической целесообразности, так и с позиции научного понимания фундаментальной сущности процессов жизнедеятельности растительных организмов и внутрипочвенных процессов, набором инструментов, позволяющих активно воздействовать на агробиоценозы, управляя внешними и внутренними факторами роста растений.

В данной ситуации основным условием успешного сельскохозяйственного производства является обеспечение эффективной, рациональной эксплуатации имеющихся ресурсов, в первую очередь за счет сокращения непродуктивных потерь, составляющих почвенное плодородие.

К сожалению, приходится констатировать, что текущее положение дел по данному вопросу можно охарактеризовать как крайне неудовлетворительное.

По оценке научного сообщества в настоящее время в Российской Федерации 65 % пашни, 28 % сенокосов и 50% пастбищ в разной степени подвержены деградации. Из-за водной эрозии 10 % пашни уже утратили 30-60% плодородия, 25 %

пашни – от 10 до 30%. Ежегодная потеря гумуса на пашне в среднем составляет 0,62 т/га. Его содержание в почве за 100 лет снизилось на 30-40%. Значительные потери плодородия почв отмечены вследствие процессов дефляции. Ежегодный вынос пылевых частиц почвы в атмосферу оценивается 0,37 т/га. Продукты ветровой и водной эрозии вместе с минеральными удобрениями выносятся в гидросеть, что приводит к заиливанию и загрязнению водных ресурсов. По результатам предыдущих лет исследований установлено, что ежегодно в реки и водоемы Донского водосборного бассейна поступает около 300 млн. тонн почвы, содержащей 75 тыс. тонн азота, фосфора и других биофильных элементов и не менее 1,0 тыс. тонн пестицидов.

Необходимо отметить, что указанные потери элементов минерального питания соответствуют среднегодовому внесению их в почву в Волгоградской области.

Данные ученых ФНЦ агроэкологии РАН (ранее ВНИАЛМИ) наглядно говорят, что в степных и полупустынных районах проведение комплекса лесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий позволяет эффективно противостоять большинству процессов деградации почвы.

Наряду со снижением интенсивности деградационных процессов защитные лесные насаждения (ЗЛН) оказывают положительное влияние на влагообеспеченность сельскохозяйственных растений, существенно (в 1,5 раза) увеличивая снегонакопление, снижая величину поверхностного стока, соответственно, повышая впитывание воды в почву. Выявлена меньшая интенсивность суховейных явлений в границах агролесоландшафтов и, что наиболее актуально для сельскохозяйственного производства, в межполосном пространстве.

Также следует отметить, что стоимость затрат на единицу площади при проведении агролесомелиоративных работ кардинально ниже иных видов мелиорации.

За всю историю защитного лесоразведения в России на сельскохозяйственных землях было высажено 5,2 млн. га всех видов ЗЛН, но к настоящему времени их площадь уменьшилась до 2,5 млн. га.

Современное состояние ЗЛН повсеместно неудовлетворительное. Они нередко загрязнены отходами производства и потребления, повреждены пожарами, самовольными рубками, болезнями и вредителями. В них отмечены зарастание травянистыми растениями, выпады древостоя и замещение древесной растительности кустарниками.

Примерно на половине площади занимаемой ЗЛН необходимо срочное проведение лесохозяйственных мероприятий: изменение породного состава, реконструкция, восстановление древостоя и конструкции, улучшение санитарного состояния.

По нашей оценке, для минимально необходимой защиты сельскохозяйственных угодий от негатив-

ного воздействия природных и антропогенных факторов на территории Российской Федерации необходимо иметь 7,02 млн. га ЗЛН всех видов.

Исходя из сохранившихся в настоящее время насаждений, и при условии проведения их ремонта и реконструкции, дополнительно в Российской Федерации требуется создать ЗЛН на площади не менее 4 млн. га.

Опыт общения с сельскохозяйственными товаропроизводителями говорит, что в их рабочей повестке отсутствуют либо, в лучшем случае, занимают последнее место вопросы, связанные с агролесомелиорацией. В этом и кроется, на наш взгляд, фундамент текущего состояния лесо- и фитомелиорации и, как следствие, усиление деградационных процессов.

С большим сожалением приходится говорить, что и последние решения Министерства сельского хозяйства Российской Федерации снизили и без того низкую заинтересованность сельскохозяйственных товаропроизводителей, направленную на агролесомелиоративные работы.

До 01 января 2022 года государственная поддержка реализации сельскохозяйственными товаропроизводителями мелиоративных мероприятий составляла до 90 % фактически осуществленных расходов. С 01 января 2022 года произошло существенное сокращение размера государственной поддержки указанных выше мероприятий – до 50%, что непременно пагубно отразится на активности выполнения сельскохозяйственными товаропроизводителями агролесомелиоративных мероприятий и, соответственно, на эффективности реализации комплекса мер по борьбе с деградацией земель в масштабах всего зернового пояса России.

В наибольшей степени негативное влияние снижения государственной поддержки проявится именно в зоне с засушливым климатом.

Причин тому несколько:

- Низкая экономическая эффективность сельскохозяйственного производства (из-за объективных природных факторов – недостатка влаги) и, как следствие, слабое финансовое состояние сельскохозяйственных товаропроизводителей;

- Более высокие, относительно влагообеспеченных территорий, издержки на проведение лесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий.

Изменить в благоприятную сторону положение дел в агролесомелиорации возможно только при принятии решений на государственном уровне по повышению ставок соответствующих субсидий – не менее 90 % расходов сельскохозяйственных товаропроизводителей, реализующих агролесомелиоративные мероприятия, а в оптимальном варианте – полное финансовое обеспечение затрат со стороны государства, включая подготовку проектной документации, как это делается в большинстве стран мира.

Дополнительным условием для получения данного вида государственной поддержки, которое способно обеспечить эффективную реализацию агролесомелиоративных мероприятий, может являться обязательное проведение авторского надзора за ходом реализации проектов по созданию мелиоративных лесных защитных насаждений.

Наряду с созданием новых ЗЛН целесообразно предусмотреть и механизмы государственной поддержки проведения работ по реконструкции и выполнению уходовых работ за ними.

Еще более масштабным вопросом как в плане организации работ, определения площади их проведения, так и необходимых финансовых затрат является ситуация, связанная с опустыниванием территорий.

ФНЦ агроэкологии РАН на протяжении последних 60 лет ведет мониторинг с разной степенью детализации на территориях, подверженных опустыниванию, развитию процессов опустынивания на площади 15 млн. га, включая древние очаги дефляции.

С 80-х годов прошлого века отрабатываются технологии применения для мониторинга опустынивания инструментов геоинформационных систем и методов дистанционного зондирования с преимущественным использованием космических снимков земной поверхности.

В качестве полигона для отработки данных технологий была выбрана территория с максимальной потенциальной опасностью развития процессов опустынивания на общей площади около 5,4 млн. га, включающей части территории Республики Калмыкия, Астраханской области, Республики Дагестан, Ставропольского края, Республики Чечня, Волгоградской и Ростовской области.

В ходе проведения геоинформационных исследований выявлен практически двукратный прирост площади опустынивания (соответствующий уровню деградации – бедствие) территорий, причем в 2020 году в результате засухи и развития пыльных бурь произошёл ещё больший их прирост – в 2,5 раза.

В прошедшем 2021 году указанная площадь сократилась, но проведенные экспедиционные исследования показали, что на этих территориях сформировался малоценный, в пастбищном отношении, растительный покров из эфемеров, ядовитых и сорных растений, т.е. произошла катастрофическая сукцессия, приведшая к опустыниванию.

Исходя из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что основным направлением в борьбе с процессами опустынивания территорий является формирование искусственных фитоценозов, направленных на предотвращение процессов дефляции и ориентированных на создание продуктивных пастбищных угодий.

При определении подходов к организации работ по борьбе с опустыниванием на пастбищах необходимо исходить из экономического состояния зем-

лепользователей и потенциального плодородия деградированных земель.

Это обстоятельство требует принятия неординарных решений, а именно предлагается 100 % финансирование фитомелиоративных работ за счет бюджета Российской Федерации и бюджетов субъектов.

Решение проблемы опустынивания территорий возможно только в случае создания единой агролесомелиоративной системы, охватывающей в один комплекс все пространство засушливой части зернового пояса страны.

Необходимость столь высокой степени участия государства продиктовано тем, что проблема опустынивания является не только вопросом сельскохозяйственного производства, но и крупной экологической и социальной проблемой.

Необходима разработка и принятие отдельной межведомственной Государственной программы «Развитие агролесомелиорации на краткосрочный и длительный период» с участием Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а также заинтересованных государственных органов субъектов Российской Федерации.

Необходимо отметить, что ФНЦ агроэкологии РАН в полной мере обладает необходимыми научно-обоснованными разработками и практическим опытом для успешной реализации задач по борьбе с опустыниванием территорий. Об этом свидетельствует успешный опыт агролесомелиоративного обустройства аридных, субаридных и сухих субгумидных территорий, причем в очагах крайней степени проявления опустынивания – подвижных, барханных песков, реализованный при научном сопровождении ученых Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института в предшествующие годы.

За годы существования ФНЦ агроэкологии РАН был накоплен большой теоретический и практический опыт по снижению эрозионных процессов в субгумидных и засушливых зонах Российской Федерации.

В ФНЦ агроэкологии РАН разработана дифференцированная технология, обеспечивающая предотвращение деградации и опустынивания земель применительно к аридным, субаридным и сухим субгумидным территориям, а также методы и приемы восстановления деградированных земель вследствие развития процессов опустынивания территорий, в том числе закрепления открытых песков по типу многоярусных лесопастбищ.

Технология включает ряд последовательных операций: оценку фитоэкологических условий и фитомелиоративную классификацию, и картографирование территории с учетом степени деградации пастбищ, лесомелиоративное обустройство угодий путем создания на них системы пастби-

щезащитных и мелиоративно-кормовых лесонасаждений, древесных зонтов и затишков, а также формирование высокопродуктивного кустарниково-травяного покрова.

Опыт реализации технологии показывает, что барханные пески через 2-3 года после фитомелиорации переходят в умеренно- и среднесбитый или даже несбитый и слабосбитый тип пастбищ, а их продуктивность достигает 1,2-2,5 т/га.

ФНЦ агроэкологии РАН созданы фитомелиоративные объекты на больших площадях сельскохозяйственных угодий, где полностью остановлены процессы деградации почв и произошел процесс их реабилитации. Технологиями с использованием фитомелиорации, реализованными в предшествующие годы, подавлены процессы лавинообразного опустынивания пастбищ на площади 800 тыс. га. Деградированные территории восстановлены и трансформированы в высокопродуктивные зоотехнически комфортные лесопастбищные угодья.

Исследования, нацеленные на выбор хозяйственного использования земель, размещение кормовых угодий и способов оценки их биологической продуктивности, агротехнических приемов выращивания ЗЛН, продолжают в ФНЦ агроэкологии РАН и в настоящее время.

В систему центра входят опытные станции-филиалы, расположенные в различных природно-климатических зонах (Алтайский край, Самарская, Волгоградская, Астраханская области).

Здесь созданы дендрологические коллекции и дендрарии (Кулундинский, Поволжский, Камышинский, Волгоградский), в которых собран основной генофонд видов древесных и кустарниковых растений из различных стран мира (Европы, Азии, Северной Америки и др.), они служат исходным генетическим материалом в селекционной работе по созданию отечественных сортов.

Получены комплексно-устойчивые сорта, выделен ценный маточный генофонд, организованы производственные питомники (Нижеволжская станция по селекции древесных пород) по выращиванию адаптивного к жестким условиям посадочного материала для борьбы с засухой и опустыниванием в малолесных районах. Для агролесомелиорации и озеленения засушливых территорий России созданы опытные стоково-эрозийные стационары и другие объекты науки, заложена экспериментальная база для многолетних исследований.

Результаты научной и научно-технической деятельности ФНЦ агроэкологии РАН (ВНИИ агролесомелиорации РАСХН) легли в основу разработанной в 1986 году «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ», частичная реализация которой на практике показала способность лесомелиоративных и фитомелиоративных меро-

приятий эффективно противостоять процессам опустынивания.

В рамках Проекта Агентства ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Центра международных проектов Госкомэкологии РФ (ЦМП) «Поддержка деятельности по борьбе с опустыниванием в странах СНГ», осуществлявшегося в 1997 – 2000 гг. подготовлено пять субрегиональных национальных программ действий по борьбе с опустыниванием (СНПДБО) – для юго-востока Европейской части России (Самарская, Саратовская, Волгоградская и Астраханская области, республики Татарстан и Дагестан), Северного Кавказа (Ростовская область и Ставропольский край), юга Западной Сибири (в пределах Алтайского края и Новосибирской области), Средней Сибири (республики Хакасия и Тыва и 12 южных районов Красноярского края) и Восточной Сибири (Республика Бурятия, Читинская область и Агинский Бурятский автономный округ).

Основным исполнителем проекта являлся ФНЦ агроэкологии РАН, выполнивший подготовку всех СНПДБО по Европейской части и по Западной Сибири и осуществлявший общее методическое руководство всеми работами.

В заключении отметим, что сейчас современному человеку трудно представить себе на юге России поля без окантовки лесными полосами, а ведь буквально 70 – 80 лет назад этого не было. Данные науки и многолетняя практика земледелия и животноводства в лесостепных, степных и полупустынных районах убеждают в возможности эффективно противостоять многим начавшимся негативным явлениям комплексом биолого-мелиоративных мероприятий, организующей основой которого служит создание систем, взаимодействующих ЗЛН. Являясь объектом многофункционального влияния на окружающую среду, они нормализуют и стабилизируют обстановку, образуют устойчивые, возрожденные и принципиально новые агролесоландшафты с высокой степенью саморегуляции. При этом положительное воздействие систем лесонасаждений возрастает по мере увеличения освоенной ими территории.

Засушливая зона – это наш основной зерновой пояс, в котором производится около 80 % зерна Российской Федерации. Поэтому необходимо эту землю так эксплуатировать, чтобы она не только сейчас приносила максимальный урожай, но и осталась плодородной будущим поколениям. Исходя из этого, агролесомелиорацию следует рассматривать как важный элемент государственной стратегии сохранения окружающей среды, рационального использования и приумножения природно-ресурсного потенциала страны, во многом обеспечивающим решение проблем её экологической и продовольственной безопасности.



ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ АКАДЕМИКА РАН КОНСТАНТИНА НИКОЛАЕВИЧА КУЛИКА. К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ



Константин Николаевич Кулик родился 22 июля 1952 года в Украине в селе Ровное Ровенского района Кировоградской области в семье ученых. Дед по линии отца, Кулик Филипп Ефремович – кандидат биологических наук, профессор, преподавал в Чечено-Ингушском университете. Отец Кулик Николай Филиппович – доктор биологических наук, профессор, долгие годы работал главным научным сотрудником во Всероссийском научно-исследовательском институте агролесомелиорации (ВНИАЛМИ).

В 1969 году К. Н. Кулик с успехом окончил среднюю школу № 103 города Волгограда, а в 1974 году – естественно-географический факультет Волгоградского педагогического института по специальности учитель географии и биологии.

С 1974 по 1981 годы К. Н. Кулик по распределению работал в Давлекановском районе Башкирии: с 1974 года – учителем и директором Филипповской восьмилетней школы, с 1976 года – Поляковской средней школы. В 1980 г. был избран председателем исполкома Поляковского сельского Совета народных депутатов. Годы, проведенные в Башкирии, сыграли значительную роль в становлении Константина Николаевича как человека, будущего ученого и руководителя, сформировали его мировоззрение и жизненную позицию.

С 1981 года К. Н. Кулик с должности младшего научного сотрудника в отделе песков под руководством академиков Е. С. Павловского и В. И. Петрова начал свою успешную научную карьеру. В это время в отделе проводилось освоение новых методов исследований, в частности аэрокосмических. С тех пор научная деятельность Константина Николаевича неразрывно связана с аэрокосмическими методами и применением их в защитном лесоразведении и сельском хозяйстве.

Огромное влияние на формирование мировоззрения молодого ученого оказали отец Николай Филиппович Кулик и творческое общение с маститыми учеными – академиками Е. С. Павловским, В. И. Петровым, И. П. Свинцовым, А. Н. Каштановым,

членом-корреспондентом Г. Я. Маттисом, докторами наук И. Г. Зыковым, Е. А. Гаршиным, А. Т. Барбановым, А. М. Степановым, Ю. М. Ждановым, В. М. Кретиным, кандидатом наук К. И. Зайченко и молодыми в то время сотрудниками А. С. Рулевым, А. С. Манаенковым, А. В. Семенютиной, С. Н. Крючковым, а также с известными учеными-аридниками профессорами А. Г. Гаелем, А. Ф. Смирновой и особенно с Б. В. Виноградовым, который был научным руководителем кандидатской и научным консультантом докторской диссертаций К. Н. Кулика.

В 1986 году Константин Николаевич назначен заведующим лабораторией дистанционных методов. Через два года защитил кандидатскую диссертацию по теме «Фитозокологическая оценка и агролесомелиоративная классификация песков юго-востока европейской части РСФСР с использованием аэрокосмических фотоснимков» и уже в следующем году поступил в докторантуру ВНИАЛМИ.

С 1992 года К. Н. Кулик – заведующий, первой в системе РАСХН, лабораторией аэрокосмических методов, затем старший научный сотрудник отдела дистанционных методов и ландшафтного планирования, а с 1996 – заведующий этого отдела. В этом же году защитил докторскую диссертацию по теме «Агролесомелиоративное картографирование Северо-Западного Прикаспия» и был назначен директором института, которым руководил 21 год.

Область научных интересов К. Н. Кулика выходит далеко за рамки его научной специальности – агролесомелиорации и защитного лесоразведения. Это география, экология, аэрокосмические исследования агроландшафтов, картографирование, адаптивно-ландшафтное земледелие, борьба с опустыниванием, ландшафтное планирование и др.

Основное направление научно-исследовательской деятельности К. Н. Кулика связано с разработкой теоретических основ и технологий применения аэрокосмической фотоинформации и ГИС-технологий для целей агролесомелиорации, защитного лесоразведения и ландшафтно-экологической оценки территорий.

Константин Николаевич впервые обосновал и развил новое направление в агролесомелиоративной науке – агролесомелиоративное картографирование ландшафтов. Им создана компьютерная база данных для оперативного поиска аэрокосмической и картографической информации, предложена интегральная шкала критериев для оценки процесса деградации почвенного и растительного покрова вследствие дефляции. Это позволяет осуществлять контроль за состоянием природной среды, планировать и применять эффективные меры по восстановлению деградированных участков. Разработанный им метод изолинейного компьютерного картографирования динамических и



статичных компонентов ландшафтов дает возможность оперативно выработать стратегию и тактику фитомелиоративных работ, осуществлять их в первую очередь в наиболее экологически напряженных районах. Им получены количественные и качественные показатели динамики деградации почвенного и растительного покрова, его восстановления под влиянием фитомелиорации и разработан прогноз развития дефляции, что позволило принять срочные организационно-мелиоративные меры по предотвращению процесса лавинообразного опустынивания Северо-Западного Прикаспия.

К. Н. Кулик разработал картографо-математическую модель функционирования нарушенных аридных экосистем, которая позволяет в сжатые сроки определять предельно допустимые антропогенные нагрузки на них и обосновывать рамки хозяйственного использования этих «хрупких» ландшафтов.

Значительная часть исследований К. Н. Кулика посвящена вопросам лесомелиоративной классификации и картографирования аридных пастбищ на основе аэрокосмической фотоинформации. По предложенной им методике составлена карта (М 1:1000000) лесомелиоративных категорий пастбищ аридной зоны России и стран СНГ на площади свыше 215 млн га, которая является надежной основой генеральных схем и рабочих проектов фитомелиорации деградированных сельхозугодий. Им создана плано-нормативная база адаптивной трансформации аридных территорий в продуктивные агролесоландшафты на площади свыше 30 млн га.

Результаты фундаментальных исследований К. Н. Кулика имеют большое практическое значение и востребованы. Нормативно-методические документы использованы при планировании и проектировании мероприятий по комплексному освоению песков, фитомелиорации пастбищ, борьбе с опустыниванием Черноземельских и Кизлярских пастбищ на площади более 4 млн га, а также при разработке проектов природоохранных мероприятий в экологически напряженных районах Дагестана, Калмыкии, Ставропольского края, Астраханской и Волгоградской областей. Итоги этих работ неоднократно докладывались Куликом К. Н. на международных, всесоюзных, республиканских, зональных и областных конференциях и совещаниях и находили положительный отклик и поддержку.

Практическое значение разработок К. Н. Кулика отмечено медалями ВДНХ СССР и присуждением ему Государственной научной стипендии Президента РФ в 1994 г. Его работа «Аэрокосмические методы изучения мелиоративной эффективности защитных лесных насаждений на территориях проявления ветровой и водной эрозии для лесомелиоративной классификации, картографирования сельскохозяйственных угодий и выявления агроклиматических ресурсов» включена в «Перечень разработок, превышающих мировые аналоги или

соответствующих им по технико-экономическим показателям» (1989 г.).

В должности директора института К. Н. Кулик показал себя высококвалифицированным принципиальным руководителем, счастливо сочетающим высокие качества ученого и организатора коллектива. В сложных для аграрной науки финансово-экономических условиях ему удалось сохранить основной костяк ученых института и сеть научно-исследовательских опытных станций, расположенных преимущественно в неблагоприятных почвенно-климатических зонах России. Им проводилась большая работа по оздоровлению финансового состояния экспериментальной сети, налажены тесные и полезные для авторитета института связи с международными учреждениями, включая ЮНЕП, ГЭФ. На базе института неоднократно проводились международные учебные курсы по повышению квалификации специалистов природоохранного профиля стран СНГ и России, финансируемые в рамках проекта ЮНЕП/ЦМП «Поддержка деятельности по борьбе с опустыниванием в Содружестве Независимых Государств». В институте проведен целый ряд международных и всероссийских научно-практических конференций. Разработаны субрегиональные национальные программы по борьбе с опустыниванием для юго-востока европейской части РФ, Северного Кавказа, Прикаспия, Западной Сибири. Научные разработки ВНИАЛМИ неоднократно были признаны Россельхозакадемией лучшими.

В последнее десятилетие в институте осуществлены крупные фундаментальные и приоритетные прикладные разработки. Далеко не полный перечень их таков: сформулированы теоретические представления о физической природе факторов, обуславливающих водную и ветровую эрозию, процессы опустынивания; предложен новый концептуальный подход к ландшафтной агролесомелиорации деградированных земель; разработана технология системы автоматизированного проектирования стокорегулирующих лесополос. Впервые в агролесомелиоративной науке создана теоретическая основа и информационно-справочная база для построения имитационной модели функционирования агролесокомплексов. Начали применяться геоинформационные технологии в управлении агролесоландшафтами. Составлен важнейший документ для Правительства РФ «Стратегия развития защитного лесоразведения на период до 2025 года». Из прикладных разработок практическое освоение получили технологии биологизации земледелия, фитомелиорации овражно-балочных земель и аридных пастбищ. Рекомендации института вошли в зональные и региональные системы земледелия РФ и стран СНГ.

Разработка научных основ агролесомелиоративного адаптивно-ландшафтного обустройства сельскохозяйственных земель удостоена Премии Правительства РФ в области науки и техники 2000 года. За высокие научные достижения институт



неоднократно награждался золотыми, серебряными и бронзовыми медалями ВДНХ. В 2016 году под его руководством была разработана программа реорганизации ВНИАЛМИ в Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН. В феврале 2017 г. институт был реорганизован, что позволило расширить направления исследований и улучшить финансовую и производственную базу.

В 2018 году Константин Николаевич ушел с должности директора. Сейчас он работает главным научным сотрудником в лаборатории гидрологии агролесоландшафтов. В последние годы его научный потенциал направлен на решение проблемы борьбы с активизировавшимся процессом опустынивания в РФ. Им разработано научное обоснование создания центра по борьбе с опустыниванием и программа его работы. Во многом благодаря авторитету К. Н. Кулика решением правительства в ФНЦ агроэкологии РАН в 2021 г. Центр по борьбе с опустыниванием был создан. Сегодня основная задача – перевести научные разработки в производственную сферу.

К. Н. Кулик принял непосредственное участие в написании и редакции 3 томов капитального научного труда, подготовленного большим коллективом ученых Почвенного института, Института Географии и ФНЦ агроэкологии РАН, – Национального доклада «Глобальный климат и почвенный покров России». Книги посвящены оценке рисков и эколого-экономических последствий деградации земель, опустыниванию и засухе. Опубликованы в 2018, 2019, 2021 гг.

Научные достижения Константина Николаевича высоко оценены академическим сообществом. С 1999 г. он избирается член-корреспондентом РАСХН, в 2003 г. – академиком РАСХН, а в 2013 г. становится академиком РАН.

Будучи сам зрелым исследователем, К. Н. Кулик проводит активную и целенаправленную работу по омоложению и подготовке научных кадров. Им создана научная школа по аэрокосмическим методам, агролесомелиоративному картографированию ландшафтов, агролесомелиорации и защитному лесоразведению. Под его руководством и при его консультировании подготовлен целый ряд кандидатов и докторов наук.

Прекрасный популяризатор науки, он исследовательскую работу сочетает с преподавательской деятельностью в Волгоградском государственном университете. Руководит дипломниками, магистрами и аспирантами. Им опубликовано свыше 450 научных работ, включая 46 монографий и статьи в журналах, входящих в РИНЦ, в Web Of Science и Scopus. К. Н. Кулик имеет большой опыт работы по руководству грантами Минсельхоза, Рослесхоза, РГНФ РФФИ, РНФ и Правительства Волгоградской области.

Константин Николаевич проводит большую общественную работу. Он является академиком Российской экологической академии (1999 г.), членом НТС департамента мелиорации МСХ РФ, НТС

администрации Волгоградской области, председателем постоянной комиссии по агроэкологии в экологическом Совете Волгоградской областной думы, членом общественного Совета при Комитете охраны природы Волгоградской области, членом Русского Географического общества, Межведомственного научно-экспертного совета «Глобальный климат и рациональное природопользование: нуль-эмиссия и нуль-деградация почв России (сельское и лесное хозяйство). Руководит работой секции «Агролесомелиорации и лесоводства» отделения сельскохозяйственных наук РАН, советом по защите докторских и кандидатских диссертаций в ФНЦ агроэкологии РАН, является членом аналогичного совета в Волгоградском аграрном университете. Он входит в состав редколлегий 13 журналов: «Аридные экосистемы», «Вестник Российской сельскохозяйственной науки», «Лесотехнический журнал», «Экосистемы: экология и динамика» и др.

Константин Николаевич Заслуженный деятель науки РФ (2007 г.) и Республики Калмыкия (2002 г.). Награжден Золотой медалью РАН им. Г.Ф. Морозова (2015 г.). Золотой медалью РАН им. А.М. Бараева (2017 г.). Медалью «За заслуги в мелиорации земель» (2016 г.). Бронзовой (1989 г.), Серебряной (1994 г.) и Золотой (2018 г.) медалями ВДНХ, Почетными грамотами Министерства сельского хозяйства, Рослесхоза, РАСХН, РАН и др. Он Лауреат премии Волгоградской области в сфере науки и техники» (2006, 2008, 2010, 2019 гг.), включен в Российскую энциклопедию «Лучшие люди России» в 2004 и 2010 гг., признан «Лучшим менеджером 2011 года» областного конкурса в номинации «Наука». Пользуется заслуженным авторитетом среди ученых и специалистов.

У Константина Николаевича большая и дружная семья. С женой Верой Ивановной живут уже 46 лет, воспитали двух сыновей, которые также связали свою жизнь с наукой. Старший сын – Дмитрий Константинович – доктор сельскохозяйственных наук. Младший – Алексей Константинович – кандидат сельскохозяйственных наук. Снохи Юлия и Анастасия – также кандидаты наук, подарившие деду шестерых внуков.

Академик Кулик Константин Николаевич – эрудит, большой знаток природы, краевед, натуралист, увлеченный астроном-любитель с исключительным чувством юмора. Общение с ним по работе и в быту не только интересно, но и приятно.

Вся научная общественность города Волгограда, коллектив ФНЦ агроэкологии РАН и редакция журнала от всей души поздравляют юбиляра с 70-летием!

Сердечно желаем Вам, Константин Николаевич, доброго здоровья на долгие годы, жизненной и творческой энергии, реализации самых важных идей и начинаний, семейного благополучия и всего самого наилучшего!

Ваше искреннее служение агролесомелиоративной науке является для нас примером.

Успехов Вам в работе на благо нашей Родины и российской науки!



Молодые ученые – движущая сила научного и инновационного развития страны!

Для развития российской науки Правительство РФ придерживается нескольких важных принципов, один из них – создание условий для работы и профессионального роста молодых ученых. Для этого на базе вузов и научных центров создают молодежные лаборатории и советы. Этому тренду следует ФНЦ агроэкологии РАН. На базе Центра успешно функционируют две молодежные лаборатории, и с недавних пор – Инновационный совет молодых ученых (ИСМО). На сегодняшний день в Центре строят карьеру более 70 молодых специалистов и в ближайшее время планируют трудоустроить еще нескольких перспективных молодых ребят. Председатель Инновационного совета – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией анализа почв Алина Межевова.

– Алина Сергеевна, расскажите, какие цели и задачи стоят перед Инновационным советом молодых ученых?

– Совет создается с целью улучшения, привлечения и закрепления в ФНЦ агроэкологии РАН талантливой молодежи, обеспечения научного роста молодых ученых, повышения их активности, объединения молодых людей для развития международного сотрудничества.

Перед членами Совета стоит множество задач. Перечислю основные:

– содействие молодым ученым в проведении фундаментальных и прикладных научных исследований;

– содействие распространению и внедрению результатов научных исследований молодых ученых и специалистов;

– оказание организационной и методической поддержки молодым ученым ФНЦ агроэкологии РАН в публикации научных работ в изданиях и научных сборниках;

– организация и обеспечение участия молодых ученых ФНЦ агроэкологии РАН в конкурсах научных работ;

– содействие укреплению и развитию международных связей молодых ученых.

– Можете подробнее рассказать о деятельности Инновационного совета молодых ученых?

– Деятельность ИСМО связана с основными направлениями научных исследований ФНЦ агроэкологии РАН, направлена на решение основных задач в сфере науки и технологий, на формирование корпоративной среды молодых специалистов и их поддержку, популяризацию научной деятельности.

Развитие в стране науки и технологий – приоритетная задача, поэтому работа с молодыми учеными и их вовлечение в науку является объективной потребностью нашего времени. Именно молодые ученые, которые серьезно занимаются наукой, составляют основу и творческий потенциал государства. Молодые ученые – движущая сила научного и инновационного развития страны!

– Алина Сергеевна, в ФНЦ агроэкологии РАН состоится знаменательное событие – Всероссийская научно-практическая конференция «Агроресомелиорация и опустынивание».

В этот же день, 22 июля, – юбилей у академика РАН Константина Николаевича Кулика...

– Я лично от себя и от лица всех членов Инновационного совета молодых ученых ФНЦ агроэкологии РАН хотела бы сердечно поздравить Константина Николаевича с юбилеем, пожелать здоровья, добра, творческих успехов, неиссякаемой энергии, талантливых учеников и последователей, вдохновленных научными идеями.

Константин Николаевич заложил серьезный фундамент научных знаний, которые щедро передает молодым специалистам. Мы, как продолжатели научных традиций ФНЦ агроэкологии РАН – правопреемника ВНИАЛМИ, будем и дальше развивать, и приумножать научные достижения Центра.

Интервьюер **Виктория Млечко**

Новые перспективные многоцелевые конструкции стокорегулирующих лесных полос для степного засушливого пояса России

Валерий Иванович Панов, к.г.н., с.н.с., e-mail: aglos163@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8489-9791 – Поволжская агроресомелиоративная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), 446534, Самарская обл., п. Новоберёзовский, Россия;

Анатолий Тимофеевич Барабанов ✉, д.с.-х.н., г.н.с., e-mail: a.baranov2011yandex.ru, заведующий лабораторией защиты почв от эрозии, ORCID: 0000-0001-9945-654X –

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanс.ru, 400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, Россия

Объектом исследования являются контурные стокорегулирующие лесные полосы в агроресомелиоративных ландшафтах на чернозёмах Среднего Поволжья – важнейший элемент лесного защитно-мелиоративного кластера, целенаправленно воздействующего на природные факторы засушливой среды. Изучался механизм действия стокорегулирующих лесополос, методы их влияния на степные агроценозы, на снежный покров, промерзание почв и их инфильтрационную способность весной, на элементы водного баланса талых вод, их водопоглощение и эрозионные процессы, видовой состав насаждений, их устойчивость, долговечность и интегральный (синергетический) ландшафтообразующий эффект. Многолетние исследования проводились методами водного баланса на стоковых площадках, опытных репрезентативных малых водосборах. Лесополосы управляют и преобразовывают протекающие в них воздушные и водные полифазные потоки с участием в них снега, ледяных кристаллов, почвенной пыли и др. Они действуют как высотный барьер в приземной атмосфере и наземный плоскостной перехватывающий рубеж, гасят скорости воздушно-водных потоков, нейтрализуют их разрушающую и взвесенесущую энергию, сохраняют атмосферные осадки и разрыхлённые почвы в таких защищённых лесоаграрных ландшафтах. Оптимизированная система лесополос снижает величину непродуктивных потерь снега за счёт ветро-метельного сноса и сублимации (возгонки) в зимний период на 40 – 70 мм, а в тёплый период года за счёт поглощения поверхностного стока и уменьшения физического испарения (совместно с адаптивным земледелием) – ещё на 70 – 110 мм. Общий годовой гидро-синергетический эффект достигает 110 – 170 мм. Предложены и испытаны новые (комбинированные) конструкции стокорегулирующих лесных полос древесно-кустарникового типа с разными вариантами сочетания и размещения посадочных мест низкорослых кустарников (кустарничков) и деревьев главных пород. Эти конструкции обеспечивают эффективное снегонакопление внутри полос (высотой 55-65 см и влагозапас 140 – 165 мм), сохранение почвы от глубокого промерзания, высокую её впитывающую способность весной; увеличивают площади питания главных пород; повышают устойчивость и долговечность лесополос.

Ключевые слова: ландшафтный принцип, стокорегулирующие лесополосы, лесной защитно-мелиоративный кластер, агроценоз, агроландшафты, водопоглощающий рубеж, противозерозионный эффект, снегоотложение, сублимация снега, элементы водного баланса, непродуктивные потери влаги, конструкции лесополос.

Поступила в редакцию: 29.04.2022

Принята к печати: 14.06.2022

Большой ущерб нашему степному сельскому хозяйству (аграрному природопользованию) наносят такие важнейшие негативные природно-антропогенные явления и процессы, как сильные засухи, водная эрозия, пыльные бури, суховеи, бураны и метели.

В 2022 году исполняется 130 лет со дня публикации В.В. Докучаевым книги «Наши степи прежде и теперь» [5]. Он выдвинул гениальную идею «ландшафтного» подхода (принципа) к созданию «природоподобного» агроландшафта по образцу и подобию природы, «самоорганизовавшейся» за многие миллионы лет и проверил ее на трёх крупных опытных объектах в реальной природной об-

становке. Исследования подтвердили эффективность ландшафтного принципа ведения аграрного природопользования. Он гарантирует обеспечение продовольственной безопасности населения даже в условиях самых сильных засух, так как определяется многими ландшафтными кластерами и методами «упорядочения водного хозяйства в степях России» [5,7], созданием систем защитных лесных насаждений, каскада прудов и водохранилищ на местном стоке, адаптивно-влагоберегающим земледелием и др. Создавая «ландшафтный принцип» оздоровления степного засушливого агроландшафта, В.В. Докучаев, а позднее А.С. Козменко, Г.Н. Высоцкий, Г.П. Сурмач и их последова-

тели включили в него «природоподобный элемент лесостепного ландшафта» в виде «защитно-мелиоративного лесного кластера» – системы разнообразных искусственно созданных лесных полос и других насаждений разного целевого назначения, превратив его в более сложный и устойчивый агролесоландшафт по подобию природного лесостепного [5, 11, 16, 17].

Глобальные изменения климата, сложная социально-демографическая и продовольственная ситуация в мире свидетельствуют о необходимости проявления особой заботы всего человечества о благополучии ведения аграрного природопользования. Ландшафтный подход позволит решить такие сложные проблемы, как продовольственная безопасность, сохранение почвенного плодородия, здоровой жизненной среды обитания человека и др.

На важность этой проблемы обратил внимание Президент Российской Федерации В.В. Путин в Указе № 20 от 21 января 2020 года «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

В очередном третьем томе «Национального доклада [14], «Глобальный климат и почвенный покров России: проявление засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия» [13], уделено большое внимание этой проблеме и изложены меры по предупреждению и борьбе с засухой.

Исходя из поставленных в нём проблем, в данной работе рассмотрим вопросы, связанные с дальнейшим совершенствованием одного из важнейших элементов ландшафтного принципа ведения сберегающего ландшафтно-синергетического аграрного природопользования – перспективными многоцелевыми конструкциями стокорегулирующих лесных полос. Это актуальность их пространственного размещения на склонах и влияние на окружающую среду, действие их как барьерно-рубежных пространственных устройств, создающих повышенную «ландшафтную гидравлическую шероховатость», на пути водных и воздушных потоков.

Целью исследований было изучение не выявленных ранее ландшафтных эффектов, создаваемых в степной среде разными представителями лесного ландшафтного защитно-мелиоративного кластера, их дальнейшее совершенствование на основе новейших достижений в теории и практике.

В настоящей работе представлены результаты исследований по следующим проблемным вопросам совершенствования аграрного природопользования:

- засушливость климата, воздушная и водная проточность незащищённых агроценозов и катенно-бассейновых агроландшафтов от аномальных потоков и непродуктивных потерь влаги;
- защитное и мелиорирующее воздействие на водные и воздушные потоки, водопоглощающее и снегосберегающее действие контурных стокорегулирующих лесных полос как барьерно-рубежного

мелиоративного инструмента ландшафтного лесного кластера аграрного природопользования;

- роль аэродинамической конструкции стокорегулирующих лесных полос в формировании снежного покрова в поле и внутри лесных полос с целью обеспечения достаточного влагозапаса для нормального функционирования древесных и кустарниковых пород.

Материалы и методика исследований.

Объектом изучения являются контурные стокорегулирующие лесные полосы в агролесоландшафтах на чернозёмах Среднего Поволжья [2, 8, 16, 19, 21]. Изучался механизм действия стокорегулирующих лесополос, методы их воздействия на природные факторы среды и степные агроценозы, на снежный покров, промерзание почв и их инфильтрационную способность весной, на элементы водного баланса талых вод, их водопоглощение и эрозионные процессы, видовой состав насаждений, их устойчивость, долголетие и интегральный (синергетический) ландшафтопреобразующий эффект. Многолетние исследования проводились традиционными методами водного баланса на специально-созданных экспериментальных ландшафтах с использованием стоково-эрозионных стационаров со стоковыми площадками, опытными и репрезентативными малыми водосборами, оснащёнными гидрометрическим оборудованием (водосливы, самописцы уровня воды «Валдай», водомерные скважины и др.). В разных ландшафтах снежный покров изучался на снегомерных маршрутах и измерением его высоты, плотности и влагозапаса. Изучены разные аспекты воздействия контурных стокорегулирующих лесополос как ландшафтных кластеров на природные факторы степной среды, на лесополосы и агроценозы [1, 2, 9, 11, 14, 16, 19, 20].

Результаты и их обсуждение.

Засушливость климата и непродуктивные потери влаги. Главные особенности климата – обилие тепла и солнечного света, высокая испаряемость (700-900 мм) и дефицит атмосферных осадков (средняя годовая норма 400-450 мм при колебаниях от 250 до 600-650 мм), а при засухах – их острый недостаток. Исследованиями установлено, что величины ежегодных непродуктивных потерь в незащищённых агроценозах составляют за счет ветро-метельной сублимации снега 40-70 мм; поверхностного талого стока – 15-35 мм; ветро-метельного переноса и переотложения у преград – 15-20 мм; ливневого стока – 10-15 мм; физического испарения с поверхности вспаханной почвы от схода снега и до начала полевых работ – 30-45 мм, от начала полевых работ и до смыкания травостоя сельхозкультур – 55-65 мм [4], с поверхности сельхозрастений – 30-40 мм; в результате физического испарения дождевой воды с оголённой вспаханной отвально (после уборки урожая) почвы и до устойчивого снежного покрова – 60-75 мм. [4, 10]. Пашня около 5 месяцев (150 суток: апрель, май и сентябрь-ноябрь) находится в незащищённом

состоянии, сильно нагревается солнцем и теряет влагу. Суммарные непродуктивные потери достигают в тёплый период 185-240 мм (40-45%) и в холодный период (декабрь - март) – 65-115 мм (17-20%), а в сумме – 250-290 мм или около 55-60% их годового количества. На продукционный процесс получения урожая остаётся 160-200 мм. Если при норме расхода на получение 1 ц зерна расходуется 10 мм влаги, то обеспечивается урожай зерновых яровых культур в 16-20 ц/га [11, 17, 18].

Следовательно, очень жёстко стоит проблема резкого сокращения непродуктивных потерь влаги во все времена года и разными методами. Наибольшими возможностями уменьшения непродуктивных потерь влаги обладает ландшафтный подход. Он позволяет значительную часть сохранённой от потерь влаги привлечь на получение дополнительного урожая (порядка 110-170 мм) и на его стабилизацию в многолетнем плане. Это возможно осуществить за счет трех ландшафтных кластеров: лесного, гидромелиоративного и адаптивного земледельческого (технологического) [3, 9, 11, 16, 21].

Контурные стокорегулирующие лесные полосы. Когда зарождалась агроресомелиорация и на полях появлялись защитные лесные полосы, они назывались полезащитными и, как правило, были прямолинейными. Поля нарезались в форме больших прямоугольников площадью 100-200 га (ширина межполосных полей 600-800 м (длина 1,7 – 2,5 км). Прямолинейность длинной стороны поля диктовалась организационными и экономическими причинами.

Кроме того, в инструктивных указаниях априорно принималось никем не доказанное утверждение, что полезащитные полосы надо в первую очередь размещать поперёк господствующих ветров (непонятно каких – метельных или суховейных). Но на поверхности земли доминируют естественные непрямолинейные линии (рельеф отображается криволинейными горизонталями). С позиций современного эрозиоведения прямолинейные лесные полосы не могут в полной мере выполнять противозерозионную роль, так как они не вписываются в искривлённые линии горизонталей пересечённой местности, поэтому они и на значительном протяжении идут вдоль или под углом к склону, вызывая даже усиление стока и формирование размывов. Противостоят потокам воды (поверхностного стока) только полосы, расположенные контурно или поперёк склона. Исходя из этого, современное противозерозионное природообустройство земель сельскохозяйственного назначения обуславливает нарезку полей длинной стороной поперёк господствующего склона или контурно. Такие контурные полосы успешно выполняют как стокорегулирующие, водопоглотительные и противозерозионные функции, так и ветроломные функции по сохранению снега.

Усовершенствованные стокорегулирующие лесные полосы действуют, с одной стороны, как высотные преграды-барьеры, гасящие скорость

и энергию сильных ветров и метелей, сохраняя почву от выдувания, растения от иссушения суховеями, снег от сноса-переноса и ветро-метельной сублимации зимой, а в тёплое время года – ускоренной ветровой транспирации и интенсивного бесполезного физического испарения воды; а с другой стороны, они выступают как водопоглощающие рубежи – сохраняют воду в агроландшафтах и осуществляют защиту почв от разрушительной агротехногенной эрозии [12,19].

Правильное размещение стокорегулирующих лесных полос определяет их общую гидрологическую, водопоглощающую и противозерозионную эффективность и комплексный ландшафтно-синергетический эффект по противодействию водно-воздушных дестабилизирующих потоков. Такая универсальность контурных стокорегулирующих лесополос, объединяющая высотное-барьерное воздействие на воздушные потоки, и одновременно водопоглощающее действие по перехвату водных потоков лесной полосой как рубежом его поглощения, даёт гидро-синергетический эффект. Стокорегулирующие лесные полосы и другие насаждения выступают как новые «ландшафтные инструменты» воздействия на факторы природной среды и на защищаемые ими агроценозы, отличающиеся от них по размерам – высоте и объёму (3D-мерные) – объекты ландшафта и функционирующие во времени – в разные сезоны года и в течение многих лет как 4D-мерные части степного агроценоза, ставшего уже лесоаграрным, имеющим новые качественные свойства и функционирующим как единое целое – лесоаграрный ценоз или лесоаграрный катенно-бассейновый ландшафт.

Величины водопоглощения определяются многими факторами и колеблются в значительных пределах [8, 9, 15, 16, 20]. На основные факторы можно активно целенаправленно воздействовать для повышения общего водопоглощения [15, 20]. На Поволжской агроресомелиоративной опытной станции – филиал ФНЦ агроэкологии РАН (Поволжская АГЛЮС) – были испытаны сочетания лесополос с простейшими гидротехническими устройствами (обвалование лесной полосы вдоль нижней по склону опушке земляным валом, прерывистой канавой), щелями с фильтрующим наполнителем в одном из междурядий (рисунок 1) для повышения их водопоглощающей и противозерозионной роли.

В контрольных лесополосах водопоглощение составило 370-450 мм, в усиленных гидротехническими устройствами – 550-1200 мм [11, 14, 16, 19, 20]. Поглощённая в контурных стокорегулирующих лесополосах вода, перехваченного поверхностного стока, проникает в грунт зоны аэрации и пополняет верхний горизонт грунтовых вод, поднимая их уровень в виде «куполов» под лесными полосами и вблизи от них, формируя местами почвенно-грунтовый отток впитавшихся вод.



Рисунок 1. Стокорегулирующие лесные полосы с прерывистой канавой в междурядье, Поволжская АГЛОС, Самарская область

На глинистых грунтах такой отток затруднён, и в таких местах временно формируются участки переувлажнения и даже заболачивания. На Поволжской АГЛОС для таких условий разработан специальный лесомелиоративный осушительно-увлажнительный дренаж, который с одной стороны отводит по

специально проложенным дренам с фильтрующим наполнителем избыток воды из зоны впитывания и переувлажнения на нижележащее по склону поле для его дополнительного увлажнения. На рисунке 2 показана панорама контурных стокорегулирующих полос в верховьях водосбора реки Бирюч.



Рисунок 2. Панорама системы контурных стокорегулирующих лесных полос в верховьях реки Бирюч, Цильнинский район, Ульяновской области

Оптимизирована по пространственному размещению (в пределах разных по иерархии склоновобассейновой стоково-эрозионной самоорганизации равнинного рельефа степей) система разнообразных, в том числе и контурных стокорегулирующих лесных полос. При таком высоком их водопоглощающем действии коренным образом изменяется гидрологический режим всей защищаемой ими территории. Ранее функционировавший здесь мно-

гие годы степной техногенный ландшафт привёл к иссушению всей зоны аэрации [5, 7, 9, 14, 18, 19]. Оптимально сбалансированный по ландшафтным угодыям и по лесной защите пахотных земель бассейновый агроэколандшафт в степном поясе обретаёт более улучшенный гидрологический режим (происходит переход от полностью непромывного к смешанному частично промывному). Выше было представлено высокое водопоглоти-

тельное действие контурных стокорегулирующих лесных полос и лесомелиорированных агроценозов и агроэколандшафтов, где лесные полосы действуют как наземные водоперехватывающие площадные рубежи (поперёк склона или контурно, по линии горизонтали). Но любая лесная полоса в степном низкорослом агроценозе предстаёт как значительный высотный барьер на пути разнообразных воздушных полифазных (несущих в себе капли дождя, града, ледяных кристаллов, снега, пыли и др.) потоков. Эти ветро-буранные и метельные потоки часто имеют высокие скорости и огромную разрушительную силу; проносясь над незащищёнными степными вспаханнами полями и несомкнутыми посевами, они выдувают с полей снег и почвенный плодородный мелкозём, повреждают («засекают») песком и почвенными частицами посева. Оптимизированная по межполосным пространствам система контурных стокорегулирующих лесополос обеспечивает круглогодичную и многолетнюю защиту и мелиорацию защищаемой территории. Проведённые на Поволжской АГЛОС многолетние исследования по формированию снежного покрова (в степях Самарского чернозёмного Заволжья) в различных по степени лесной защиты ландшафтах (незащищённый агроценоз-поле, лесомелиорированные поля с лесополосами через 500 и 250 м, снежный покров внутри лесного лиственного массива, где нет сноса-переноса и ветро-метельной сублимации снега [6]), подтвердили высокий снегозащитный и снегосберегающий эффект оптимально лесомелиорированных полей [6, 12, 14, 16, 19]. Незащищённые от ветров и метелей поля и агроценозы теряют в среднем за зимний период 70 мм снеговой влаги. Оптимально лесомелиорированное поле (оптимальная длина линии переноса снега и ширина межполосного поля 250-350 м) имеет минимальные потери снега – всего 13-18 мм или 9-11 %. При полном освоении и использовании всех значимых ландшафтных кластеров Докучаевского ландшафтного принципа непродуктивные потери воды годовых атмосферных осадков можно существенно сократить, ориентировочно на 110 – 170 мм, и эту сбережённую влагу направить на повышение и стабилизацию урожайности и общей биопродуктивности аграрного природопользования.

Аэродинамические конструкции стокорегулирующих лесных полос. Роль аэродинамической конструкции лесной полосы в формировании снежного покрова в самой полосе для достаточного обеспечения предохранения почвы от промерзания и произрастающих в ней деревьев талой водой для их нормального роста, развития и функционирования исключительно важна. Широкое распространение в степном защитном лесоразведении и агролесомелиорации полей получили три аэродинамические конструкции: плотная, продуваемая и ажурная, а также ряд промежуточных между ними (плотно-ажурная, ажурно-продуваемая и другие). Они отличаются друг от друга строением (просвет-

ностью) поперечного полога полосы, рядностью и снегораспределительным эффектом. Как правило, плотные полосы отличаются многорядностью, полной непросветностью поперечного профиля, формированием большого сугроба снега внутри полосы и на опушках, неблагоприятным снегораспределением на прилегающих защищаемых полях. Они способствуют предохранению почвы от глубокого промерзания, хорошему впитыванию талой воды в нее и сокращению стока. Однако они, накапливая больше снега в самой полосе и в приопушечных шлейфах, мало отдают его в поле, а длительное таяние больших сугробов мешает проведению полевых работ на прилегающих полях. Значительно лучшим снегораспределительным эффектом на полях обладают продуваемые полосы (рисунок 3), но данная конструкция из-за воздушного диффузора в подкрановом (межстволовом) пространстве создает эффект выдувания снега из полосы (в ветреные, метелистые зимы высота снега внутри продуваемых лесных полос часто не превышает 10-25 см с влагозапасом 30-75 мм, что явно недостаточно для предохранения почвы от промерзания и функционирования деревьев в засушливые весенне-летние месяцы, что приводит к преждевременному их ослаблению и гибели в средних рядах, к общей неустойчивости и недолговечности этих полос. При этом нарушается их физиологический режим, обезвоживание листьев и тканей камбия, физиологическое ослабление. Такие ослабленные деревья подвергаются нападению вредителей и болезней (вирусов, грибов, насекомых и др.), у них резко сокращается долговечность. Для обеспечения в достаточной степени влагой деревьев лесной полосы необходим снежный покров внутри полосы высотой 60-80 см с влагозапасом 160-240 мм.

Во второй половине XX столетия в СССР сложилось определённое увлечение продуваемыми конструкциями и однопородным составом ползащитных лесных полос. Но в 2009 и особенно в 2010 годах наложились две подряд засухи, сильная и катастрофическая, которые привели к гибели на огромной территории юго-востока лесные полосы продуваемой конструкции из чистой берёзы.

Третья распространённая аэродинамическая конструкция стокорегулирующих лесных полос – ажурная (рисунок 4).

Лесные полосы этой конструкции широко распространены в степном защитном лесоразведении. Они нормально распределяют и задерживают снег на полях, хорошо его накапливают в самих лесных полосах, обеспечивая талой снеговой водой деревья, растущие в них. К числу недостатков этой конструкции можно отнести то, что это полоса древесного типа (нет кустарников). При посадке деревья главной породы в ряду сильно загущены, теснят друг друга, корни усиленно развиваются в сторону поля, создавая расширенные пространства «опушечного угнетения сельхозпосевов». В них необходимо уже в молодые годы проводить

трудоёмкие рубки ухода (осветление, прочистки, прореживания) для обеспечения каждому дереву

необходимой, в соответствующем возрасте, площади питания и влагообеспечения.



Рисунок 3. Лесная полоса продуваемой конструкции из берёзы бородавчатой, возраст 54 года, Поволжская АГЛОС, Волжский район, Самарская область



Рисунок 4. Стокорегулирующая лесная полоса ажурной конструкции из тополя бальзамического, возраст 40 лет, ООО «Луначарск», Самарская область

Перспективна для контурных стокорегулирующих лесополос комбинированная конструкция (рисунки 5), разработанная во ВНИАЛМИ (ныне ФНЦ агроэкологии РАН), патент 2248116 [1, 2, 12, 14, 19].

Эта конструкция создана на основе комбинации из продуваемой конструкции лесополосы (с воздушным подкroновым диффузором 1,5-2 м), до-

полненной 1–2 рядами низкорослого кустарника. Как известно, около 90 % метельного снега переносится на высоте до 10 см от поверхности почвы [9]. Следовательно, создав препятствие необходимой высоты (в нашем случае 50 см), можно накапливать переносимый метелью снег до высоты преграды, а далее он будет через нее переноситься и равномерно откладываться в межполосном пространстве.



Рисунок 5. Лесная полоса комбинированной конструкции из берёзы бородавчатой и низкорослого кустарника кизильника гладкого, возраст 12 лет, Пензенская область

На этом основано снегонакопительное и снегораспределительное действие лесополосы комбинированной конструкции. Лесная полоса комбинированной конструкции имеет следующий вертикальный профиль по продуваемости: в нижней части до 0,5 м от поверхности земли – плотная, выше до 1,5-2 м – продуваемая (без сучьев), а еще выше – ажурная. Плотная конструкция в нижней части полосы создается посадкой низкорослого кустарника (кизильники, спирея, можжевельник, смородина альпийская, дикий миндаль, вишня войлочная и др.) и подрезкой высокорослого кустарника на высоту до 50 см.

Многолетние исследования всех трёх конструк-

ций проведены в разных зонах степного пояса (в лесостепи – Новосильская ЗАГЛОС, Орловская область, в степи – Поволжская АГЛОС, Самарская область, в сухой степи – ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоградская область). Получен интересный материал, в целом он показывает высокую эффективность новой комбинированной конструкции стокорегулирующих лесополос, однако она сильно варьирует как по природным зонам, так и по годам. В таблице приведены средние показатели снежного покрова на Поволжской АГЛОС, сформировавшегося к концу зимы в стокорегулирующих лесных полосах различной конструкции.

Таблица – Средние показатели снежного покрова в стокорегулирующих лесополосах различной конструкции (2019–2021гг.)

| Конструкции | Показатели снежного покрова | | |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|
| | высота снега, см | плотность, г/см ³ | снегозапас, мм |
| Продуваемая | 40 | 0,27 | 108 |
| Ажурная | 56 | 0,27 | 151 |
| Комбинированная | 57 | 0,27 | 154 |

Эти результаты имеют большое теоретическое и особенно практическое значение. Ранее в агролесомелиорации предпочтение в степных агроценозах отдавалось продуваемой аэродинамической конструкции стокорегулирующих лесных полос, обеспечивающей лучшее снегораспределение на защищаемых полях, поскольку большой воздушный диффузор в подкroновом пространстве лесной полосы (между очищенными от ветвей стволами деревьев от поверхности почвы и до начала кроны) обеспечивал здесь мощную продувку снежно-ветрового потока и почти полный вынос (выдувание) снега из самой лесной полосы, лишая растущие здесь древесные породы необходимого количества снеговой воды. В продуваемой конструкции влагозапас в снеге составил всего 108 мм, тогда как в лесополосах ажурной и комбинированной конструкций он составил 151-154 мм или на 43-46 мм больше (на 41 % больше). В особо

ветренные и малоснежные зимы снег из продуваемых лесополос почти полностью выдувается, образуя влагозапас всего 15-25 мм.

Для улучшения аэродинамических свойств стокорегулирующих лесных полос с целью повышения их мелиоративной эффективности необходимо совершенствовать схемы смешения главных пород, кустарников и кустарничков.

Возможны следующие схемы смешения контурных стокорегулирующих лесных полос:

1. Двухрядная древесно-кустарниковая лесная полоса, состоящая из 2 рядов главной породы в сочетании с кустарником в рядах или один ряд представлен главной породой, а второй – кустарником. Ширина междурядий 3 м, размещение в ряду главной породы через 1-1,5 м, кустарника через 0,5 м.

2. Трехрядная древесно-кустарниковая лесная полоса; первый и третий ряды состоят из главной породы (возможно со смешением в ряду с кустар-

ником), второй ряд из кустарника или первый и третий ряды состоят из кустарника, а второй ряд – из главной древесной породы.

3. Четырехрядная древесно-кустарниковая лесная полоса, у которой первый и четвертый ряды состоят из главной породы, второй и третий – из кустарников или из смешения их с главной породой (через 2-3 кустарника). В этой полосе кустарники создают резервные дополнительные площади питания для устойчивости и долговечности главной породы в последующие годы.

4. Пятирядная древесно-кустарниковая полоса. Первый, третий и пятый ряды – из главных пород, в том числе первый и пятый – из березы, лиственницы, липы (возможно чередование в ряду с кустарником), третий ряд – из дуба черешчатого, второй и четвертый ряды – из кустарника. Эта перспективная схема для создания самой долговечной из стокорегулирующих лесных полос.

Стокорегулирующие лесные полосы комбинированной конструкции (в смешении с низкорослыми кустарниками) не только обеспечивают себя в достаточной степени снегом (влажгой), но и увеличивают площади питания для главной породы, по мере роста снимают внутривидовую конкуренцию за влагу, позволяя деревьям пропорционально развивать кроны и корневые системы [12], длительное время не производить трудоемкие рубки ухода (требуется только стрижка до определённой высоты кустарника), формировать пропорционально развитые деревья главной породы непосредственно с момента посадки. Кроме того, в лесополосе накапливается необходимое количество снега для предохранения почв от замерзания, что способствует повышению на порядок впитывающей способности почвы в ней.

При таком размещении деревьев и низкорослых кустарников в контурных стокорегулирующих полосах с первых лет жизни обеспечивается хорошая влагообеспеченность деревьев главных пород, их быстрый рост и устойчивость при засухах за счёт сохранённой кустарниками снеговой талой воды, а в последующие годы резервируется увеличенная площадь питания за счёт окружающих кустарников (расходуемых значительно меньше влаги на транспирацию), что обеспечивает равномерное развитие корневых систем и крон деревьев даже без рубок ухода.

Заключение. Глобальные непредсказуемые изменения климата, сложная социально-демографическая и продовольственная ситуация в мире и другие жизненно-важные проблемы, одной из которых является проблема обеспечения надёжной продовольственной безопасности в Российской Федерации, ставят перед аграрной наукой главную первоочередную цель – успешно обеспечить высокую продуктивность и стабильность нашего аграрного производства с использованием всех достижений отечественной и мировой науки, техники, технологий. В её успешном достижении важнейшая роль принадлежит лесному защитно-

мелиоративному кластеру с оптимизированной системой контурных стокорегулирующих лесных полос. В наших, чрезмерно техногенных, незащищённых от стихийных сил природы степных агроценозах ежегодные непродуктивные потери влаги достигают 50–65%. Многолетними исследованиями установлено, что оптимизированная система контурных стокорегулирующих лесополос коренным образом улучшает приходную часть годового водного баланса лесозащищённого агроландшафта за счёт сокращения непродуктивных потерь влаги (перенос и сублимация снега, поглощение поверхностного стока, уменьшение физического испарения и др.). Часть годовой сбережённой влаги порядка 110-170 мм на каждом лесозащищённом гектаре можно направить на повышение и стабилизацию производства сельскохозяйственной продукции. Важнейший показатель эффективности лесных полос – степень их контурности размещения на защищаемой территории. Предлагаемые новые комбинированные конструкции контурных стокорегулирующих лесных полос (с низкорослыми кустарниками) хорошо выполняют снегозащитные (снегосохраняющие), водопоглощающие (стокорегулирующие) и противоэрозионные функции, дают высокий общий ландшафтный синергетический эффект.

Литература:

1. Барабанов А.Т. Эрозионно-гидрологическая оценка взаимодействия природных и антропогенных факторов формирования поверхностного стока талых вод и адаптивно-ландшафтное земледелие. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН. 2017. 188 с.
2. Барабанов А.Т., Панов В.И., Лапчук А.В. Оценка роли конструктивных контурных стокорегулирующих лесополос / Роль и место агроресомелиорации в современном обществе / сб. науч. тр. ВНИАЛМИ. Волгоград. 2007. С. 5-10.
3. Барабанов А.Т., Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Панов В.И., Петелько А.И. Поверхностный сток и инфильтрация в почву талых вод на пашне в лесостепной и степной зонах восточно-европейской равнины // Почвоведение. 2018. № 1. С. 62-69.
4. Бялый А.М. Водный режим в севообороте на чернозёмных почвах Юго-Востока. – Л.: Гидрометеиздат. 1971. 231 с.
5. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь (1892). – М.-Л.: ОГИЗ. Сельхозгиз. 1936. 118 с.
6. Дюнин А.К. В царстве снега. Новосибирск: Наука. Сиб. отд. 1983. С.161 с.
7. Зонн С.В. Наши степи прежде и теперь (через 100 лет после экспедиции В.В. Докучаева) // Почвоведение. 1992. № 12. С. 5-12.
8. Козменко А.С. Основы противоэрозионной мелиорации. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 1954. 424 с.
9. Козменко А.С. Борьба с эрозией почвы на сельскохозяйственных угодьях. – М. Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. 1963. 208 с.
10. Константинов А.Р. Испарение в природе. – Л.: Гидрометеиздат. 1968. 532 с.
11. Кочетов И.С., Барабанов А.Т., Гаршинёв Е.А. и др. Агроресомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов. ВНИАЛМИ. Волгоград. 1999. С. 84.
12. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Панов В.И. Оптимизация снегораспределения и влагообеспеченности в контурных

полезащитно-стокорегулирующих лесных полосах и в лесомелиорированных ландшафтах // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 2. С. 58–61.

13. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Панов В.И. Катастрофические засухи в степной европейской части России, их дендрохронологическая индикация и связь с цикличностью солнечной активности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2 (2). С. 438–443.

14. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: проявление засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство)» / Под ред. Р.Е.- Х. Эдельгериева. Т. 3. Авторский коллектив: Иванов А.Л., Донник И.М., Кулик К.Н., Беляев А.И., В.И. Панов и др. (190 авторов). – М.: 000 «Из-во МБА». 2021. 700 с.

15. Панов В.И. Основные факторы водопоглощения и методы активного воздействия на них с целью повышения водорегулирующей и противоэрозионной эффективности лесных полос / Сборник работ Поволжской АГЛЮС. Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай. Вып.7. Куйбышев. 1972. С. 160–171.

16. Панов В.И. Водный баланс и эрозия на чернозёмах степного Заволжья. Автореферат диссерт. на соиск. уч. ст. канд. географ. наук. М.: ИГАН СССР. 1975. 32 с.

17. Панов В.И. Синергетическое эрозиоландшафтоведение (теория и практика самоорганизации гидрологических и эрозионных процессов, рельефа и ландшафтов) / Материалы научно-практ. конферен. Волгоград: 17-19 октября 2011, г. Волгоград. ВНИАЛМИ. 2011. С. 231-240.

18. Панов В.И. Потери атмосферных осадков с незащищённых полей в степном засушливом субрегионе, их существенное снижение и стабилизация гидроресурсного потенциала земледелия созданием лесомелиоративных (лесоаграрных) бассейновых агроэколандшафтов / Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 2 (2). С. 472–478.

19. Панов В.И. Лесной кластер (система контурных лесополос и других насаждений) в Докучаевском ландшафтно-синергетическом экологизированном агроприродопользовании (на примере чернозёмного степного Поволжья) / Международный научный журнал «Научные горизонты». 2021. № 5 (45). С. 83-103.

20. Панов В.И., Сурмач Г.П. Повышение водорегулирующей роли лесных полос при помощи гидротехники / Сб. работ Поволжской АГЛЮС «Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай». Вып. 8. – Куйбышев: Куйб. кн. изд-во. 1975. С. 68 - 84.

21. Сурмач Г.П. Водная эрозия и борьба с ней. Гидрометеиздат. Ленинград. 1976. 254 с.

DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.001.15-24

New Promising Multi-Purpose Designs of Runoff-Regulating Forest Belts for the Steppe Arid Belt of Russia

Valery I. Panov, K.G.N., senior researcher, e-mail: aglos163@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8489-9791 – Volga Agroforestry Experimental Station – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences», Samara region, Russia

Anatoly T. Barabanov, D.S-Kh.N., leader researcher, e-mail: a.barabanov2011yandex.ru
Head of the Soil Erosion Protection Laboratory, ORCID: 0000-0001-9945-654X –

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS),
e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

The object of the study is contour runoff-regulating forest belts in agroforestry landscapes on the chernozems of the Middle Volga region - the most important element of the forest protective and reclamation cluster, purposefully affecting the natural factors of the arid environment. The mechanism of runoff-regulating forest belts action, methods of their influence on steppe agrocenoses, on snow cover, soil freezing and their infiltration ability in spring, on elements of the water balance of meltwater, their water absorption and erosion processes, species composition of plantings, their stability, longevity and integral (synergetic) landscape-transforming effect were studied. Long-term studies were carried out by methods of water balance on runoff sites, experimental representative small catchments. Forest belts control and transform the air and water polyphase flows flowing in them with the participation of snow, ice crystals, soil dust, etc. They act as a high-altitude barrier in the surface atmosphere and a ground plane intercepting boundary, extinguish the velocities of air-water flows, neutralize their destructive and suspended energy, preserve atmospheric precipitation and loosened

soils in such protected forest-agrarian landscapes. The optimized system of forest belts reduces the amount of unproductive snow losses due to wind-blizzard demolition and sublimation in winter by 40-70 mm, and in the warm season, due to absorption of surface runoff and reduction of physical evaporation (together with adaptive agriculture) – by another 70-110 mm. The total annual hydro-synergetic effect reaches 110-170 mm. New (combined) designs of flow-regulating tree-shrub type forest belts with different variants of combination and placement of planting places of low-growing shrubs and trees of the main species are proposed and tested. These structures provide effective snow accumulation inside the forest belts (55-65 cm high and 140-165 mm moisture), preservation of the soil from deep freezing, its high absorbency in spring; increase the feeding areas of the main species; increase the stability and durability of forest belts.

Keywords: landscape principle, runoff-regulating forest belts, forest protective and reclamation cluster, agrocenosis, agricultural landscapes, water-absorbing boundary, anti-erosion effect, snow deposition, snow sublimation, water balance elements, unproductive

moisture loss, structures, forest belts

Received: 29.04.2022

Accepted: 14.06.2022

Translation of Russian References:

1. Barabanov A.T. *Eroziionno-gidrologicheskaya otsenka vzaimodeystviya prirodnykh i antropogennykh faktorov formirovaniya poverkhnostnogo stoka talykh vod i adaptivno-landshaftnoe zemledelie* [Erosive-hydrological assessment of the natural and anthropogenic factors interaction in the formation of surface runoff of meltwater and adaptive landscape agriculture]. Volgograd. FSC of agroecology RAS Publ. house, 2017. 188 p.

2. Barabanov A.T., Panov V.I., Lapchuk A.V. *Otsenka roli konstruktivnykh konturnykh stokoreguliruyushchikh lesopolos* [The role of constructive contour flow-regulating forest belts assessment] *Rol' i mesto agrolesomeliatsii v sovremennoy obshchestve* [The role and place of agroforestry in contemporary society]; compilation of scientific works of VNIALMI. Volgograd. 2007. pp. 5-10.

3. Barabanov A.T., Dolgov S.V., Koronkevich N.I., Panov V.I., Petel'ko A.I. *Poverkhnostnyy stok i infil'tratsiya v pochvu talykh vod na pashne v lesostepnoj i stepnoj zonakh Vostochno-Evropejskoj ravniny* [Surface runoff and infiltration of meltwater into the soil on arable land in the forest-steppe and steppe zones of the East European plain] *Pochvovedenie* [Soil science]. 2018. 1. pp. 62-69.

4. Byalyj A.M. *Vodnyy rezhim v sevooborote na chernozyomnykh pochvakh Yugo-Vostoka* [Water regime in crop rotation on chernozem soils of the South-East]. Leningrad. 1971. 231 p.

5. Dokuchaev V.V. *Nashi stepi prezhde i teper'* [Our steppes before and now] (1892). Moscow-Leningrad. 1936. 118 p.

6. Dunin A.K. *V tsarstve snega* [In a realm of snow]. Novosibirsk, «Nauka» Publ. house. 1983. 161 p.

7. Sonn S.V. *Nashi stepi prezhde i teper' (cherez 100 let posle ekspeditsii V.V. Dokuchaeva)* [Our steppes before and now (100 years after the expedition of V.V. Dokuchaev)]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1992. 12. pp 5-12.

8. Kozmenko A.S. *Osnovy protiverozionnoj melioratsii* [Fundamentals of anti-erosion reclamation]. Moscow. State Publishing House of Agricultural Literature. 1954. 424 p.

9. Kozmenko A.S. *Bor'ba s eroziyey pochvy na sel'skokhozyaystvennykh ugod'yakh* [The combating against soil erosion on agricultural lands]. Moscow. 1963. 208 p.

10. Konstantinov A.R. *Isparenie v prirode* [Evaporation in nature]. Leningrad. 1968. 532 p.

11. Kochetov I.S., Barabanov A.T., Garshinyov E.A. et al. *Agrolesomeliativnoe adaptivno-landshaftnoe obustroystvo vodosborov* [Agroforestry adaptive-landscape arrangement of catchments]. VNIALMI Publ. house. Volgograd. 1999. p 84.

12. Kulik K.N., Barabanov A.T., Panov V.I. *Optimizatsiya snegoraspredeleniya i vlogoobespechennosti v konturnykh polezashchitno-stokoreguliruyushchikh lesnykh polosakh i v lesomeliiorovannykh landshaftakh* [Optimization of snow distribution and moisture supply in contour protective-flow-regulating forest belts and in forested landscapes]. Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2012. 2. pp 58-61.

13. Kulik K.N., Barabanov A.T., Panov V.I. *Katastroficheskie*

zasukhi v stepnoj Evropejskoj chasti Rossii, ikh dendrokhronologicheskaya indikatsiya i svyaz' s tsiklichnost'yu solnechnoj aktivnosti [Catastrophic droughts in the steppe European part of Russia, their dendrochronological indication and connection with the cyclicity of solar activity]. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2016. Vol. 18. 2(2). pp. 438-443.

14. *Natsional'nyy doklad «Global'nyy klimat i pochvennyy pokrov Rossii: proyavlenie zasukhi, mery preduprezhdeniya, bor'by, likvidatsiya posledstvij i adaptatsionnye meropriyatiya (sel'skoe i lesnoe khozyajstvo)»* [National report «Global climate and soil cover of Russia: drought manifestation, prevention and control measures, elimination of consequences and adaptation measures (agriculture and forestry)»]. Edited by R.E.- KH. Edel'geriev. Vol. 3. Team of authors: (190 authors). Moscow. 2021. 700 p.

15. Panov V.I. *Osnovnye faktory vodopogloshcheniya i metody aktivnogo vozdeystviya na nikh s tsel'yu povysheniya vodoreguliruyushchej i protiverozionnoj effektivnosti lesnykh polos* [The main factors of water absorption and methods of active influence on them in order to increase the water-regulating and anti-erosion efficiency of forest belts]. Compilation of works of the Volga AGLOS. Soil erosion, protective afforestation and harvest. Issue 7. Kuibyshev. 1972. pp 160-171.

16. Panov V.I. *Vodnyy balans i eroziya na chernozyomakh stepnogo Zavolzh'ya* [Water balance and erosion on the chernozems of the Steppe Volga region]. Abstract of dissert. for the degree of Candidate of Geographical Sciences. Moscow. 1975. 32 p.

17. Panov V.I. *Sinergeticheskoe eroziolandshtovvedenie (teoriya i praktika samoorganizatsii gidrologicheskikh i eroziionnykh protsessov, rel'efa i landshaftov)* [Synergetic erosion landscape studies (theory and practice of self-organization of hydrological and erosive processes, relief and landscapes)]: Materials of the scientific and practical conference. Volgograd: October 17-19. 2011. pp. 231-240.

18. Panov V.I. Losses of atmospheric precipitation from unprotected fields in the steppe arid sub-region, their significant reduction and stabilization of the agriculture hydroresource potential by the creation of forest-reclamation (forest-agrarian) basin agroecolandscape. *Proceedings of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2016. Vol. 18. 2/2. pp. 472-478.

19. Panov V.I. *Lesnoj klaster (sistema konturnykh lesopolos i drugih nasazhdenij) v Dokuchaevskom landshaftno-sinergeticheskome ekologizirovannom agroprirodopol'zovanii (na primere chernozyomnogo stepnogo Povolzh'ya)* [Forest cluster (system of contour forest belts and other plantings) in Dokuchaevs landscape-synergetic ecologized agro-nature management (on the example of the chernozem steppe Volga region)]. *Scientific horizons*. 2021. 5(45). pp 83-103.

20. Panov V.I., Surmach G.P. Increasing the water-regulating role of forest strips with the help of hydraulic engineering. Collection of works of the Volga AGLOS «Soil erosion, protective afforestation and harvest». Kuibyshev: Issue 8. 1975. pp. 68-84.

21. Surmach G.P. *Vodnaya eroziya i bor'ba s ney* [Water erosion and the combating against it]. *Gidrometeoizdat*. Leningrad, 1976. 254 p.

Цитирование. Панов В.И., Барабанов А.Т. Новые перспективные многоцелевые конструкции стокорегулирующих лесных полос для степного засушливого пояса России // Научно-агрономический журнал. 2022. №2(117). С. 15-24. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.001.15-24

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Panov V.I., Barabanov A.T. New Promising Multi-Purpose Designs of Runoff-Regulating Forest Belts for the Steppe Arid Belt of Russia. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 2(117). pp. 15-24. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.001.15-24

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Сравнение способов классификации данных при спутниковом мониторинге процесса опустынивания

Владислав Александрович Романов[✉], м.н.с., e-mail: romanov-1996@mail.ru, ORCID 0000-0002-5984-270X, лаборатория геоинформационного моделирования и картографирования агроресомелиорационных ландшафтов – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, Россия

Статья касается проблемы опустынивания в южных регионах европейской части России. Спутниковый мониторинг является одним из основных методов дистанционного изучения территории. В результате исследования проанализированы основные подходы и методы спутникового мониторинга, ранее предложенные учёными для изучения процесса опустынивания. Рассмотрены основные дешифровочные признаки опустынивания, приведены основные источники спутниковых данных для изучения процессов деградации земель. Методики подсчета площади опустынивания для получения данных используют способ классификации участков спутникового снимка по тону. Новизна заключается в том, что в рамках работы была проведена ручная (по средствам программного обеспечения QGIS) и автоматическая классификация спутникового снимка (используя программное обеспечение ENVI), и было проведено сравнение точности и скорости работы при классификации, выявлена целесообразность использования этих способов. Выявлены основные достоинства и недостатки метода спутникового мониторинга по этим параметрам. Проведено апробирование методик на тестовом участке южнее реки Кума площадью 75 км². Выявлены очаги опустынивания на тестовом участке. Подсчитана площадь опустынивания территории относительно общей площади исследуемого участка. Так, одним из главных преимуществ дистанционных методов с автоматической классификацией спутникового снимка является возможность большего территориального охвата исследований за минимальный период времени с точностью до 97,88%.

Ключевые слова: спутниковый мониторинг, опустынивание, дешифрирование, ГИС, картографирование

Поступила в редакцию: 25.04.2022

Принята к печати: 06.06.2022

Опустынивание – процесс деградации земель, приводящий к снижению плодородия почвы, исчезновению растительного покрова. Опустынивание территорий характеризуется необратимыми в естественной среде процессами уменьшения количества растений, обеднения видового состава, при этом на песках образуются очаги, непокрытые растительностью [7].

Проблема опустынивания прежде всего актуальна в южных регионах европейской части России, процесс опустынивания развивается в таких регионах, как республика Калмыкия, Астраханская область, Волгоградская область, Республика Дагестан и др. Проблема опустынивания земель возникла в 60-ые годы 20 века в связи с распашкой земель и возросшей антропогенной нагрузкой на данные территории [3].

Для эффективной борьбы с опустыниванием требуется привлечение современных методов и технологий, в первую очередь мониторинга. Одним из таких методов является спутниковый мониторинг. В настоящее время опустынивание ландшафтов в Республике Калмыкия носит интенсивный характер, поэтому нужен своевременный, эффективный и быстрый мониторинг.

Цель работы – выявить наиболее оптимальные сценарии использования в южных регионах европейской части Российской Федерации существующих методов спутникового мониторинга процессов опустынивания.

Методология и методы. Спутниковый мониторинг – система наблюдения за объектами, построенная на основе систем дистанционного зондирования Земли.

Спутниковый мониторинг начали использовать в 60-ые годы 20 века. В настоящее время чаще всего исследователи используют спутниковые снимки семейства Landsat и Sentinel. Полученные спутниковые снимки характеризуются высоким разрешением и общедоступностью. Разрешение снимка последних спутников семейства Landsat от 15 до 60 метров в зависимости от канала, временное разрешение составляет 16 дней [8].

Для спутникового мониторинга необходимо определить дешифровочные признаки опустынивания. Одним из главных дешифровочных признаков опустынивания является отсутствия растительного покрова в вегетационный период. Для целей мониторинга динамики опустынивания наиболее подходят спутниковые снимки, сделанные в весенне-летний период (рисунок 1). Однородный светлый песчаный цветовой фон пятен на рисунке фиксирует пустынные очаги, лишённые растительности.

Исследователи выявляют очаги опустынивания, которые представляют собой участки поверхности с проективным покрытием травянистых растений менее 10%, а также их приуроченность к определенным ландшафтам в пространственно-временном аспекте [2].



Рисунок 1. Спутниковый снимок участков опустынивания в республике Калмыкия (46° 52' 03» N, 046° 57' 24» E, дата съемки 20.06.2020)

Опустынивание может развиваться путем формирования относительных крупных очагов опустынивания, так и через формирование значительно мелких очагов опустынивания и дальнейшего их слияния в более крупные [10], что видно на рисунке 1.

Применение ГИС-технологий для обработки и анализа космоснимков дает возможность определить не только величину очагов опустынивания, но и географически точно установить их положение в пространстве.

Применением технологий спутникового мониторинга занимались такие ученые, как К.Н. Кулик, А.С. Рулев, В.Г. Юферев.

В своих исследованиях К.Н. Кулик дистанционный методы совмещает с полевыми исследованиями, в ходе которых оценивается проективное покрытие фитоценозов, исследуются почвенные условия, в результате чего разрабатываются полевые фотоэталонные участки территории с различными уровнями деградации.

В основе принятого методического подхода положено то, что очаги опустынивания (при предварительном дешифрировании космоснимков к ним относят участки поверхности, имеющие проективное покрытие менее 10%, независимо от причины их появления, с учетом территорий, пройденных пожарами, которые выделяются в отдельную группу) с достаточной детализацией находят отображение на космоснимках, а временные ряды их характеристик описывают пространственно-временные закономерности изменения.

В зависимости от размеров площади (в га) очаги были распределены по 4 классам: 1 – 1-10, 2 – 10-100, 3 – 100-1000 и 4 – более 1000 [5]. Применение ГИС-технологий для обработки и анализа космоснимков дает возможность определить не только величину очагов опустынивания, но и географически точно установить их положение в пространстве, а также разработать картографические слои концентрации очагов опустынивания разной размерности на территории [9].

Метод позволяет оценивать динамику опусты-

нивания территории, используя спутниковые снимки за различный период.

С применением этого метода выявлено, что на территории Астраханской области с 2002 по 2010 год произошло значительное увеличение очагов опустынивания [3].

Метод картографо-космического мониторинга применял в своих работах коллектив авторов: В.В. Новочадов, А.С. Рулев, В.Г. Юферев, Е.А. Иванцова. Исследуемая область представляла собой территорию республики Калмыкии и Астраханской области [4].

Используя этот метод (в отличие от предыдущего метода), определяется площадь проективного покрытия. Уровень деградации фитоценозов тесно связан с проективным покрытием, в связи с чем дешифрирование основано на выявлении различий в отображении на снимках проективного покрытия. Проективное покрытие в геоботанике — показатель, определяющий относительную площадь проекции отдельных видов или их групп, ярусов и т.д. фитоценоза на поверхность почвы. Проективное покрытие является одним из основных показателей обилия в фитоценологии [1].

Выявлено, что средняя ошибка при выявлении проективного покрытия по космоснимку не превышает 5 %. Метод предлагает следующее распределение участков по степени опустынивания: более 35% – норма, 25-34% – риск, 15-24% – кризис, 0-14% – бедствие.

Метод картографо-космического мониторинга позволяет оценить состояние фитоценозов антропогенно-трансформированных ландшафтов, суть его состоит в использовании результатов космической съемки и геоинформационного анализа территорий для оценки состояния территорий и составления карт пространственного распределения деградации [7].

Карты пространственного распределения деградации позволяют выявить пространственные закономерности в распределении деградации земель.

Для выделения очагов опустынивания можно применять два способа:

1. Ручная классификация предполагает выделение очагов опустынивания непосредственно исследователем по дешифровочным признакам.

2. Автоматическая классификация предполагает выделение очагов опустынивания посредством программных алгоритмов, которые используют данные о цвете ячейки, выделяют объекты по цветовой однородности.

Рассмотрим эффективность каждой классифи-

кации.

Результаты и обсуждение. Для апробирования методик был выбран тестовый полигон площадью 75 км². Участок находится южнее реки Кума на севере республики Дагестан (рисунок 2).

Использовали программное обеспечение QGIS и ENVI, а также снимки высокого разрешения, предоставленные сервисом Yandex.Maps и EarthExplorer.

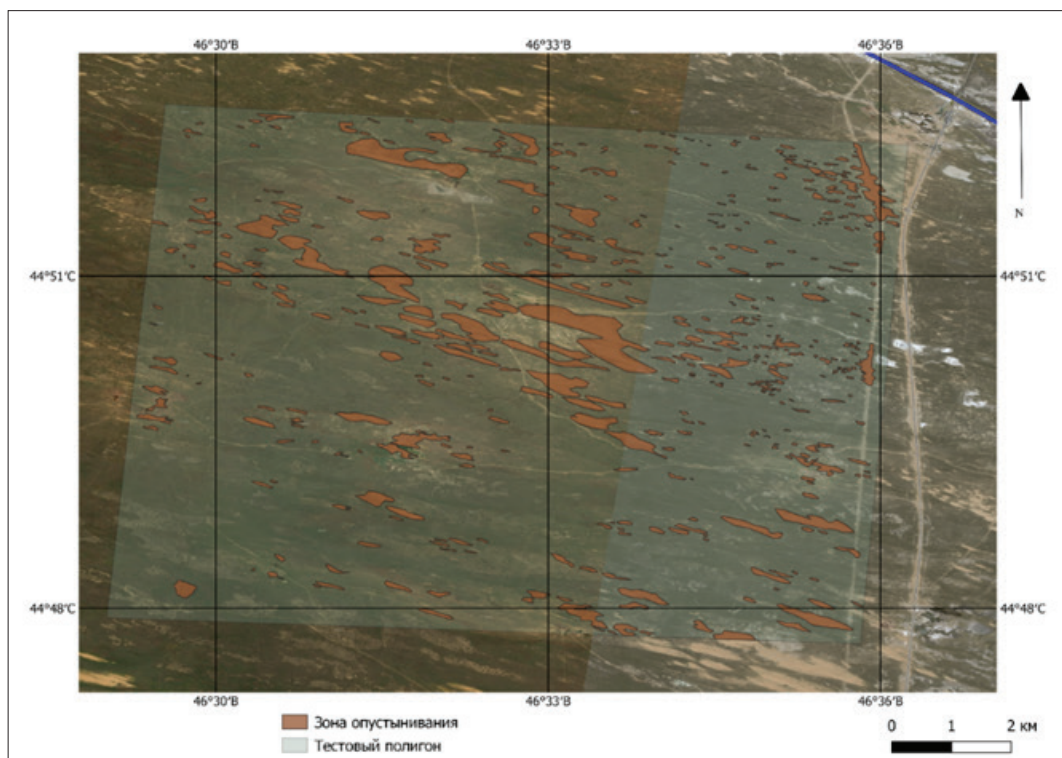


Рисунок 2. Территория исследуемого участка (дата съемки 20.06.2020)

Используя методику К.Н. Кулика, А.С. Рулева, В.Г. Юферева, получены следующие данные рас-

пределения очагов опустынивания по классам (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение очагов опустынивания по классам при разных способах классификации

| Класс | Площадь в гектарах | Количество очагов (Ручная классификация) | Количество очагов (Автоматическая классификация) |
|-----------------------------|--------------------|--|--|
| 1 класс (1-10 гектаров) | 356 | 124 | 122 |
| 2 класс (10-100 гектаров) | 236 | 12 | 11 |
| 3 класс (100-1000 гектаров) | 146 | 1 | 1 |
| 4 класс (более 1000) | 0 | 0 | 0 |

Согласно методике, к 1 классу относятся очаги опустынивания с площадью от 1 до 10 га. Очаги, площадью менее 1 гектара, не учитываются, на данные очаги пришлось 112 га.

Была подсчитана суммарная площадь всех очагов опустынивания исследуемого участка, которая составила 8,5 км² (850 га) при ручной классификации, что составляет 11,3% от всей площади изучаемой территории.

Была подсчитана площадь проективного покрытия, при использовании автоматической классификации спутникового снимка в ENVI, получили площадь в 54%, что относится к категории нормы. То есть проектное покрытие на данной территории преобладает над песками, и с ними ещё можно эффективно бороться с меньшими затратами, иначе мелкие очаги опустынивания сольются в крупные. И этот процесс уже

просматривается на рисунке 2.

Рассмотрим результаты сравнения скорости и

эффективности обработки полученных данных (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение точности и скорости работы различными способами получения данных

| Способ | Выделенная площадь, км ² | Затраченное время (в минутах) |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| Ручная классификация | 8,5 | 382 |
| Автоматическая классификация с корректировкой | 8,32 | 124 |

При ручной классификации территории площадью в 75 км² время обработки составило 382 минуты. Скорость при ручной классификации зависит от сложности конфигурации местности, от количества объектов. Ручная классификация позволяет получить более точные результаты, которые равняются 100%. Но эта работа заняла в три раза больше времени в сравнении с автоматической классификацией.

Основное же количество времени при автоматической оцифровке посредством использования программного обеспечения ENVI уходит на ручную корректировку результата, т.е. удаление ошибочно выделенных областей, редактирование границ объектов. Без корректировки территория автоматически была обработана за несколько секунд с точностью 93,2%. Точность автоматической классификации с ручной корректировкой заняла 124 минуты и составила 97,88%.

Выводы. Одним из главных преимуществ дистанционных методов является экономическая эффективность, обусловленная снижением затрат на выполнение оценки состояния ландшафтов.

Дистанционный метод позволил обработать территорию площадью в 75 км² за 382 минуты при ручной классификации и за 124 минуты при использовании менее точного автоматического способа. Точность автоматической оцифровки во многом зависит от качества исходного спутникового снимка, от использованного программного обеспечения и от настройки параметров классификации. Очаги опустынивания имеют относительно однородную текстуру, что актуально для дешифровочных признаков при автоматической оцифровке.

Следовательно, использование автоматического способа оцифровки может иметь целесообразность при большой территории исследования процессов опустынивания и при малом количестве временного ресурса.

Литература:

1. Бузук Г. Н. Определение проективного покрытия и урожайности при использовании фото точек (photo point method) // Вестник фармации. 2013. №3 (61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-proektivnogo-pokrytiya-i-urozhaynosti-pri-ispolzovanii-foto-tochek-photo-point-method> (дата обращения: 14.03.2022).\n

2. Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б. Новый подход к мо-

ниторингу очагов опустынивания // Аридные экосистемы. 2011. №3 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-podhod-k-monitoringu-ochagov-opustynivaniya> (дата обращения: 31.01.2022).

3. К. Н. Кулик, В. И. Петров, В. Г. Юферев, Н. А. Ткаченко, Шинкаренко С. С. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2020. №2 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnyy-analiz-opustynivaniya-severo-zapadnogo-prikaspiya> (дата обращения: 13.03.2022).

4. Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г. Геоинформационный анализ динамики опустынивания на территории Астраханской области // Аридные экосистемы. 2015. №3 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnyy-analiz-dinamiki-opustynivaniya-na-territorii-astrahanskoy-oblasti> (дата обращения: 31.01.2022).

5. Курочкина Л.Я., Кокарев А.Л. К методике составления мелкомасштабных карт опустынивания // Аридные экосистемы. 2007. №33-34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-metodike-sostavleniya-melkomasshtabnyh-kart-opustynivaniya> (дата обращения: 19.05.2022).

6. Новочадов В.В., Рулев А.С., Юферев В.Г., Иванцова Е.А. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно - трансформированных территорий юга России // Известия НВ АУК. 2019. №1 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnye-issledovaniya-i-kartografirovanie-sostoyaniya-antropogennno-transformirovannyh-territoriy-yuga-rossii> (дата обращения: 31.01.2022).

7. Шинкаренко С.С. Динамика площадей опустынивания на Черных землях // Степи Северной Евразии: материалы IX международного симпозиума. 2021. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-ploschadey-opustynivaniya-na-chernyh-zemlyah> (дата обращения: 01.04.2022).

8. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Дистанционные индикаторы опустынивания земель // Аридные экосистемы. 2015. №1 (62). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnye-indikator-y-opustynivaniya-zemel> (дата обращения: 19.05.2022).

9. Юферев В.Г., Кулик К.Н., Рулев А.С. Мушаева К.Б., Кошелев А.В., Дорохина З.П., Березовикова О.Ю. 2010. Геоинформационные технологии в агроресомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ. 102 с.

10. Ahmed S. Abuzaid, Abdellatif Deyab Abdellatif Assessment of desertification using modified MEDALUS model in the north Nile Delta, Egypt // Аридные экосистемы. 2015. №3 (64). URL: https://www.researchgate.net/publication/355699191_Assessment_of_desertification_using_modified_MEDALUS_model_in_the_north_Nile_Delta_Egypt (дата обращения: 31.01.2022).

Comparison of Data Classification Methods for Satellite Monitoring of the Desertification Process

Vladislav A. Romanov[✉], Junior Researcher, e-mail: romanov-1996@mail.ru, ORCID 0000-0002-5984-270X, of Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes – Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

The article concerns the problem of desertification in the southern regions of the European part of Russia. Satellite monitoring is one of the main methods of remote study of the territory. As a result of the study, the main approaches and methods of satellite monitoring, previously proposed by scientists to study the process of desertification, are analyzed. The main decoding signs of desertification are considered, the main sources of satellite data for studying the processes of land degradation are given. Methods of calculating the area of desertification for obtaining data use a satellite image areas classifying method by tone. The novelty lies in the fact that as part of the work, manual (using the QGIS software) and automatic (using the ENVI software) classification of the satellite image was carried out and a comparison of the accuracy and speed of work during classification was carried out, the expediency of using these methods was revealed. The main advantages and disadvantages of the satellite monitoring method for these parameters are revealed. The methods were tested on a test site south of the Kuma River with an area of 75 km². Foci of desertification have been identified in the test area. The area of desertification of the territory relative to the total area of the studied site is calculated. Thus, one of the main advantages of remote methods with automatic classification of satellite images is the possibility of greater territorial coverage of research for a minimum period of time with an accuracy of up to 97.88%.

Keywords: satellite monitoring, desertification, decryption, GIS, mapping

Received: 25.04.2022

Accepted: 06.06.2022

Translation of Russian References:

1. Buzuk G.N. *Opredelenie proektivnogo pokrytiya i urozhajnosti pri ispol'zovanii foto toчек (photo point method)* [Identification of the projective coverage and yield when using photo points (photo point method)]. *Vestnik farmatsii* [Bulletin of Pharmacy]. 2013. 3 (61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-proektivnogo-pokrytiya-i-urozhajnosti-pri-ispol'zovanii-foto-tochek-photo-point-method> (access date: 14.03.2022).
2. Zolotokrylin A.N., Titkova T.B. *Novyj podkhod k monitoringu ochagov opustynivaniya* [A new approach to monitoring desertification foci]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2011. 3 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novyj-podkhod-k-monitoringu-ochagov-opustynivaniya> (access date: 31.01.2022).

ru/article/n/novyj-podkhod-k-monitoringu-ochagov-opustynivaniya (access date: 31.01.2022).

3. Kulik K. N., Petrov V. I., Yuferev V. G., Tkachenko N. A., SHinkarenko S. S. *Geoinformatsionnyy analiz opustynivaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya* [Geoinformation analysis of desertification of the North-Western Near-Caspian region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2020. 2 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnyy-analiz-opustynivaniya-severo-zapadnogo-prikaspiya> (access date: 13.03.2022).

4. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G. *Geoinformatsionnyy analiz dinamiki opustynivaniya na territorii Astrakhanskoy oblasti* [Geoinformation analysis of desertification dynamics in the Astrakhan region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2015. 3(64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnyy-analiz-dinamiki-opustynivaniya-na-territorii-astrahanskoy-oblasti> (access date: 31.01.2022).

5. Kurochkina L.YA., Kokarev A.L. *K metodike sostavleniya melkomasshtabnykh kart opustynivaniya* [On the technique of drawing up small-scale maps of desertification]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2007. 33-34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-metodike-sostavleniya-melkomasshtabnykh-kart-opustynivaniya> (access date: 19.05.2022).

6. Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev V.G., Ivantsova E.A. *Distantsionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostoyaniya antropogenno - transformirovannykh territorij yuga Rossii* [Remote studies and mapping of the state of anthropogenically transformed territories of the South of Russia]. Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversity complex: science and higher professional education. 2019. 1(53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnye-issledovaniya-i-kartografirovaniye-sostoyaniya-antropogenno-transformirovannykh-territoriy-yuga-rossii> (access date: 31.01.2022).

7. Shinkarenko S.S. *Dinamika ploschadej opustynivaniya na Chernykh zemlyakh* [Dynamics of desertification areas on Black lands]. Steppes of Northern Eurasia: content of the IX International Symposium. 2021. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-ploschadej-opustynivaniya-na-chernykh-zemlyakh> (access date: 01.04.2022).

8. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. *Distantsionnye indikatory opustynivaniya zemel'* [Remote indicators of land desertification]. *Arid ecosystems*. 2015.1(62). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnye-indikatory-opustynivaniya-zemel> (access date: 19.05.2022).

9. Yuferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S., Mushaeva K.B., Koshelev A.V., Dorokhina Z.P., Berezovikova O.Yu. *Geoinformation technologies in agroforestry*. Volgograd. 2010. 102 p.

Цитирование. Романов В.А. Сравнение способов классификации данных при спутниковом мониторинге процесса опустынивания // Научно-агрономический журнал. 2022. №2(117). С. 25-29. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.002.25-29

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Romanov V.A. Comparison of Data Classification Methods for Satellite Monitoring of the Desertification Process. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 2(117). pp. 25-29. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.002.25-29

Author's contribution. Author of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Author of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Author declare no conflict of interest.

Новый экологически безопасный фунгицидный препарат на основе тебуконазола и тиабендазола для борьбы с грибными заболеваниями пшеницы

Маргарита Юрьевна Шарапова , магистрант, email: MarganaMar@yandex.ru;

Елена Эдуардовна Нефедьева, д.б.н., профессор, ORCID: 0000-0002-4782-3835 –

Волгоградский государственный технический университет, rector@vstu.ru, 400005, пр. им. Ленина, 28

В данной работе исследованы активные вещества фунгицидных препаратов тебуконазола и тиабендазола, предназначенных для обработки семян зерновых культур от поражения фитопатогенными грибами. В ходе лабораторных испытаний установлена их высокая фитотоксичность и ростстимулирующие свойства. Проведен эксперимент по влиянию эсфона, менадиона и салициловой кислоты на рост coleoptилей пшеницы с помощью стандартной методики биотестирования растворенных токсических веществ по росту отрезков coleoptилей. Согласно результатам эксперимента, был оптимизирован состав фунгицидного препарата на основе тебуконазола и тиабендазола с применением ростстимулирующего вещества. Изменено соотношение тебуконазола к тиабендазолу, а также снижены концентрации данных действующих веществ. Добавлен ростостимулятор эсфон и сивушное масло в качестве растворителя, а также заменены препараты в качестве антивспенивателя и красителя. Представлена технологическая схема производства, включающая следующее оборудование: смеситель, емкости для подачи веществ, насосы и клапаны. Экологичность нового препарата заключается в снижении концентраций действующих веществ, а также в добавлении отхода в качестве растворителя. Протравитель способствует повышению эффективности борьбы с грибными заболеваниями пшеницы, а также не имеет ретардантного действия.

Ключевые слова: фунгицид, тебуконазол, тиабендазол, защита растений, технологическая схема производства фунгицидов

Поступила в редакцию: 10.05.2022

Принята к печати: 17.06.2022

От вредителей, болезней и сорняков ежегодно теряется от 20 до 40% потенциального урожая зерновых культур [8].

В настоящее время существует большое количество возбудителей болезней культурных сельскохозяйственных растений. Зарегистрировано свыше 30 тыс. патогенных микробов для 3 тыс. видов растений [9]. Заболевания растений возникают обычно в полевых условиях до сбора урожая [4].

Большинство известных протравителей (фунгицидов) для семян сельскохозяйственных культур относится к II-III классу опасности. Они оказывают токсическое действие на растения и способны накапливаться в окружающей природной среде [2]. Поэтому актуальной задачей стоит создание и исследование эффективного и экологически безопасного протравителя злаков со сниженными дозами фунгицидов для защиты растений от болезней и вредителей. В связи с этим обязательным является протравливание семян с целью защиты растений в ранние и самые уязвимые фазы развития. Протравители оказывают ретардантное действие [11].

Цель исследования: разработка нового экологически безопасного фунгицидного препарата для защиты растений от болезней, связанных с развитием патогенных грибов. Основой нового препарата служат ранее известные фунгициды – тебуконазол и тиабендазол.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в 2021 году в Волгоградском государственном техническом университете на кафедре «Промышленная экология и безопасность

жизнедеятельности». Эксперимент проведен по стандартной методике биотестирования растворенных токсических веществ по росту отрезков coleoptилей. В ходе эксперимента рассматривали эсфон, менадион, салициловую кислоту.

Тебуконазол [(RS)-1p-хлорфенил-4,4-диметил-3-(1H-1,2,4-триазол-1-ил-метил)пентан-3-ил] – пестицид, эффективный системный фунгицид для обработки семян зерновых культур в борьбе с фитопатогенами, передающимися с семенами. Относится к триазолам третьего поколения.

Тебуконазол представляет собой бесцветные кристаллы. Хорошо растворяется в органических растворителях, плохо в воде. Не гидролизует при pH от 4 до 9. Период полураспада при 20°C более года [5].

Системный фунгицид широкого спектра действия. Обладает защитными, лечебными и искореняющими свойствами [3]. Быстро проникает в растение и равномерно распределяется в нем [1].

Подавляет биосинтез эргостерина в мембранах клеток фитопатогенов, ингибируя деметилирование в положении C-14. Образующиеся Д5-стерины также воздействуют на метаболизм, и этим тебуконазол отличается от других триазолов [5].

Тиабендазол [2 - (4-тиазилил) -1 H - бензимидазол] – действующее вещество пестицидов, высокоэффективный фунгицид класса бензимидазолов, протравитель системного действия. Используется для аэрозольной обработки против возбудителей болезней на плодовых, овощных и зерновых культурах при закладке на хранение.

Контактно-системный фунгицид защитного и

лечебного действия. Обладает широким спектром фунгицидного действия, особенно эффективен против кагатных гнилей, болезней хранения [7].

Тиабендазол защищает овощи и плоды от болезней, образуя на их поверхности долго сохраняющийся защитный слой, действие сохраняется до шести месяцев [7].

За счет своих метаболитов тиабендазол может ингибировать биосинтез нуклеиновых кислот ДНК и РНК, а также процессы дыхания [5].

Был проведен эксперимент по фитотоксичности веществ по стандартной методике биотестирования растворенных веществ по росту отрезков

колеоптилей пшеницы [10]. Для этого от 4-суточных проростков пшеницы, выравненных по длине, отделяли отрезки колеоптилей длиной 5 мм, при этом верхушку отсекали. Отрезки по 20 шт помещали в растворы фунгицидов с добавлением 2% сахарозы, опыты проводили в 2-кратной биологической повторности. Культивировали в темноте при температуре 25°C в течение 3 сут. Затем повторно измеряли длину.

Готовили растворы фунгицидов в соотношениях, показанных в табл. 1. В растворы дополнительно добавляли эсфон (1,25 ppm), салициловую кислоту (1,65 ppm) и менадион (1,25 ppm).

Таблица 1 – Концентрации тебуконазола и тиабендазола для оценки токсического действия в биотесте, ppm

| Тебуконазол | Тиабендазол | | |
|-------------|-------------|---------|---------|
| | 1,5 | 2,5 | 3,3 |
| 1,5 | 1,5/1,5 | 1,5/2,5 | 1,5/3,3 |
| 2,5 | 2,5/1,5 | 2,5/2,5 | 2,5/3,3 |
| 3,3 | 3,3/1,5 | 3,3/2,5 | 3,3/3,3 |

В этих же растворах проращивали зерновки пшеницы по ГОСТ 12038–84. – 01.07.86. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. При учете энергии прорастания на 4 сутки отдельно подсчитывали нормально проросшие; набухшие, твердые, которые составили непроросшие семена и ненормально проросшие – невсхожие семена. За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов определения всхожести всех проанализированных проб. Измеряли длину корня и побега.

Полученные результаты подвергали статисти-

ческой обработке. Рассчитывали среднюю арифметическую (M), среднее квадратическое отклонение (δ), ошибку репрезентативности средней арифметической (m_m), критерий Стьюдента (t). Оценку достоверности разницы проводили с помощью сравнения полученного значения со стандартным t_{cr} .

Результаты исследования приведены в таблицах и на рисунках.

Результаты и их обсуждение. По результатам эксперимента мы можем сравнить влияние различного соотношения протравителей и добавок на рост корня побега, проростка и колеоптиля пшеницы.

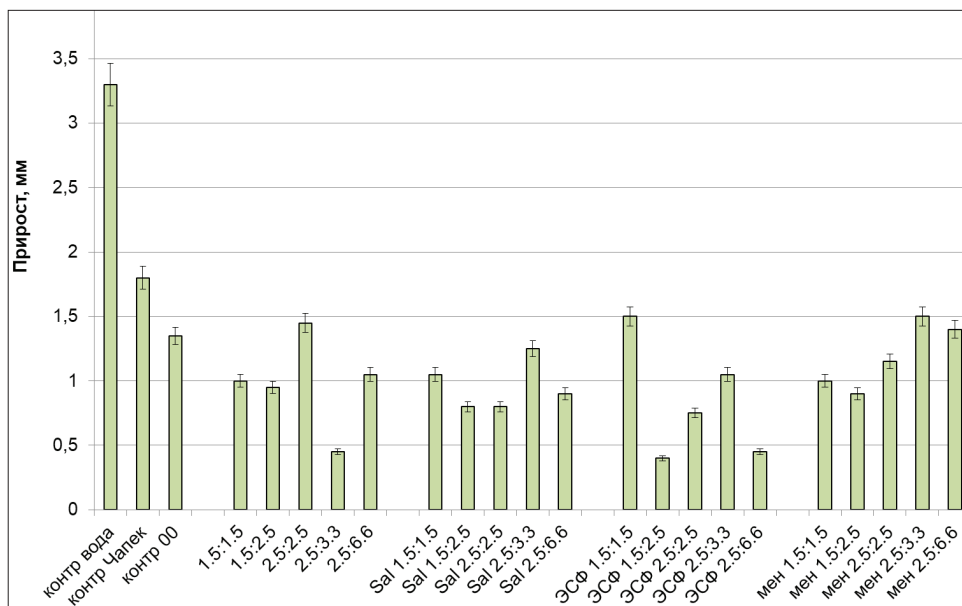


Рисунок 1. Прирост колеоптиля пшеницы при добавлении чистых растворов фунгицидов и смеси фунгицидов с активными веществами в различном соотношении

Примечание: Sal – салициловая кислота; ЭСФ – эсфон; Мен – менадион

На рисунке 1 показано, что фунгициды влияют

на рост колеоптилей во всех соотношениях и ока-

зывают ретардантное действие. При использовании фунгицидов без ростостимуляторов происходит торможение роста.

В целом, прирост coleoptилей под действием фунгицидов относительно контроля незначительный. Это указывает на потенциальный ретардантный эффект тиабендазола и тебуконазола. Добавление салициловой кислоты в этом случае не целесообразно, т.к. положительной динамики не наблюдается. Эсфон (1,5:1,5) и менадион (2,5:3,3 и 2,5:6,6) дают положительную динамику роста и снижают ретардантное действие фунгицидов.

Салициловая кислота – ключевой фитогормон, особенно важный для запуска программ адаптации растений к действию стрессоров. Является

природным фенольным соединением, которое помогает культурным растениям поддерживать иммунитет и способствует прорастанию семян, их вегетативному росту и формированию цветов.

Эсфон (ХЭФК-65%) является регулятором роста растений. Действующее вещество 2-хлорэтилфосфоновая кислота, 65% ВР. Используется для повышения урожайности и улучшения лежкости плодов, для увеличения выхода ранней продукции, на декоративных культурах для увеличения яркости окраски и размеров цветов.

Менадион – полициклический ароматический кетон, основой которого является 1,4-нафтохинон. Менадион – синтетический водорастворимый аналог витамина К.

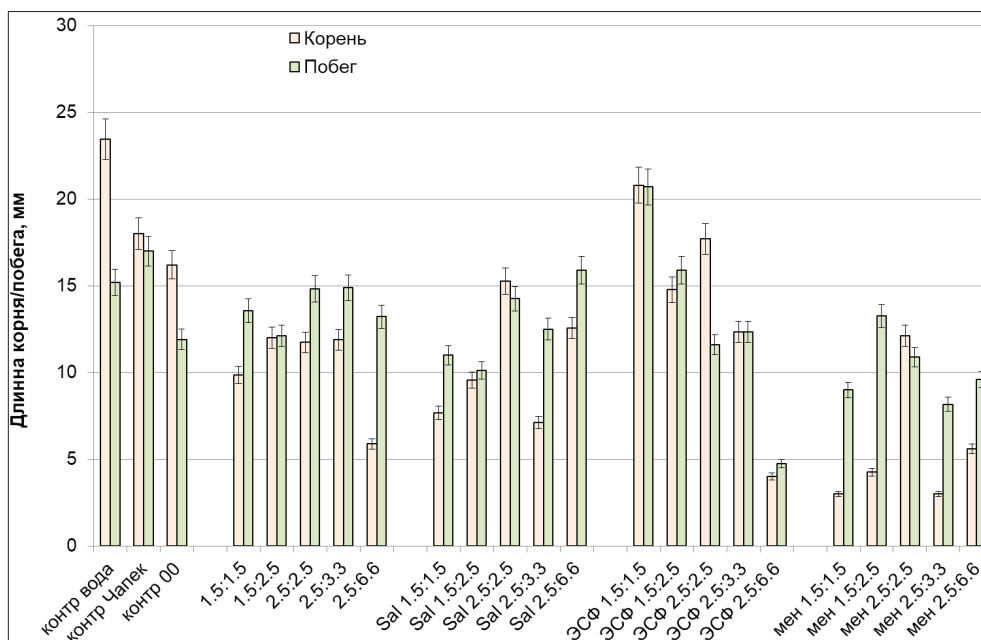


Рисунок 2. Длина корня/побега проростков при добавлении чистых растворов фунгицидов и смеси фунгицидов с активными веществами в различном соотношении

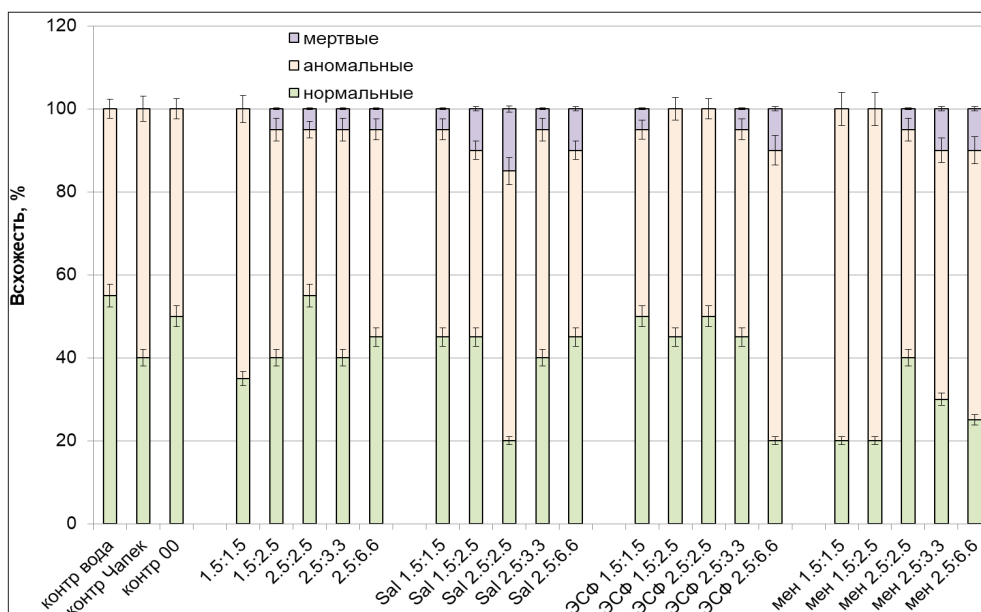


Рисунок 3. Энергия прорастания пшеницы на 4 сутки при добавлении чистых растворов фунгицидов и смеси фунгицидов с активными веществами в различном соотношении

На рисунке 2 представлены результаты опыта на зерновках пшеницы. Результат аналогичен первому опыту. Под влиянием фунгицидов заметно торможение роста под влиянием фунгицидов. Менадион на живых проростках не обладает ростстимулирующим действием. Наиболее перспективным по двум опытам веществом является Эсфон (1,5:1,5), который, относительно контроля, показывает положительное действие.

Для контрастной оценки были взяты зерновки пшеницы с заведомо низкими посевными качест-

вами. Из рисунка 3 можно сделать вывод, что салициловая кислота и менадион подавляют энергию прорастания пшеницы при любом соотношении, их использование не рекомендуется. Однако, эсфон показывает хорошие результаты при соотношении 1,5:1,5.

Исходя из экспериментальных данных, был разработан состав нового фунгицидного препарата с улучшенными свойствами, более безопасного с экологической точки зрения, представленный в таблице 2.

Таблица 2 – Компонентный состав фунгицидного препарата (2021 г.)

| № | Компоненты | Состав в г/л |
|---|---|--------------|
| 1 | Тебуконазол | 30 |
| 2 | Тиабендазол | 40 |
| 3 | Краситель жидкий (Родамин Б 30% водный р-р) | 50 |
| 4 | Пента 465 | 1 |
| 5 | Сивушное масло | 100 |
| 6 | Неонол | 140 |
| 7 | Катамин АБ | 35 |
| 8 | Эсфон | 70 |

Приводимый фунгицидный препарат может использоваться также в сочетании с другими фунгицидами, инсектицидами, гербицидами, регуляторами роста растений или удобрениями в зависимости от конкретной необходимости.

В состав существующего препарата [6] были внесены дополнения:

Изменено соотношение тебуконазола к тиабендазолу, а также снижены концентрации данных препаратов. Добавлен ростостимулятор – эсфон и сивушное масло в качестве растворителя. Из патентованной рецептуры убраны: антифриз, замасливатель и загуститель ввиду отсутствия необходимости использования данных веществ.

Проведены следующие улучшения:

1. Заменой Родасурфа 860/Р был выбран Неонол, который, в отличие от зарубежного Родасурфа, является более дешевым аналогом;

2. Для стабилизации системы решено использовать катионоактивный ПАВ – Катамин АБ, который с неиноногенным Неонолом повышает стабильность системы;

3. Пенегаситель Пента 465 показывает высокие показатели эффективности и низкий расход продукта, что более выгодно в сравнении с антивспенивателем Родорсил 426;

4. Краситель катионный красный 2С имеет среднюю растворимость в спиртах, которая уступает растворимости Родамина Б. Так как растворителем у нас является спирт, решено заменить краситель катионный красный 2С на Родамин Б.

Новый фунгицидный препарат предлагается

производить по модифицированной технологической схеме с изменениями в аппаратурном оформлении и применении реагентов.

Тебуконазол и тиабендазол хорошо растворимы в спиртах (до 25% масс.). При разбавлении спиртового раствора водой может произойти выделение препаратов в виде твердой фазы. В качестве антикоагулянта возможно использование ПАВ, имеющего спиртовые группы (неонол). Однако, при добавлении неонола через 10-30 минут из раствора начнет выделяться тебуконазол и тиабендазол. Чтобы этого избежать, мы стабилизируем систему добавлением катионоактивного ПАВ (катамин АБ). Стабилизация произойдет за счет изменения заряда дисперсных частиц. При одновременном использовании неиноногенного (неонол) и катионоактивного (катамин АБ) ПАВ стабильность системы повышается. Это подтверждается тем, что состав при разбавлении водой в любых соотношениях образует прозрачный коллоидный раствор.

В качестве растворителя используется сивушное масло, являющееся отходом спиртового производства.

Также необходимо добавление пенегасителя (пента 465) и красящего вещества (родамин Б 30% вод. р-р.). Пенегаситель предотвращает забивание стенок аппарата при распылении готового фунгицида, а краситель служит индикатором работоспособности фунгицида.

Технологическая схема производства нового фунгицидного препарата представлена на рисунке 4.

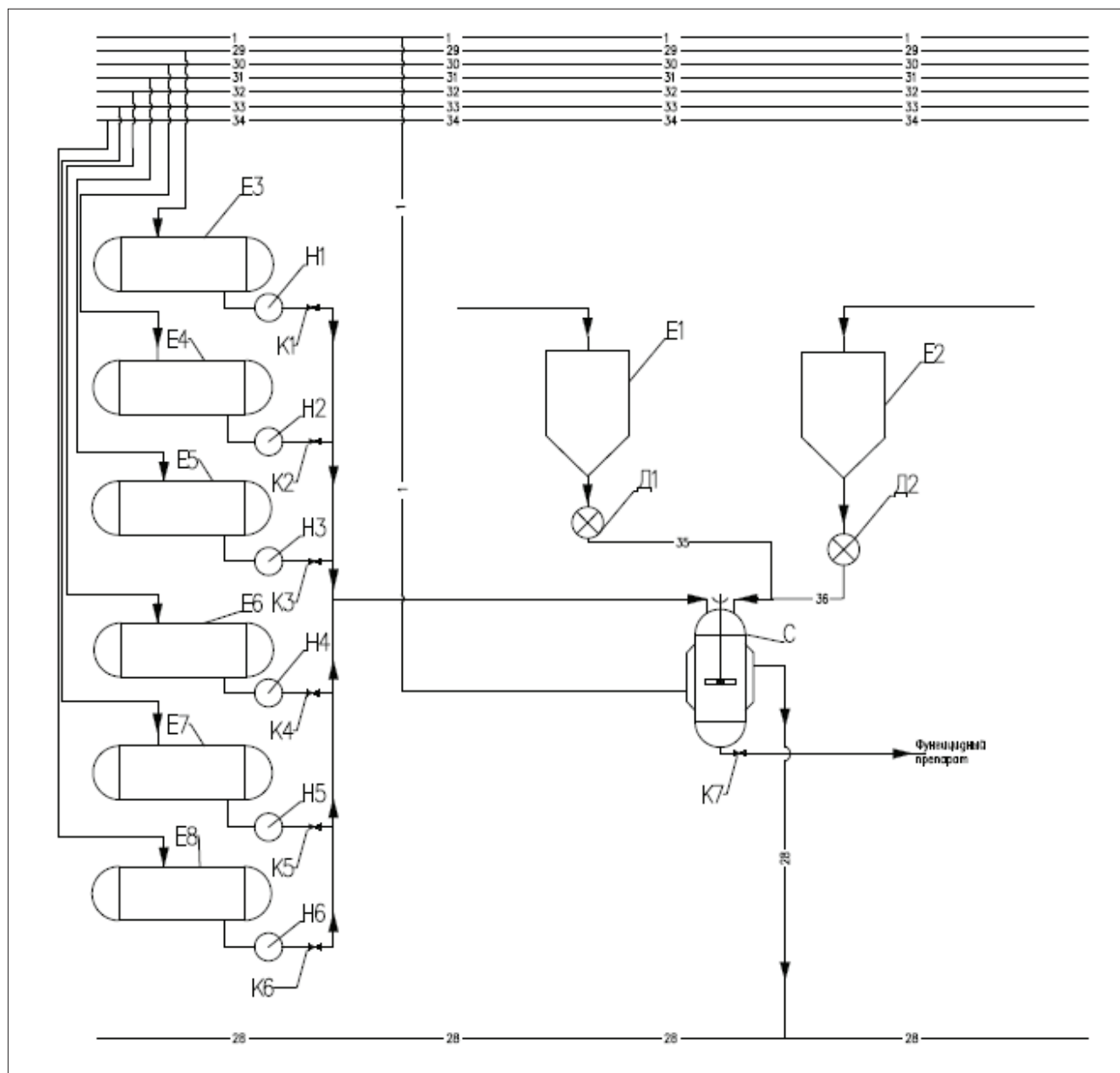


Рисунок 4. Технологическая схема производства фунгицидного препарата на основе тебуконазола и тиабендазола

Пояснения к технологической схеме в виде перечня оборудования и условных обозначений тру-

бопроводов представлены в таблице 3 и таблице 4 соответственно.

Таблица 3 – Перечень основного оборудования

| Обозначение | Наименование | Количество |
|-------------|---------------------------|------------|
| С | Смеситель | 1 |
| Е1-8 | Накопительная емкость | 8 |
| Д1-2 | Весовой дозатор | 2 |
| Н1-6 | Электроцентробежный насос | 6 |
| К1-7 | Электромагнитный клапан | 7 |

Таблица 4 – Условные обозначения трубопроводов

| Условные обозначения | Наименование среды |
|----------------------|--------------------------|
| -1-1- | Вода |
| -28-28- | Вода на охлаждение |
| -29-29- | Сивушное масло |
| -30-30- | Неолон |
| -31-31- | Катамин АВ |
| -32-32- | Эсфон |
| -33-33- | Родамин В, 30 % вод. р-р |
| -34-34- | Пента 465 |
| -35-35- | Тебуконазол |
| -36-36- | Тиабендазол |

Определенный объем тебуконазола и тиабендазола из приемных бункеров Е1 и Е2 через весовые дозаторы Д1 и Д2 поступает в смеситель РС. После этого, в смеситель из емкости Е3 при открытом клапане К1 подается сивушное масло, отход производства спирта. Поступление осуществляется с помощью электроцентробежного насоса Н1. После закачивания необходимого объема сивушного масла электромагнитный клапан К1 закрывается, насос Н1 выключается. Далее включается насос Н2, обеспечивающий подачу неолона из емкости Е4 при открытом клапане К2. Далее в смеситель аналогичным образом подается катамин АВ. После этого включается мешалка, работающая от электрического двигателя, происходит перемешивание смеси до полного растворения препаратов. Затем, из емкости Е6 насосом Н4 подается активное вещество – эсфон. После смешения в реактор из емкостей Е7 и Е8 насосами Н5 и Н6 подаются оставшиеся компоненты – Родамин В 30% вод. р-р. и пента 465. По окончанию процесса мы получили фунгицидный препарат в виде суспензии, который отправляется на фасовку.

В технологической схеме также возможен вариант упрощения посредством удаления емкости с эсфоном. Технологический процесс при этом практически не изменяется, эсфон в дальнейшем добавляется в баковую смесь.

Выводы. Предложен новый состав фунгицидного препарата на основе тебуконазола и тиабендазола. Внесены изменения в рецептуру, предложенную в патенте [1. Пат. №2264711С1]. Изменено соотношение тебуконазола к тиабендазолу, а также снижены концентрации данных препаратов. Добавлен ростостимулятор – эсфон и сивушное масло в качестве растворителя. Из патентованной рецептуры убраны: антифриз, замасливатель и загуститель в виду отсутствия необходимости использования данных веществ. Заменены: Родасурф 280/Р на Неолон, Сопрофор 4Д/384 на Катамин АВ, антивспениватель Родорсил 426 на Пента

465, краситель катионный красный на Родамин В.

Представлена технологическая схема производства, включающая следующее оборудование: смеситель, емкости для подачи веществ, насосы и клапана.

Экологичность нового препарата заключается в снижении концентраций действующих веществ, а также в добавлении отхода в качестве растворителя.

Протравитель способствует повышению эффективности борьбы с грибными заболеваниями растений, а также не имеет ретардантного действия.

Литература:

1. Андреева Е.И., Зинченко В.А. Системные фунгициды – ингибиторы биосинтеза эргостерина. Журнал «АгроXXI», №4, 2002, с.14-15.
2. Байбакова Е.В., Нефедьева Е.Э., Белоухов С.Л. Исследование влияния современных протравителей на всхожесть и рост проростков зерновых культур//Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. Т. 6. №3(18). 2016. с.57-64.
3. Белов Д.А. Химические методы и средства защиты растений в лесном хозяйстве и озеленении. –М.: МГУЛ, 2003. 128с.
4. Голубов С.А., Белоусов В.И., Шаталов Е.П. Составляющие производства экологически-безопасной продукции растениеводства при ... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agro-tema.ru/sostavlyayuschie-proizvodstva-ekolo>(дата обрац. 12.11.2021).
5. Гольшин Н. М. Фунгициды. – М.: Колос, 1993. 319 с.
6. Дорофеев Д.А., Елиневская Л.С. Композиция для протравливания семян и способ борьбы с болезнями растений. Патент №2264711. 27.11.2005.
7. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – М.: «Колос». 2012. 127 с.
8. Исраилов А.А. Направления развития химии и технологии производства фунгицидов и протравителей семян/Дис. канд.техн. наук: 02.00.13, 07.00.10. – Уфа, 2012. 150 с.
9. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М., 2014. 365 с.
10. Федоров А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. академий. М.: Гуманит. изд. Центр ВЛА-

ДОС, 2009. 288 с.

11. Хаскелл Джек (US), Шетти Киран (US), Кочран Алек

(CH). Способы и композиция для воздействия на рост и для борьбы с болезнями. Патент RU 2444896. 14.12.2006.

DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.003.30-36

A New Environmentally Safe Fungicidal Preparations Based on Tebuconazole and Thiabendazole to Combat Fungal Diseases of Wheat

¹Margarita Yu. Sharapova ✉, Master's student, email: MarganaMar@yandex.ru

¹Elena E. Nefedieva, D.B.N., Professor, ORCID: 0000-0002-4782-3835-

¹Volgograd State Technical University, rector@vstu.ru, 400005, prospect im. Lenin, 28

In this work, the active substances of the fungicidal preparations tebuconazole and thiabendazole, intended for the treatment of grain seeds from damage by phytopathogenic fungi, were studied. During laboratory tests, their high phytotoxicity and growth-stimulating properties were established. An experiment was carried out on the effect of esphone, menadion and salicylic acid on the growth of wheat coleoptiles using a standard method of dissolved toxic substances biotesting by the growth of coleoptile segments. According to the experiment results, the composition of a fungicidal preparation based on tebuconazole and thiabendazole with the use of a growth-stimulating substance was optimized. The ratio of tebuconazole to thiabendazole has been changed, as well as the concentrations of these active substances have been reduced. The growth stimulator esfon and fusel oil were added as a solvent, and anti-foaming agent and dye preparations were also replaced. The technological scheme of production, including the following equipment, is presented: mixer, containers for the supply of substances, pumps and valves. The environmental friendliness of the new preparation consists in reducing the concentrations of active substances, as well as in adding waste as a solvent. The mordant helps to increase the effectiveness of the fight against fungal diseases of plants, and also does not have a retardant effect.

Keywords: fungicide, tebuconazole, thiabendazole, plant protection, technological scheme of fungicide production

Received: 10.05.2022

Accepted: 17.06.2022

Translation of Russian References:

1. Andreeva E.I., Zinchenko V.A. *Sistemnye inhibitory fungitsidy – biosinteza ergosterina* [Systemic inhibiting fungicides – of ergosterol biosynthesis]. *AgroXXI*. 4. 2002. pp.14-15.
2. Bajbakova E.V., Nefed'eva E.E., Belopukhov S.L. *Issledovanie*

vliyaniya sovremennykh protravitelej na vskhozhest' i rost prorostkov zernovykh kul'tur [Investigation of the contemporary mordants influence on germination and growth of grain seedlings]. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya* [Proceedings of higher educational institutions. Applied Chemistry and Biotechnology]. V.6. 3(18). 2016. pp. 57-64.

3. Belov D.A. *Khimicheskie metody i sredstva zashchity rastenij v lesnom khozyajstve i ozelenenii* [Chemical methods and means of plant protection in forestry and greening]: Study guide for students. Moscow. 2003. 128 p.

4. Golubov S.A., Belousov V.I., Shatalov E.P. *Sostavlyayushchie proizvodstva ekologicheski-bezopasnoj produkcii rastenievodstva pri...* [Components of the production of environmentally safe crop production at...] [Electronic resource], access mode: <http://agro-tema.ru/sostavlyayushchie-proizvodstva-ekolo>(access date: 12.11.2021).

5. Golyshin N.M. *Fungitsidy* [Fungicides]. Moscow.1993. 319 p.

6. Dorofeev D.A., Elinevskaya L.S. *Kompozitsiya dlya protravleniya semyan i sposob bor'by s boleznyami rastenij* [Composition for seed etching and method of combating plant diseases]. Patent №2264711. 27.11.2005.

7. Zinchenko V.A. *Khimicheskaya zashchita rastenij: sredstva, tekhnologiya i ekologicheskaya bezopasnost'* [Chemical plant protection: means, technology and environmental safety]. Moscow. 2012. 127 p.

8. Israilov A.A. *Napravleniya razvitiya khimii i tekhnologii proizvodstva fungitsidov i protravitelej semyan* [Directions of development of chemistry and technology of production of fungicides and seed protectants]. Dis. Candidate of Technical Sciences: 02.00.13, 07.00.10. Ufa. 2012. 150 p.

9. Kiryushin V.I. *Ekologicheskie osnovy zemledeliya* [Ecological foundations of agriculture]. Moscow. 2014. 365 p.

10. Fedorov A.I., Nikol'skaya A.N. *Praktikum po ekologii i okhrane okruzhayushchej sredy* [Practicum on ecology and environmental protection]: Study guide for students of higher stud. academies. Moscow: VLADOS Humanit. Publ. Center. 2009. 288 p.

11. Haskell Jack (US), Shetty Kiran (US), Kochran Alex (CH). *Sposoby i kompozitsiya dlya vozdejstviya na rost i dlya bor'by s boleznyami* [Methods and composition for influencing growth and for combating diseases]. Patent RU 2444896. 14.12.2006.

Цитирование. Шарاپова М.Ю., Нефедьева Е.Е. Новый экологически безопасный фунгицидный препарат на основе тебуконазола и тиабендазола для борьбы с грибными заболеваниями пшеницы // Научно-агрономический журнал. 2022. №2(117). С. 30-36. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.003.30-36

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.


Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Sharapova M.Yu., Nefedieva E.E. A New Environmentally Safe Fungicidal Preparations Based on Tebuconazole and Thiabendazole to Combat Fungal Diseases of Wheat. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 2(117). pp. 30-36. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.003.30-36

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Этапы развития аграрной науки и ее вклад в результативность АПК Волгоградской области

Александр Михайлович Беляков , д.с.-х. н., профессор, г.н.с.,
e-mail: dokbam49@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9541-8383,

лаборатория агротехнологий и систем земледелия в агролесоландшафтах –

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, пр. Университетский, 97, г. Волгоград, Россия

Степные районы России наиболее пригодны для ведения успешного земледелия. Их интенсивное освоение началось в 17-18 веках, сдерживающим фактором являлся низкий уровень развития производительных сил. Причиной была слабость развития науки и качества научного обеспечения аграрного сектора экономики. Актуальность темы продиктована новыми условиями хозяйствования, наложенными санкциями, возросшей конкуренцией, жестким режимом экономии ресурсов (материальных, денежных, людских). Возросла востребованность в анализе использования интеллекта в развитии земледелия, анализе эффективности внедрения научных разработок как на уровне государства, так и отдельных регионов. В работе проведен анализ создания и развития инфраструктуры аграрной науки степного земледелия от Валуйской опытной станции в 1896 году до ФНЦ агроэкологии РАН в 2015 году. Дана характеристика условий земледелия. Представлена динамика изменений в объемах работ по видам обработок почвы в данной области, а также интенсификация отрасли в динамике. Показана высокая роль аграрной науки в обеспечении прогресса аграрного сектора экономики, росте производительности труда, повышении конкурентоспособности отрасли и наращивании объемов производства. Научно-методическая работа и успешная реализация научных разработок на практике аграрного производства свидетельствуют о важности создания инструментария своевременного получения сигналов для участников рынка. Также важен механизм содействия выработки взвешенных управленческих решений в обеспечении отраслевого прогресса на перспективу.

Ключевые слова: развитие земледелия, аграрная наука, вклад ученых, агротехнологии, приемы, урожайность, валовые сборы.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН «Теория и принципы формирования адаптивных агролесомелиоративных комплексов сухостепной зоны юга РФ в контексте климатических изменений» (FNFE-2022-0007).

Поступила в редакцию: 16.05.2022

Принята к печати: 14.06.2022

Так сложилось, что степные провинции наиболее пригодны для ведения успешного земледелия. В основу этого было положено наличие плодородных земель, и в первую очередь черноземов, обширность территории, а также длительность теплого периода, достаточного для вызревания большинства сельскохозяйственных культур. Степные районы России осваивались наиболее интенсивно в 17-18 веках, сдерживающим фактором развития земледелия того периода времени являлся низкий уровень развития производительных сил по причине слабости развития науки и качества научного обеспечения аграрного сектора экономики [2, 6, 7]. Наиболее типичным примером этапов развития аграрной науки степного земледелия являются достижения АПК Волгоградской области. Санкции, экологические и экономические проблемы в отрасли, обострившаяся конкуренция изменили сложившиеся условия хозяйствования, что определило востребованность в анализе способов привлечения интеллектуальных ресурсов и эффективном использовании научных разработок для обеспечения прогресса.

Цель исследования: выполнить анализ этапов развития аграрной региональной науки, показать

ее вклад и результативность в обеспечении технологического прогресса.

Материалы и методы. Использованы аналитические методы исследований статистических данных АПК Волгоградской области, проведен поиск публикаций отечественных авторов по теме исследования в базах данных eLibrary.Ru, НЭБ «КиберЛенинка», поисковой системе «Google Академия», портале Research Gate. Глубина поиска составила с 1900 по 2021 гг. Использован собственный опыт и экспериментальные наработки автора.

Результаты и обсуждения. Общая территория Волгоградской области составляет примерно 11,3 млн. га, площадь с.-х. угодий – 8,3 млн. га (81,9%), площадь пашни – 5,63 млн. га (73%), пастбища – 2419 тыс. га, орошение – 247,2 тыс. га. Сумма годовых осадков – 270-360 мм, амплитуда температур +40-30 °С, ГТК – 0,3-0,6, дефицит увлажнения достигает 70%, число суховейных дней – 24-36. Сумма положительных температур за вегетацию – 2800-3500°С. Уровень гумуса в почве 1,4-4,1%, в период интенсивного использования снизился на 20-30% от средних зональных значений, а в последние десятилетия уменьшился еще на 0,8-1,2% [1, 10, 11].

Следует отметить, что отрасль земледелия юга РФ прошла все этапы эволюционного развития от отвальной вспашки до почвозащитных видов обработок почвы по А. И. Бараеву, орудий СибИМЭ, чизелевания, лапок Миллера, прямого посева и различных комбинаций [4, 13, 15]. В свою очередь, жесткие почвенно-климатические условия и засухи в прошлом (1873 г., 1875 г., 1891 г., 1921 г., 1932 г.), черные бури 1928 г., засухи более поздних лет

(1972 г., 1975 г., 1984 г., 1986 г., 2010 г., 2012 г.) и проявление дефляции 2015 года приводили к существенным потерям производства продукции и мобилизации человеческого интеллекта на их преодоление. Так рождалась и развивалась отечественная аграрная наука, в том числе идеология и методология ведения земледелия в засушливых условиях [5, 6, 11, 13].

Таблица 1 – Площадь и причина списания посевов по Волгоградской области, тыс. га (выписка из данных Комитета по сельскому хозяйству)

| Годы | 2003 | 2007 | 2009 | 2010 | 2012 | 2013 | 2015 | 2017 | 2018 |
|---------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|
| Площадь, тыс.га | 640 | 630 | 430 | 1218 | 600 | 286 | 238 | 320 | 270 |
| Причины | мороз | засуха | засуха | засуха | засуха | засуха, мороз | засуха | засуха | засуха |
| Валовый сбор зерна, млн.т | 2,8 | 2,87 | 3,41 | 1,54 | 2,47 | 3,00 | 3,01 | 3,62 | 4,1 |

На основе представленной характеристики можно заключить, что условия для ведения земледелия (агробизнеса) в Волгоградской области в целом неблагоприятные, о чем свидетельствуют представленные данные в таблице о списании части посевов и причинах их гибели (табл.1).

Однако население южных провинций издавна пытается вовлечь огромную территорию степной, сухостепной и полупустынной зон Нижнего Поволжья в сельскохозяйственный оборот.

К положительным аспектам ведения с.-х. производства следует отнести: обширная территория с.-х. угодий и возможность расширения производства, высокая солнечная инсоляция и потенциала КПД ФАР, высокая сумма положительных и эффективных температур, что предполагает длительный вегетационный период, широкий набор культур для возделывания, естественные условия дезинфекции почвы от солнца, высоких и низких

температур, щелочная среда, богатый спектр ППК (почвенный поглощающий комплекс), солевой режим почвы для получения качественной продукции по содержанию белка и клейковина в зерне, благоприятные условия для вызревания и длительного хранения продукции [1, 5, 8, 12].

Земледелие Волгоградской области в плане обработки почвы прошло путь от сохи до плуга, от плуга до почвозащитной системы машин (по А.И. Бараеву), сибирской стойки (СибИМЭ), орудий чизелевания, лапок Миллера различной модификации по уходу за паровым полем, комбинированных орудий типа АПК-6, КУМ-5,4 и наконец, использование в практике полного многообразия видов и типов обработок почвы, включая прямой посев и химический пар [2, 5, 9, 16]. В табл. 2 представлена статистика распределения объемов работ по видам обработок почвы, где преобладает мелкая и поверхностная и составляет 62,6%.

Таблица 2 – Объемы работ по видам обработок почвы в Волгоградской области на 2022 год

| Вид обработки почвы | Прямой посев | Мелкая, поверхностная | Классика (вспашка) | Плоскорезная |
|-------------------------|--------------|-----------------------|--------------------|--------------|
| Объем обработок, тыс.га | 240-280 | 2940 | 800-1200 | 460- 540 |

В табл. 3 представлена динамика изменений, что свидетельствует о росте многообразия видов в

обработках почвы и появлении технологии прямого посева [3, 6, 16].

Таблица 3 – Динамика изменений в объемах работ по видам обработок почвы в Волгоградской области, % от обрабатываемой пашни

| Вид обработки | 1960 год | 1980 год | 2008 год | 2022 год |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
| Глубокая отвальная | 79 | 68 | 34 | 21,3 |
| Глубокая без отвала | 12 | 18 | 20 | 10,6 |
| Поверхностная, мелкая | 9 | 14 | 45 | 62,6 |
| Прямой посев | - | - | 1,0 | 5,5 |

Инфраструктура аграрной науки в регионе начала создаваться с 1896 г., когда была организована Валуйская опытная станция, затем в 1904 году – Камышинская опытная станция, в 1925 году – Сталинградская опытная станция, в 1931 году – институт агролесомелиорации (ВНИАЛМИ), в 1944 году – Сталинградский сельскохозяйственный институт, в 1981 году – Нижне-Волжский НИИСХ, в 2015 году – ФНЦ агроэкологии РАН.

Большой вклад в развитие аграрной науки внесли русские ученые. Александр Васильевич Советов (1826-1901 гг.) писал: «Земледелие, растениеводство, животноводство и хозяйственная деятельность человека – неразрывны, и нарушение хотя бы одного звена несет беду всему хозяйству страны». Стебут Иван Александрович (1833-1923 гг.) изучал виды обработок почвы, описал приемы известкования и гипсования почв, организовал первое опытное поле и агрономическую лабораторию. Климент Аркадьевич Тимирязев (1843-1920 гг.) много писал о борьбе растений с засухой после неурожайного 1891 года, он говорил, что следует создавать засухоустойчивые растения, улучшать питание растений, вести борьбу с сорной растительностью, создавать лесные уголья, сокращать непроизводительные расходы влаги. Василий Робертович Вильямс (1863-1939 гг.), ректор Петровской академии, почвовед, земледел, обозначил роль организации сельскохозяйственной территории и придавал большое значение исследованиям структуры почвы. Николай Максимович Тулайков (1875-1938 гг.), идеолог системы сухого земледелия, ему принадлежит теория устойчивого земледелия и устойчивых урожаев. Он говорил, что в севообороте непременно должны быть озимые, делил культуры по группам водопотребления, обозначал приемы накопления влаги и рационального ее использования, стоял за широкое разнообразие культур в структуре посева, много писал и размышлял о чистых и занятых парах, пропагандировал рациональность в обработках почвы. Константин Коэтанович Гедройц (1872-1932 гг.), титан мысли и труда, разработал и обосновал способ мелиорации щелочных (солонцовых) почв, писал: «Урожай зависит от величины, характера и состава ППК». Василий Васильевич Докучаев (1846-1903 гг.) пришел к выводу, что «Засуха – явление не климатическое, а почти исключительно почвенно-ландшафтное, нужны многочисленные лесополосы, водоемы, засадка оврагов, залужение и прекращение эрозии почв, а это уже конструирование продуктивных ландшафтов». Работал над поиском соотношения пашни, луга и леса, обозначил систему рационального устройства южной засушливой полосы

Предметом исследований засушливого земледелия всегда являлся водный баланс, его приходные и расходные статьи.

Аграрной наукой разработана система накопления влаги и рационального ее использования, в частности приемы влагонакопления: глубокое

осеннее рыхление на 0,25-0,30 м (СибИМЭ, Плоскорез, Чизель, глубокорыхлитель) и щелевание на глубину 0,35-0,40 м, склоновые технологии на пересеченной местности, оставление стерни на поле (озимая пшеница, подсолнечник, в т.ч. кулисы), создание мульчирующего слоя из растительных остатков на поверхности почвы, мелиорация и улучшение качества почв, в том числе за счет удобрений (органика почвы, гумус) [2, 5, 6, 7, 13, 14, 15].

К приемам влагосбережения следует отнести и следующие: разрушение капиллярной сети на поверхности почвы, создание мульчирующего слоя на поверхности почвы (растительный, землерастительный), скорость формирования растительного покрова из культурных растений (от качества семян, сроков сева, глубины сева, площади питания), формирование структуры посева как фотосинтезирующей системы по аккумуляции солнечной энергии, контроль сорной растительности на поле и в посевах, подбор культур в севообороте с разным типом корневой системы и сортов, своевременность проведения технологических операций и в рекомендованные сроки, защитные мероприятия против вредителей и болезней, своевременная уборка с последующим комплексом технологических работ.

Эффективность отдельных технических приемов по сохранению почвенной влаги в среднем составляет 18-22 мм.

Аграрная наука в 60-80 годы прошлого столетия разработала и предложила к использованию ряд новых агротехнологий. Так, в лексиконе появился ряд агротехнологических понятий, таких как примитивные, экстенсивные, интенсивные, индустриальные технологии, позже Волгоградская, Астраханская агротехнологии, технология программирования урожая, почвозащитная и современные понятия, как сортовые, классические, энегоресурсосберегающие технологии (Mini-til, Nou-til, Strip-til), традиционные, цифровые, точно-го земледелия. [5, 6, 13, 14, 15].

В 1986 году была разработана и утверждена на выездной сессии ВАСХНИЛ система «сухого земледелия». Полное название «Система ведения земледелия в засушливых условиях». Суть которой состоит в агроэкологическом районировании территории, где выделено 5 почвенно-климатических зон (доля сельхоз угодий – 91,5%, пашни – 66,9%, сенокосы – 2,6%, пастбища – 30,3%). Степная зона черноземных почв занимает 28%, сухостепная зона темно-каштановых почв – 18%, сухостепная зона каштановых почв – 44%, полупустынная зона светло-каштановых почв – 8,5% и Волго-Ахтубинская пойма 0,9% от общей площади сельхозугодий.

Наряду с подбором жарозасухоустойчивых культур и целевой селекцией, рекомендована специализирована структура посева, определена доля чистого пара с учетом почвенно-климатических условий (23-28%), предложена дифференцированная обработка почвы и интегрированная система защи-

ты растений, за счет системы мер влагообеспеченность почвы возрастает от 40-60% до 70-95%.

Результатом внедрения научных разработок данного периода стали существенные достижения АПК Волгоградской области.

При условии соблюдения рекомендаций продуктивность зерновых культур выросла в 1,8-2,1 раза. Передовые хозяйства стали собирать 3-4 т/га зерна в зоне светло-каштановых почв и 4-6 т/га в зоне черноземных почв, а валовые сборы зерновых в ряде районов области – Еланском, Серафимовичском, Октябрьском Котельниковском, Калачевском, Клетском, Новоаннинском – выросли свыше 200 тыс. т.

Урожайность зерновых в ряде с.-х. предприятий выросла до 3-4 т/га (ОАО «Равнинный» – 2,5-3,2 т/га, СПК «им. Ленина» – 3,0-3,3 т/га, КФХ Олейникова Н.Н. – 2,4-3,6 т/га, КФХ Штепо А.В. – 2.2-3.1 т/га, КФХ Рыжкова – 3,5-3,8 т/га, ОАО «Усть-Медведицкое» – 3,2-4,0 т/га, КФХ Шкарупелова С.В. – 5,0-6,0 т/га, ООО «Становское» – 4,0-5,0 т/га.

Выход зерна на 1 мм осадков на данный момент составляет 8,0-10,0 кг. Валовой сбор зерна стабилизировался на уровне 4,0-5,0 млн. т (табл. 4). В начале 2000 годов обострился ряд проблем в наращивании производства продукции и состоянии природных экосистем. Современное сельское хозяйство – в основном интенсивное, отличается использованием в производстве мощных ресурсов техногенного характера в виде системы машин, удобрений, химических средств, когда вовлекаются в оборот огромные территории, в том числе с чрезмерной распашкой угодий, отчуждается с урожаем большое количество элементов питания, и все это падает нагрузкой на природные ландшафты. Последствия которого выражаются в дегумификации почвы, загрязнении почвы, воды и окружающей среды, переуплотнении почвы, нарушении сложившихся балансов в экосистеме, засолении почв и заболачивании территорий, а в конечном итоге снижении урожаев и качества продукции.

Таблица 4 – Динамика роста интенсификации отрасли

| № п/п | Показатели | 1930 г. | 1950-1960 гг. | 1980-2000 гг. | 2001-2021 гг. |
|-------|-------------------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | Урожайность, т/га | 0,7–0,8 | 1,0-1,2 | 1,5-1,8 | 2,2-2,7 |
| 2 | Выход зерна на мм осадков, кг | 3-4 | 5-6 | 7-8 | 8-10 |
| 3 | Кoeffициент выпашанности | 0,25-0,35 | 0,40-0,50 | 0,65-0,70 | 0,70-0,71 |
| 4 | Уровень внесения удобрений, кг/га | - | 0,1-6,2 | 8,1–11,4 | 12,0-16,7 |
| 5 | Объем химических обработок, тыс. га | - | 130-220 | 450-680 | 2200-2670 |

В настоящее время в области преобладают несбалансированные по гумусу севообороты: 2-4-польные с 25-50% чистыми парами. При дефиците гумуса пахотные почвы за 20 лет теряют до 0,3-0,4% гумуса в абсолютном выражении. Ежегодно потери из почвы гумуса в этих севооборотах составляют 0,26 до 0,48 т/га. Все севообороты для производства зерна имеют высокое насыщение зерновыми колосовыми культурами и парами, создают дефицит за ротацию от 0,5 до 3 т/га гумуса.

Таким образом, деградация пахотных почв и их дифференциация по плодородию связана не только с проявлением эрозионных процессов, но и с ростом антропогенной нагрузки, большим выносом с урожаем питательных веществ.

Анализ изменения структуры посева за последние 30 лет показывает, что паровое поле увеличено с 23-28% до 35,0-50%, посеvy подсолнечника возросли с 3,6% до 14,3%, озимые остались на прежнем уровне – 24,6-25,0%, яровые зерновые с 25% сократились до 10,7%, кормовые с 20,1% упали до 1,8%, появилась новая строка в статистике «пашня вне обработки» – 21,4%. Площадь под культурами-восстановителями плодородия почвы сократилась: под зернобобовыми с 150 тыс. га до 50 тыс. га, под многолетними травами с 650 тыс. га до 120 тыс. га. Уровень деградированной пашни по

Волгоградской области в настоящее время составляет 0,9-1,3 млн. га, на которой продуктивность зерновых культур составляет менее 0,5 т/га.

Таким образом, балансы нарушены между озимым и яровым клином, между яровыми зерновыми и пропашными, так обозначилась монополия озимой пшеницы и подсолнечника, усилились деградиционные процессы на почве и потеря плодородия, в том числе отрицательный баланс по NPK.

На современном этапе развития земледелия сформулирована задача для НИОКР – создание адаптивной системы земледелия в агроландшафтах нового поколения, создание нормативной базы формирования экологически устойчивых и высокопродуктивных агролесоландшафтов по всем регионам страны (А.Н.Каштанов) [9].

Г.Н. Высоцкий обосновал роль агролесомелиорации (водоохранную, водорегулирующую роль лесов), теорию защитного лесоразведения и обозначил агролесомелиоративное земледелие.

Е.С. Павловский и др. развили направления лесомелиорации и роль агролесоландшафтов в сохранении природной среды под влиянием системы ЗЛН с целью их приближения к динамическому равновесию.

Позже В.В. Захаров и др. обосновали применение дифференцированной технологии возделывания

с.-х. культур, в том числе основных ее элементов в системе ЗЛН.

По факту внимательного рассмотрения объектов хозяйственной деятельности всегда обнаруживается неоднородность условий ведения с.-х. производства, без учета которых в практике приводит к дегумификации почвы, ее загрязнению, переуплотнению, эрозии, дефляции, засолению, заболачиванию, и в конечном итоге, опустыниванию территорий, разбалансированию природной среды. Перед современной наукой стоит задача обеспечить максимальное приближение агроландшафтов к гомеостазу, характерному для естественных девственных ландшафтов.

В 2008 году аграрной наукой разработана адаптивно-ландшафтная система земледелия (АЛСЗ) Волгоградской области. АЛСЗ – это новая идеология в земледелии, суть которой состоит в оптимизации угодий и посевных площадей, использовании влагоэнергосберегающих технологий, биологизации земледелия, улучшении свойств и плодородия почв [6, 8, 12, 13].

Согласно агроландшафтного подхода, интенсивному использованию пашни Волгоградской области подлежат (до 3° уклона рельефа) – 5,5 млн. га (95,6%), умеренному (3-5°) – 226,2 тыс. га, (3,9%), ограниченному (5-7°) – 23,2 тыс. га и пашня, подлежащая консервации (более 7°) – 5-8 тыс. га [6, 8, 14].

В ФНИЦ агроэкологии РАН разработан метод дифференциации пашни по интенсивности использования, где в качестве основного критерия уровня плодородия почвы принята обеспеченность пахотного слоя общим гумусом. Выделено 4 класса: окультуренная, оптимальная, околокритическая и критическая. Разработан проект «О трансформации малопродуктивной и неиспользуемой пашни в другие виды угодий по районам области». В результате подлежат трансформации 669,2 тыс. га, в том числе пастбища – 375,4 тыс. га, в залежь – 286,2

тыс. га и под консервацию – 7,5 тыс. га., структура сельскохозяйственных угодий должна быть следующей для региона: пашня – 3,5 млн. га (42%), сенокосы и пастбища – 4,7 млн. га (58%) [3].

Одним из резервов восполнения запасов гумуса в почве является применение соломы. В области ежегодный объем соломы зерновых культур составляет: 3,5-4,0 млн. т и листостебельной массы подсолнечника 4,0-4,5 млн. т, а с учетом коэффициента гумификации для зерновых культур 0,15 и жесткостебельных – 0,16, образуется 1,1-1,8 млн. т гумуса [5, 13, 14].

Таким образом, наиболее доступным средством регулирования гумусного состояния почв является введение в полевые севообороты зернобобовых и сидеральных культур на зеленое удобрение. Вносимая растительная масса улучшает физические свойства почвы и обогащает ее органическим веществом и азотом.

Исследования показывают, что с помощью биологизации можно достичь бездефицитного баланса азота в севооборотах зерновой специализации.

Ландшафтные подходы базируются на основе почвозащитной системы земледелия с расширенным воспроизводством плодородия почвы и постепенным переходом на почвозащитные, малозатратные, энергоресурсосберегающие минимальные технологии обработки почвы.

В наибольшей степени агроландшафтным требованиям отвечает технология мульчирующей обработки почвы. Поживные остатки и мульча являются универсальным средством для сохранения влаги, защищают почву от перегрева, способствуют сокращению эрозии почвы и являются основной для восстановления плодородия слоя. Это основополагающие звенья борьбы с засухой.

Наименьшие затраты труда, расходы топлива и энергозатраты в расчете на 1 га отмечаются на варианте с минимальной обработкой почвы (табл. 5).

Таблица 5 – Сравнительные технико-экономические показатели способов обработки и почвообрабатывающих орудий

| Показатели | Единица измерения | Способы обработки почвы и с.-х. орудия | | |
|-------------------------------|-------------------|--|----------------------------|--------------------------------|
| | | Отвальная на 25-27 см ПН-4-35 | Мелкая на 12-14 см КПЭ-3,8 | Поверхностная на 8-10 см БДТ-3 |
| Энергоемкость | КВт-ч/га | 237 | 89 | 128 |
| Затраты труда | ч. час/га | 2,38 | 0,39 | 0,5 |
| Удельный расход топлива | кг/га | 26,5 | 5,2 | 5,9 |
| Производительность | га/час | 0,83 | 2,6 | 2,0 |
| Количество условных агрегатов | усл. ед. | 12,1 | 4,0 | 5,1 |

Примером позитивного решения проблемы экологизации земледелия стал опыт освоения технологии прямого посева в ОАО «Усть-Медведицкое» Серафимовичского района. При этом возрос возврат растительных остатков в почву, так как вся

непродуктивная часть растений измельчается и разбрасывается по полю. Вырос уровень применения удобрений на 1 га пашни и площадь пашни с высокой и средней обеспеченностью почвы подвижным фосфором (P_{2O_5}): с 466 га в 2008 году до

6040 га в 2015 году или с 4,8% до 63% от площади всей пашни, а обеспеченность калием (K_2O) – до 98%. Число работающих на предприятии сократилось в 3 раза: с 149 работников в 2008 году до 60-48 человек в 2017 году.

Смена технологий привела к расширению набора культур. Уровень применения минеральных удобрений в среднем составил 86 кг д. в. на 1 га пашни.

В результате применения технологии прямого посева существенно снизились проявления водной и ветровой эрозии. Ветровая эрозия 2015 года на территории землепользования практически не проявилась, тогда как по области она нанесла существенный урон, вынос почвы достигал 12-28 т/га.

Прирост гумуса за первые 5 лет составил 0,04%, а за 13 лет увеличился на 0,49%, при этом площадь с высокой обеспеченностью гумуса выросла до 50,4% площади пашни, а с низкой упала с 63% в 2003 году до 17,5% в 2016 году.

Таким образом, прямой посев имеет ряд технологических и экономических преимуществ, а следовательно, и право на творческое его применение в условиях Волгоградской области и других регионах Нижнего Поволжья, для чего необходимы специальные исследования. Позитивной стороной технологии прямого посева является более тесная гармония хозяйственной деятельности человека с природой, сокращение затрат на производство с-х продукции и существенный рост производительности труда.

Заключение. Таким образом, исследования показали высокую роль аграрной науки в обеспечении прогресса аграрного сектора экономики, росте производительности труда, повышении конкурентоспособности отрасли и наращивании объемов производства. Анализ этапов развития аграрной науки в регионе Волгоградская область и реализация ее научных разработок в практике аграрного производства свидетельствует о важности создания механизма своевременного получения и передачи рыночных сигналов для участников рынка, что содействует выработке взвешенных управленческих решений в обеспечении отраслевого прогресса на перспективу.

DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.004.37-43

Agricultural Science Development Stages and Its Contribution to the Effectiveness of the Agro-Industrial Complex of the Volgograd Region

Alexander M. Belyakov ✉, D.S.-Kh.N., Professor, Leader Researcher,
ORCID: 0000-0002-9541-8383, e-mail: dokbam49@mail.ru,

Laboratory of Agricultural Technologies and farming systems in agroforest landscapes –
Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS),
e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

The steppe regions of Russia are the most suitable for successful farming. Their intensive development began in the 17th and 18th centuries, the low level of productive forces development was a limiting

- Литература:**
1. Агроклиматический справочник по Волгоградской области. Л., Гидрометеоздат, 1967. 143 с.
 2. Бараев А.И. Теоретические основы почвозащитного земледелия. М., Колос, 1975. 304 с.
 3. Беляков А.М. Типизация пашни в агроландшафтах Волгоградской области / Аридные экосистемы. 2021. Т. 27. № 1. С. 119-126.
 4. Беляков А.М., Назарова М.В. Влияние приемов и агротехнологий на водный режим почвы и продуктивность сельскохозяйственных в агроландшафтах сухостепной зоны Нижнего Поволжья // Научно-агрономический журнал. 2018. №2 (103). С. 44-47.
 5. Зайцев В.А. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от ресурсосберегающих способов обработки залежных земель в условиях каштановых почв правобережья Волги / автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2011. 24с.
 6. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия / Земледелие. 2015. № 6. С. 6-10.
 7. Мальцев Т.С. Вопросы земледелия. М., Колос, 1971. 391 с.
 8. Овсинский И.Е. Новая система земледелия. С-Петербург, 1902. 325 с.
 9. Орлова Л.В. и др. Научно-практическое руководство по освоению и применению сберегающего земледелия. Самара, 2006. 169 с.
 10. Природные условия и ресурсы Волгоградской области. Волгоград, Перемена, 1995. 264 с.
 11. Сажин А.Н. Природно-климатический потенциал Волгоградской области. Волгоград, 1993. 28 с.
 12. Сергеев В.С., Ибрагимова Г.Х. Экономическая эффективность ресурсосберегающих способов обработки почвы // Аграрный вестник Урала. 2010. №3 (69). С.52-53.
 13. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 года / А.Л. Иванов [и др.]. Волгоград: ИПК Волгоградской ГСХА «Нива», 2009. 304с.
 14. Сухов А.Н. Агроэкономические основы полевых севооборотов и обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии сухостепной и полупустынной зон Нижнего Поволжья: Монография / А.Н. Сухов, К.А. Имангалиев, А.К. Имангалиева. Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011. 192 с.
 15. Сухов А.Н. и др. Системы земледелия Нижнего Поволжья. Волгоград 2007. 344 с.
 16. Шульмейстер К.Г. Избранные труды в 2-х томах. Волгоград, 1995. 480 с. УДК 631.15: 631.145

factor. The reason was the weakness of the science development and the quality of scientific support for the agricultural sector of the economy. The relevance of the topic is dictated by new economic conditions,

imposed sanctions, increased competition, and a strict regime of saving resources (material, monetary, human). The demand for the analysis of the use of intelligence in the development of agriculture, the analysis of the scientific developments introduction effectiveness both at the state level and in individual regions has increased. The paper analyzes the creation and development of the infrastructure of the agrarian science of steppe agriculture from the Valuis Experimental Station in 1896 to the Federal Scientific Centre of Agroecology of the Russian Academy of Sciences in 2015. The characteristic of farming conditions is given. The dynamics of changes in the volume of work by types of soil treatments in this area, as well as the intensification of the industry in dynamics, is presented. The high role of agricultural science in ensuring the progress of the agricultural sector of the economy, the growth of labor productivity,

Received: 16.05.2022

increasing the competitiveness of the industry and increasing production volumes is shown. Scientific and methodological work and successful implementation of scientific developments in the practice of agricultural production indicate the importance of creating tools for timely receipt of signals for market participants. Also important is the mechanism for facilitating the development of balanced management decisions in ensuring industry progress in the future.

Keywords: development of agriculture, agricultural science, contribution of scientists, agricultural technologies, techniques, yield, gross fees

The work was carried out within the framework of the topic of the state task of the FSC of agroecology RAS «Theory and principles of formation of adaptive agroforestry complexes in the dry steppe zone of the south of the Russian Federation in the context of climate change» (FNFE-2022-0007).

Accepted: 14.06.2022

Translation of Russian References:

1. *Agroklimaticheskij spravochnik po Volgogradskoj oblasti* [Agro-climatic guide to the Volgograd region]. Leningrad. «Gidrometeoizdat» Publ. house. 1967. 143 p.
2. Baraev A.I. *Teoreticheskie osnovy pochvozaschitnogo zemledeliya* [Theoretical foundations of soil protection agriculture]. Moscow. «Kolos» Publ. house. 1975. 304 p.
3. Belyakov A.M. *Tipizatsiya pashni v agrolandshaftakh Volgogradskoj oblasti* [Typification of arable land in agro-landscapes in the Volgograd region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2021. T.27. 1. pp. 119-126.
4. Belyakov A.M., Nazarova M.V. *Vliyanie priemov i agrotekhnologij na vodnyj rezhim pochvy i produktivnost' sel'skokhozyajstvennykh v agrolesolandshaftakh sukhostepnoj zony Nizhnego Povolzh'ya* [Influence of techniques and agrotechnologies on soil water regime and agricultural productivity in agroforest landscapes of the Lower Volga region dry steppe zone]. *Scientific Agronomy Journal*. 2018. 2(103). pp. 44-47.
5. Zajtsev V.A. *Produktivnost' ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot resursosberegayushchikh sposobov obrabotki zaleznykh zemel' v usloviyakh kashtanovykh pochv pravoberezh'ya Volgi* [Productivity of winter wheat depending on resource-saving methods of processing fallow lands in the chestnut soils of the right bank of the Volga conditions]. Abstract of diss. ... candidate of Agricultural Sciences. Volgograd. 2011. 24 p.
6. Kiryushin V.I. *Tekhnologicheskaya modernizatsiya zemledeliya Rossii: predposylki i usloviya* [Technological modernization of agriculture in Russia: prerequisites and conditions]. *Zemledelie* [Agriculture]. 2015. 6. pp. 6-10.
7. Mal'tsev T.S. *Voprosy zemledeliya* [Issues of agriculture]. Moscow. «Kolos» Publ. house. 1971. 391 p.
8. Ovsinskij I.E. *Novaya sistema zemledeliya* [A new system

of agriculture]. St. Petersburg. 1902. 325 p.

9. Orlova L.V. et al. *Nauchno-prakticheskoe rukovodstvo po osvoeniyu i primeniyu sberegayushchego zemledeliya* [Scientific and practical guide to the development and application of saving agriculture]. Samara. 2006. 169 p.

10. *Prirodnye usloviya i resursy Volgogradskoj oblasti* [Natural conditions and resources of the Volgograd region]. Volgograd. «Peremena» Publ. house. 1995. 264 p.

11. Sazhin A.N. *Prirodno-klimaticheskij potentsial Volgogradskoj oblasti* [Natural and climatic potential of the Volgograd region]. Volgograd. 1993. 28 p.

12. Sergeev V.S., Ibragimova G.Kh. *Ekonomicheskaya effektivnost' resursosberegayushchikh sposobov obrabotki pochvy* [Economic efficiency of resource-saving methods of tillage]. *Agrarnyj vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2010. 3(69). pp. 52-53.

13. Ivanov A.L. [et al.]. *Sistema adaptivno-landshaftnogo zemledeliya Volgogradskoj oblasti na period do 2015 goda* [The system of adaptive landscape agriculture of the Volgograd region for the period up to 2015]. Volgograd. 2009. 304 p.

14. Sukhov A.N., Imangaliev K.A., Imangalieva A.K. *Agro-ekonomicheskie osnovy polevykh sevooborotov i obrabotki pochvy v adaptivno-landshaftnom zemledelii sukhostepnoj i polupustynnoj zon Nizhnego Povolzh'ya* [Agroeconomical bases of field crop rotations and tillage in adaptive-landscape agriculture of the dry-steppe and semi-desert zones of the Lower Volga region]: Monograph. Volgograd. Publ. house of FSBEI HE Volgograd SAU. 2011. 192 p.

15. Sukhov A.N. et al. *Sistemy zemledeliya Nizhnego Povolzh'ya* [Farming systems of the Lower Volga region]. Volgograd. 2007. 344 p.

16. Shul'mejster K.G. *Izbrannye trudy v 2-kh tomakh* [Chosen works in 2 volumes]. Volgograd. 1995. 480 p.

Цитирование. Беляков А.М. Этапы развития аграрной науки и ее вклад в результативность АПК Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2022. №2(117). С. 37-43. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.004.37-43

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Belyakov A.M. Agricultural Science Development Stages and Its Contribution to the Effectiveness of the Agro-Industrial Complex of the Volgograd Region. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 2(117). pp. 37-43. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.004.37-43

Author's contribution. Author of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Aauthor of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Author declare no conflict of interest.

Действие биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы**¹Галина Михайловна Зеленская** , д.с.-х.н., e-mail: zela_06@mail.ru,

профессор кафедры растениеводства и садоводства, ORCID: 0000-0002-1537-9207;

¹Владислав Олегович Шашлов, магистрант 2 курса по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия –¹Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Дон ГАУ), e-mail: agrofak-dgau@yandex.ru 346493, ул. Кривошлыкова, 24, пос. Персиановский, Октябрьского района, Ростовской области, Россия

В Ростовской области ежегодно при производстве зерна серьезные проблемы создают возбудители болезней, которые заселяют семена и растительные остатки в почве. Их вредоносность оценивается потерей 10-20% урожая зерна. Развитию болезней способствует возделывание сортов, неустойчивых к болезням. Важным звеном в получении экологически чистой сельскохозяйственной продукции с низкими затратами является использование биологических препаратов, способных повысить устойчивость растений к болезням и неблагоприятным факторам среды, а также их продуктивность. Проведено исследование по определению биологической и экономической эффективности применения биопрепаратов в условиях Ростовской области. Семена озимой пшеницы сорта Алексеевич за сутки до посева обрабатывались биологическими препаратами Агат 25 К, Альбит, Новосил ВЭ, Биосил, Альфастим, Бигус. В результате проведенных исследований определены биопрепараты, оказавшие положительное влияние на посевные качества семян, осеннее развитие и зимостойкость растений, устойчивость к болезням, элементы структуры и урожайность озимой пшеницы. Лучшие показатели были получены при обработке семян препаратами Биосил (50 мл/т), Альфастим (50 мл/т) и Бигус (0,5 л/т). На вариантах с применением этих препаратов получены высокие экономические показатели. Рекомендации позволят получать высокую и стабильную урожайность высококачественного зерна озимой пшеницы.

Ключевые слова: озимая пшеница, болезни, биопрепарат, жизнеспособность семян, посевные качества, урожайность.

Поступила в редакцию: 26.04.2022

Принята к печати: 06.06.2022

Развитию болезней озимой пшеницы способствует возделывание неустойчивых к ним сортов, нарушения в технологии выращивания, несбалансированное питание растений [1, 3].

При выращивании сельскохозяйственных культур на сегодняшний день наряду с агротехническими приемами широко используются современные препараты биологической природы: микробиологические препараты (регуляторы роста растений, биофунгициды, биоудобрения и гуминовые препараты). При этом нужно учитывать, что простая замена традиционных (химических) методов защиты растений возрастающим применением биопрепаратов успехов не приносит. Основным условием успешного применения биопрепаратов в современном растениеводстве является их разумное использование и сочетание со всеми имеющимися в настоящее время средствами [2,5,9]. Поэтому разработка ресурсосберегающих приемов повышения устойчивости растений озимой пшеницы к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды с учетом стимуляции естественного защитного потенциала растений является актуальной проблемой современного земледелия. Применение биопрепаратов должно сопровождаться многочисленными исследованиями их влияния на рост и развитие растений, формирование элементов урожайности сельскохозяйственных культур [6,8,10].

Цель исследований: определить биологическую

и экономическую эффективность применения биопрепаратов в технологии выращивания озимой пшеницы в условиях центральной зоны Ростовской области.

Методика и схема исследований. Эффективность предпосевной обработки семян озимой пшеницы различными биопрепаратами для повышения продуктивности озимой пшеницы и качества зерна, полевой всхожести семян, зимостойкости и сохранности растений к уборке проводилась в ООО «Светлагорское» Багаевского района Ростовской области в 2020-2022 гг.

Семена озимой пшеницы сорта Алексеевич за сутки до посева обрабатывались препаратами по следующей схеме:

1. Контроль (вода)
2. Агат 25 К – 30 г/т
3. Альбит – 0,5 л/т
4. Новосил, ВЭ – 50 мл/т
5. Биосил – 50 мл/т
6. Альфастим – 50 мл/т
7. Бигус – 0,5 л/т

Все изучаемые препараты биологического или растительного происхождения обладают свойствами регуляторов роста и фунгицидов, рекомендуются производителями для обработки семян и листовых подкормок.

Перед протравливанием семена проанализированы на зараженность семенной инфекцией по общепринятой методике (рулонным методом).

Опыты закладывались на естественном инфекционном фоне (предшественник – озимая пшеница) по методике государственного сортоиспытания с учетной площадью 25 м² в четырехкратной повторности, норма высева 5,0 млн. шт на га.

Технология выращивания озимой пшеницы – общепринятая для зоны неустойчивого увлажнения. Почвенный покров хозяйства представлен черноземом обыкновенным теплым промерзающим. Мощность гумусового горизонта колеблется от 70 до 90 см. Среднемощные и особенно мощные обыкновенные черноземы содержат достаточный запас питательных веществ. По степени обеспеченности подвижным фосфором и обменным калием они относятся к группе высоко- и среднеобеспеченных для группы зерновых культур.

Климат зоны носит континентальный характер с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой. В теплый период выпадает всего 200-250 мм осадков. Сумма активных температур здесь колеблется в пределах 3000-3200°С, продолжительность безморозного периода 165-170 дней.

Результаты и обсуждения. Зерновые культуры

поражаются болезнями на всех этапах своего развития: от семян до проростков, вегетирующих растений и семян нового урожая. От эффективности борьбы с болезнями пшеницы во многом зависит не только объем получаемого урожая зерна, но и, что особенно важно, его качество. Если семена перед посевом были обработаны препаратами, подавляющими развитие патогенов, это приводит к подавлению инфекционного фона, однако не означает полного уничтожения болезней. Ряд фитопатогенов инфицирует растения в период вегетации, и одним из эффективных средств борьбы может стать своевременное проведение химических обработок посевов фунгицидами [4,7].

Результаты наших исследований показали, что использование биопрепаратов при предпосевной обработке семян озимой пшеницы оказалось высокоэффективным. Изучаемые нами биопрепараты оказали положительное влияние на жизнеспособность и полевую всхожесть семян озимой пшеницы (табл.1). Так, жизнеспособность семян увеличилась на 3,0-8,0%, полевая всхожесть – на 4,3-4,9% (табл.1).

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на полевую всхожесть и посевные качества семян озимой пшеницы (среднее за 2020-2021 гг.)

| Вариант | Посевные качества | | Полевая всхожесть | |
|-----------|------------------------|---------------------|---------------------------------|------|
| | Энергия прорастания, % | Жизнеспособность, % | Число всходов шт/м ² | % |
| Контроль | 75 | 83 | 356 | 79,1 |
| Агат 25 К | 82 | 90 | 368 | 81,8 |
| Альбит | 79 | 84 | 375 | 83,3 |
| Новосил | 80 | 86 | 376 | 83,4 |
| Биосил | 85 | 91 | 378 | 84,0 |
| Альфастим | 83 | 90 | 372 | 82,7 |
| Бигус | 85 | 92 | 380 | 84,4 |

Как видно из данных таблицы 1, лучшие показатели посевных качеств семян озимой пшеницы были получены при обработке семян препаратами Биосил и Бигус, энергия прорастания семян и их жизнеспособность на этих вариантах была наибольшая и составила соответственно 85,0 %, и 91, 92 %, что на 10,0% и 8,0-9,0 % выше, чем на контроле. Показатели посевных качеств семян озимой пшеницы, обработанные другими изучаемыми препаратами, были немного ниже, но превышали контрольный вариант.

Жизнеспособность семян, находящихся в почве, влажность которой на глубине заделки семян недостаточна для их прорастания, может снижаться, потому что на них развиваются различные микроорганизмы, главным образом, плесневые грибы.

На вариантах с лучшими посевными качест-

вами семян озимой пшеницы отмечались более высокие показатели по полевой всхожести. Так, наибольшей она была на вариантах у семян, обработанных Биосилом и Бигусом, и соответственно составила 84,0 и 84,4 %, что на 4,9 и 5,3 % выше, чем на контроле.

Известно, что некоторые изучаемые препараты могут сдерживать рост растений в фазе всходов, поэтому важно было выявить, оказывают ли изучаемые препараты отрицательное влияние на всходы озимой пшеницы. С этой целью перед уходом в зиму отбирали пробы растений, в которых определяли высоту растений, длину корней и кустистость. Установлено, что только обработка протравителем Агат 25 К повлекла за собой незначительное снижение высоты растений (на 0,3 см ниже контроля), но не оказала ингиби-

рующего действия на корни растений. Во всех остальных вариантах высота растений превышала контроль на 0,5-0,9 см, длина корней – на

0,3-0,7 см, т.е. изучаемые препараты оказывали стимулирующий эффект на рост и развитие (таблица 2, рисунок 1).

Таблица 2 – Влияние биопрепаратов на осеннее развитие растений озимой пшеницы (среднее за 2020-2021 гг.)

| Вариант | Высота растений | | Длина корней | | Кустистость | |
|-------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|---------------|
| | см | к контролю, % | см | к контролю, % | стеблей, шт/растение | к контролю, % |
| Контроль | 12,3 | | 8,8 | | 2,1 | |
| Агат 25 К | 12,0 | 97 | 9,0 | 102 | 2,4 | 114 |
| Альбит | 12,8 | 104 | 9,1 | 103 | 2,2 | 104 |
| Новосил | 13,0 | 105 | 9,5 | 107 | 2,5 | 119 |
| Биосил | 13,2 | 107 | 9,1 | 101 | 2,6 | 123 |
| Альфафастим | 13,0 | 105 | 9,2 | 104 | 2,5 | 119 |
| Бигус | 13,1 | 106 | 9,2 | 104 | 2,7 | 120 |

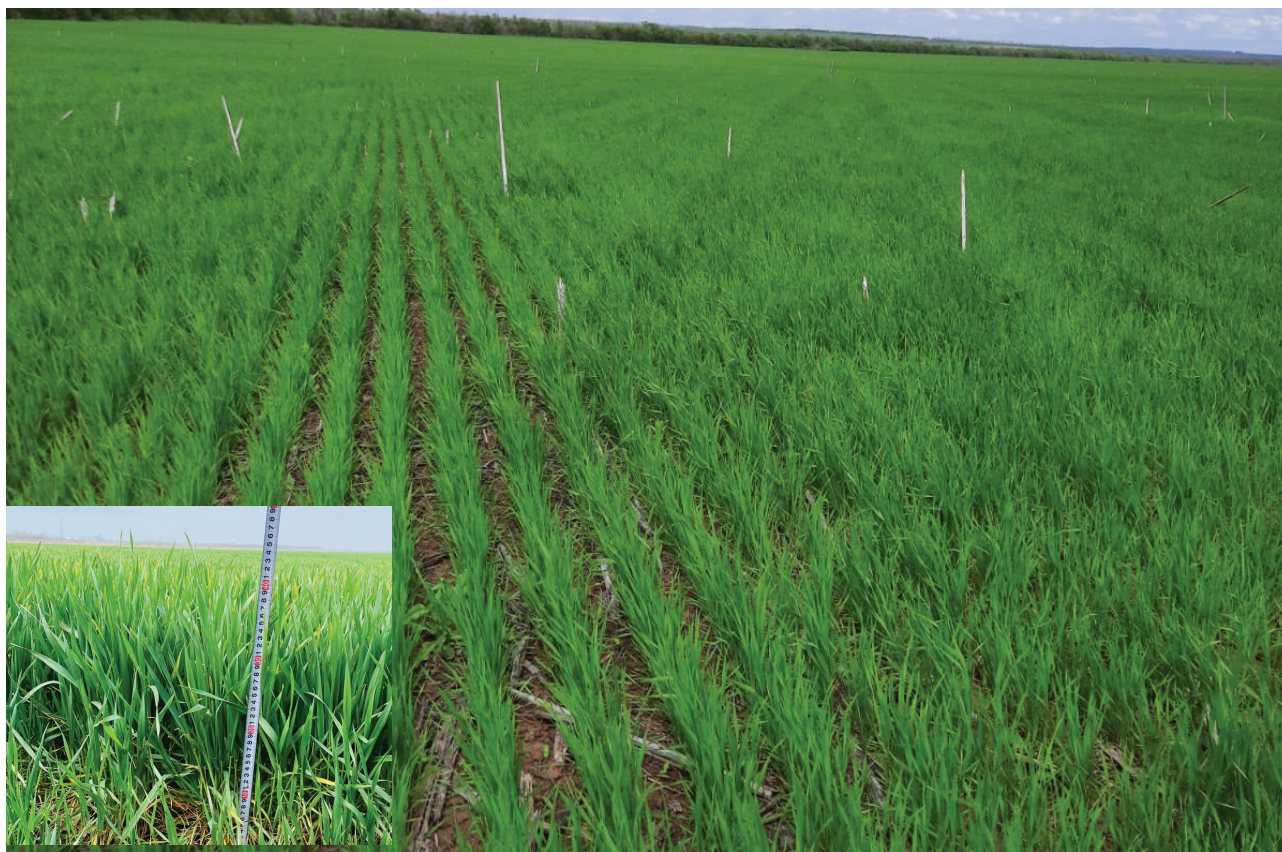


Рисунок 1. Посевы озимой пшеницы сорта Алексеевич с обработкой семян препаратами Новосил, Биосил, Альфафастим и Бигус, 2021 год

Как показали наши исследования, семена, имеющие лучшие показатели по полевой всхожести, перед уходом в зиму были развиты лучше. У растений озимой пшеницы на вариантах, обработанных биопрепаратами, высота растений, количество корней и кустистость были выше, чем на контроле. Лучшие показатели были получены на вариантах с обработкой семян препаратами Новосил, Биосил, Альфафастим и Бигус.

Кустистость во всех изучаемых вариантах оказалась выше контроля, что, вероятно, сказалось на высоте растений, поскольку в более плотном стеблестое увеличивается линейный рост растений. Важными условиями формирования плотного стеблестоя озимых культур являются перезимовка растений, пораженность их корневыми гнилями и снежной плесенью. После перезимовки развитие снежной плесени на посевах озимой

пшеницы на контрольном варианте составило 38 %, корневых гнилей – 43 %. Биологическая эффективность обработки семян изучаемыми

препаратами против снежной плесени составила 95,1-99,4%, корневых гнилей – 88,8-97,6% (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние обработки семян озимой пшеницы биопрепаратами на перезимовку растений и развитие болезней (среднее за 2020-2021 гг.)

| Вариант | Перезимовало | | Развитие болезней | | | |
|-----------|-----------------------------|---------------|-------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| | растений, шт/м ² | к контролю, % | снежной плесени | | корневых гнилей | |
| | | | % | биологическая эффективность, % | % | биологическая эффективность, % |
| Контроль | 284 | 80 | 38 | 86,6 | 43 | 85,6 |
| Агат 25 К | 310 | 84 | 4 | 98,7 | 27 | 91,3 |
| Альбит | 320 | 85 | 8 | 97,5 | 36 | 88,8 |
| Новосил | 324 | 86 | 6 | 95,1 | 35 | 89,2 |
| Биосил | 328 | 87 | 3 | 99,1 | 18 | 94,5 |
| Альфастим | 325 | 87 | 11 | 96,6 | 23 | 92,9 |
| Бигус | 330 | 88 | 2 | 99,4 | 8 | 97,6 |

Лучшие показатели устойчивости растений озимой пшеницы к снежной плесени были получены на вариантах при обработке семян Бигусом (99,4 %), Биосилом (99,1 %) и Агатом 24 К (98,7 %). Биологическая эффективность против корневых гнилей наибольшей была на вариантах с применением Бигуса (97,6 %) и Биосила (94,5 %).

При обработке семян изучаемыми протравителями число перезимовавших растений увеличилось на 4-8 % (самый высокий показатель получен в варианте с применением Бигус – 88 %). Следует отметить, что нарастание развития корневых гнилей происходило неравномерно: в начальных фазах развития (особенно, выход в трубку – флаговый лист) – мед-

ленно, к концу вегетации – сильнее, что, конечно, связано с ослаблением иммунитета растений.

Если рассматривать элементы структуры урожая зерновых культур, то можно выделить те или иные элементы, которые в конечном счете и оказали влияние на урожайность. Особенно важным показателем структуры урожая, во многом определяющим полноценность и величину урожая, является густота растений перед уборкой. Она определяется нормой высева семян, их полевой всхожестью, выживаемостью растений от посева до уборки урожая, зависит также от плодородия почвы, обеспеченности растений влагой, пищей, светом, от особенностей сорта и других условий.

Таблица 4 – Показатели структуры урожайности озимой пшеницы (среднее за 2020-2021 гг.)

| Вариант | Количество стеблей | | Количество зерен в колосе | | Масса зерна с колоса | | Масса 1000 зерен | | Биологическая урожайность | |
|-----------|--------------------|--------------|---------------------------|--------------|----------------------|--------------|------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| | шт./м ² | % к контролю | шт. | % к контролю | г | % к контролю | г | % к контролю | г/м ² | % к контролю |
| Контроль | 392 | | 36 | | 1,48 | | 41,2 | | 580 | |
| Агат 25 К | 405 | 103 | 38 | 106 | 1,60 | 108 | 42,0 | 102 | 648 | 112 |
| Альбит | 413 | 105 | 40 | 111 | 1,70 | 115 | 42,4 | 103 | 702 | 121 |
| Новосил | 414 | 106 | 42 | 117 | 1,76 | 119 | 42,0 | 102 | 729 | 126 |
| Биосил | 420 | 107 | 42 | 131 | 1,84 | 123 | 43,8 | 106 | 773 | 133 |
| Альфастим | 409 | 104 | 42 | 117 | 1,87 | 126 | 44,6 | 108 | 765 | 132 |
| Бигус | 418 | 107 | 45 | 125 | 1,98 | 134 | 44,0 | 107 | 828 | 143 |

Результаты анализа структуры урожая подтвердили эффективность обработки семян озимой пшеницы изучаемыми протравителями. Так, число

стеблей на 1м² по отношению к контролю было на 3-7 % больше, что, вероятно, оказало наиболее сильное влияние на урожайность (табл.4).

По количеству зерен в колосе выделялся вариант с применением биопрепарата Бигус (45 шт.). Масса зерна с колоса показала преимущество использования этих же протравителей, что, очевидно, связано с плотностью стеблестоя. Масса зерна с колоса находилась в пределах 1,60-1,98 г и превышала конт-

рольный вариант на 0,12-0,50 г. По массе 1000 зерен все изучаемые варианты превзошли контроль без обработки (табл. 4). При обработке семян протравителями Альбит и Агат 25 К показатели элементов структуры урожайности были незначительно ниже, но выше, чем на контрольном варианте.

Таблица 5 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян биопрепаратами (среднее за 2020-2021 гг.)

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | | | Прибавка урожая к контролю ± т/га |
|-------------------|-------------------|---------|---------|--------------------------------------|
| | 2020 г. | 2021 г. | среднее | |
| Контроль | 3,7 | 4,3 | 4,0 | - |
| Агат 25 К | 4,2 | 5,2 | 4,7 | + 0,7 |
| Альбит | 4,1 | 5,7 | 4,9 | + 0,9 |
| Новосил | 5,3 | 6,2 | 5,8 | + 1,8 |
| Биосил | 5,5 | 6,8 | 6,2 | + 2,2 |
| Альфастим | 5,3 | 6,5 | 5,9 | + 1,9 |
| Бигус | 6,1 | 7,1 | 6,6 | + 2,6 |
| НСР ₀₅ | 0,82 | 0,74 | | |

Результаты изучения предпосевной обработки семян озимой пшеницы на урожайность представлены в таблице 5, из которой видно, что все изучаемые препараты обеспечили достоверную прибавку урожая по отношению к контролю. В среднем за два года изучения лучшие показатели по урожайности озимой пшеницы были получены на вариантах при обработке семян перед посевом биопрепаратами Бигус (6,6 т/га) и Биосил (6,2 т/га), прибавка по отношению к контролю соответственно составила 2,6 и 2,2 т/га. Препараты Альфастим и Новосил также обеспечили прибавку урожайности по отношению к контролю 1,8 и 1,9 т/га, урожайность при этом составила (5,8 и 5,9 т/га).

Лучшие экономические показатели были отмечены на вариантах, где применяли биопрепараты Биосил, Альфастим и Бигус (наименьшая себестоимость производства одной тонны зерна (6922, 7303 и 7318 руб./т), наибольшая рентабельность (116,7, 105,4 и 105,0 %) и условно-чистый доход (54930, 50030 и 54540 руб./га).

Выводы и рекомендации. Для получения высокой и стабильной урожайности высококачественного зерна озимой пшеницы не менее 5,0 – 6,0 т/га в условиях центральной зоны Ростовской области рекомендуется проводить обработку семян за 1-2 дня до посева одним из следующих биопрепаратов: Биосил (50 мл/т), Альфастим (50 мл/т) и Бигус (0,5 л/т).

Литература:

1. Агаев Г.М., Молнаков С.Б. Эффективность протравителей в смеси с регуляторами роста /Защита и карантин

растений. №12. 2019. С. 22-23.

2. Долженко В.И. Принципы совершенствования и оптимизации ассортимента химических средств защиты растений/ В сб. Химический метод защиты растений / Материалы международной научно-практической конференции. – СПб., 2004. С. 121–125.

3. Иващенко В.Г., Шипилова Н.П. и др. Биологические и фитосанитарные аспекты исследования фузариоза колоса/ Микология и фитопатология. 2007. т. 31. вып. 2. С. 58-63.

4. Зимоглядова Т.В. Эффективность биопрепаратов на разных сортах озимой пшеницы // Защита и карантин растений. 2019. №11. С. 25-26.

5. Иванченко Т.В., Игольникова И.С. Предпосевное протравливание – эффективный прием в системе интегрированной защиты растений // Научно-агрономический журнал. 2012. №1(90). С. 12-14.

6. Кадыров С.В. Изучение новых препаратов для обработки семян и растений //Агрохимический вестник. 2016. №5. С.14-15.

7. Кадыров С.В. Урожай и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от обработки семян и растений стимуляторами роста и микроудобрениями в условиях Лесостепи ЦЧР // Главный агроном. 2011. №11. С. 17-25.

8. Койшибаев М. Протравливание семян – важное профилактическое мероприятие // Защита растений. 2018. №12. С.33-35.

9. Котляров Д.В. Совершенствование способов защиты зерновых колосовых культур от бактериозов /авто-реф. канд. диссер. – Краснодар, 2010. 26 с.

10. Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков (методические рекомендации). – СПб., 2002. 76 с.

The Effect of Biological Products on the Yield of Winter Wheat

¹Galina M. Zelenskaya ✉, D.S-Kh.N., Professor of the Department of Plant Growing and Horticulture;
e-mail: zela_06@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1537-9207;

¹Vladislav O. Shashlov, graduate student –

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Don State Agrarian University” (Don State Agrarian University) e-mail: agrofak-dgau@yandex.ru 346493, Krivoshlykov str., 24, village Persianovsky, Oktyabrsky district, Rostov region, Russia

Every year in the Rostov region during grain production, serious problems are created by pathogens that populate seeds and plant residues in the soil. Their harmfulness is estimated by the loss of 10-20% of the grain harvest. The cultivation of varieties that are unstable to diseases contributes to the development of diseases. An important process in obtaining environmentally friendly agricultural products with low costs is the use of biological preparations that can increase the resistance of plants to diseases and adverse environmental factors, as well as their productivity. The purpose of the research: to determine the biological and economic efficiency of the biological products use in the technology of growing winter wheat in the central zone of the Rostov region conditions. Seeds of winter wheat of the Alekseevich variety were treated with biological preparations a day before sowing. As a result of the carried out research, biological preparations that had a positive effect on the sowing qualities of seeds, disease resistance, structural elements and yield of winter wheat were identified. The best results were obtained when seeds were treated with Biosil (50 ml/t), Alphastim (50 ml/t) and Bigus (0.5 l/t). The recommendations will allow you to obtain a high and stable yield of high-quality winter wheat grain.

Keywords: winter wheat, biological product, seed viability, yield, sowing qualities, diseases

Received: 26.04.2022

Accepted: 06.06.2022

Translation of Russian References:

1. Agaev G.M., Molnakov S.B. *Effektivnost' protravitelej v smesi s regulyatorami rosta* [Effectiveness of protectants in a mixture with growth regulators]. *Zashchita i karantin rastenij* [Protection and quarantine of plants]. №12. 2019. pp.22-23.

2. Dolzhenko V.I. *Printsipy sovershenstvovaniya i optimizatsii assortimenta khimicheskikh sredstv zashchity rastenij* [Principles of improvement and optimization of the chemical plant protection products assortment]. In compillation. *Khimicheskij metod zashchity rastenij* [Chemical method of plant protection]. Materials of the international

scientific and practical conference. Saint Petersburg. 2004. pp.121–125.

3. Ivashchenko V.G., Shipilova N.P. et al. *Biologicheskie fitosanitarnye aspekty issledovaniya fuzarioza kolosa* [Biological and phytosanitary aspects of the study of spike fusarium]. *Mikologiya i fitopatologiya* [Mycology and phytopathology]. 2007. T.31. Vol. 2. pp. 58-63.

4. Zimoglyadova T.V. *Effektivnost' biopreparatov na raznykh sortakh ozimoy pshenitsy* [The effectiveness of biological products on different varieties of winter wheat]. *Zashchita i karantin rastenij* [Plant protection and quarantine]. 2019. №11. pp.25-26.

5. Ivanchenko T.V., Igol'nikova I.S. *Predposevnoe protravlivanie – effektivny j priem v sisteme integrirovannoy zashchity rastenij* [Pre-sowing etching is an effective technique in the integrated plant protection system]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific Agronomy Journal]. 2012. №1(90). pp.12-14.

6. Kadyrov S.V. *Izuchenie novykh preparatov dlya obrabotki semyan i rastenij* [The study of new preparations for the treatment of seeds and plants]. *Agrokhimicheskij vestnik* [Agrochemical Bulletin]. 2016. №5. pp.14-15.

7. Kadyrov S.V. *Urozhaj i kachestvo zerna yarovoj myagkoj pshenitsy v zavisimosti ot obrabotki semyan i rastenij stimulyatorami rosta i mikroudobreniyami v usloviyakh Lesostepi TSCHR* [Yield and grain quality of spring soft wheat depending on the seeds and plants treatment with growth stimulants and micro fertilizers in the forest-steppe zone of the Central Chernozem zone of Russia conditions]. *Glavnyj agronom* [Chief Agronomist]. 2011. №11. pp. 17-25.

8. Kojshibaev M. *Protravlivanie semyan – vazhnoe profilakticheskoe meropriyatie* [Seed etching – an important preventive measure]. *Zashchita rastenij* [Plant protection]. 2018. №12. pp.33-35.

9. Kotlyarov D.V. *Sovershenstvovanie sposobov zashchity zernovykh kolosovykh kul'tur ot bakteriozov* [Improving methods of protecting grain crops from bacteriosis] / author's thesis of cand. Diss. Krasnodar. 2010. 26 p.

10. *Ekologicheskij monitoring i metody sovershenstvovaniya zashchity zernovykh kul'tur ot vreditelej, boleznej i sornyakov* [Environmental monitoring and methods of improving the protection of grain crops from pests, diseases and weeds] (methodological recommendations). Saint Petersburg. 2002. 76 p.

Цитирование. Зеленская Г.М., Шашлов В.О. Действие биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы // Научно-агрономический журнал. 2022. №2(117). С. 44-49. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.005.44-49

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Zelenskaya G.M., Shashlov V.O. The Effect of Biological Products on the Yield of Winter Wheat. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 2(117). pp. 44-49. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.005.44-49

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Влияние природно-климатических условий и рыночной конъюнктуры на земледельческую специализацию Обливского района Ростовской области

Максим Рафаэльевич Шайфуллин ✉, инженер исследователь¹, магистрант², ORCID: 0000-0001-5055-7251

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanс.ru, 400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, Россия

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный университет», e-mail: ob.otdel@volsu.ru, 400062, Университетский проспект, 100, Волгоград, Россия

Статья касается проблемы устойчивого сельскохозяйственного развития засушливых регионов нашей страны. В частности, работа посвящена исследованию развития земледельческого хозяйства в северо-восточной части Ростовской области. Актуальность и новизна работы заключается в изучении специфики развития сельскохозяйственного экономического комплекса района как составной части региональной и федеральной экономики. Проведена ретроспектива развития земледелия в поселениях донского казачества с середины XVIII века. Рассмотрены природные, агроклиматические условия и ресурсы, повлиявшие на специализацию хозяйства Обливского района, выявившие преимущества тех или иных сельскохозяйственных культур в растениеводстве. Изучено влияние мирового рынка и колебаний спроса и предложения продуктов земледелия на соотношение сельхозкультур в посевных площадях. Так, высокий спрос на пшеницу обусловил доминирование в посевах именно этой зерновой культуры. С начала XIX века здесь сложились условия для экспорта зерновых культур, в связи с чем установилось преобладание в посевах пшеницы, ячменя и проса. Констатируется, что в земледелии в общих чертах сохранилась историческая преемственность, обусловленная местной спецификой природных условий. Так, площадь посевов озимой пшеницы с 2016 по 2020 гг. возросла на 26,5%, в 2020 году озимая пшеница составила 73,2% всех посевных площадей. Доля же всех зерновых в посевах с 2016 по 2020 гг. возросла с 75,4% до 93,4%. Подобное положение сохранится и в ближайшем будущем, что стоит учитывать при планировании стратегии развития территории и поддержания её экологической безопасности. Для этого потребуются дополнительные инвестиции и внедрение новых технологических укладов в сельское хозяйство данного района.

Ключевые слова: земледелие, зерновое хозяйство, Ростовская область, Средний Дон, экспорт зерна, Обливский район.

Работа выполнена в рамках госзадания № FNFE-2022-0012 «Теоретические основы эрозионно-гидрологического процесса на водосборных бассейнах, концептуальные направления, пути и принципы создания высокоэффективных экологических систем управления этим процессом с целью полного предотвращения эрозии почв».

Поступила в редакцию: 03.03.2022

Принята к печати: 06.04.2022

Современные мировые тенденции, связанные с обострением экологического и продовольственного кризисов, обязывают более внимательно и серьёзно подходить в вопросе экономического планирования развития территории, в частности, к развитию сельских территорий Российской Федерации.

Современная ситуация ставит в необходимость детальнее подходить к вопросу использования ресурсов территорий, делать акцент на экологичность, устойчивость используемых ландшафтов. Следует обращать большее внимание на сельские территории, что особенно важно для Ростовской области – одного из ключевых регионов российской агропромышленного комплекса.

Проблема развития экономики сельских территорий требует изучения и разрешения, что крайне важно для современной России. В первую очередь это вопрос продовольственной безопасности, а также вопрос экспорта на мировой рынок востре-

бованной продукции с целью получения валютной выручки. Целью исследования ставилось выявление сельскохозяйственной специализации изучаемого района и изучение влияния природных и социально-экономических факторов территории на развитие данного экономического уклада.

Выявленные особенности развития сельскохозяйственного комплекса исследуемого района позволят лучше планировать развитие экономического кластера с учётом региональной специфики и с опорой на преимущества территории. Это крайне важно в условиях тенденций регионализации экономического развития и территориального планирования, тенденций экологизации сельского хозяйства и развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлась экономическая специализация Обливского района и специфические условия ведения хозяйства. В основе работы ле-

жит диалектический метод – изучаемый объект рассматривается в развитии, цельно, системно и во взаимосвязи с другими объектами и явлениями.

Использован исторический метод для выявления процессов развития производящего хозяйства, начиная с XVIII века – момента появления первых оседлых поселений. Изучались изменения земледелия как основы экономики территории под влиянием природных и общественно-экономических факторов. Для анализа современного состояния растениеводства был использован метод статистического анализа данных сельского хозяйства, также использован анализ экономико-географического положения. Для выявления тенденций развития хозяйства под влиянием конъюнктуры мирового рынка использован метод экономико-статистического анализа и прогнозирования. Материалом исследования послужили статистические данные Федеральной службы государственной статистики, а именно: объём производства продукции сельского хозяйства, показатели валового сбора продукции, структура посевных площадей [2, 7].

Результаты и их обсуждение. Оседлое население впервые на территории района появилось в 1744 году, когда образовался хутор Обливы – будущая станица Обливская – нынешний районный центр. Район этот относится к исторической территории проживания донского казачества и входил с 1786 по 1920 гг. в состав 2-го Донского округа области войска Донского [11].

Первые земледельцы появились в этих местах не раньше второй половины XVIII века. На протяжении XVIII века донские казаки приобщались к хлебопашеству. Уже со второй половины XIX века, ко времени становления капитализма в России, главным занятием донского казака становилось товарное производство пшеницы. Помимо казаков земледелием на Дону занимались крестьяне, бежавшие в Донские степи из Малороссии и Цен-

тральной России, они и передали казачеству земледельческую традицию, которое до этого жило за счёт военной добычи и царского жалования, охоты и рыбной ловли, промыслов и животноводства [5].

Зерновые культуры в посевах местного населения занимали основную площадь пашни (около 90%). Предпочтение отдавалось пшенице, ячменю, просу, также сеяли рожь, овёс, гречиху. Соотношение между ними были непостоянными и определялись природно-климатическими ресурсами и рыночными требованиями. Ячмень ценили за неприхотливость к погодным и почвенным условиям, он шёл на корм скоту и птице. Просо ценили за его засухоустойчивость, его использовали на изготовление крупы. Основное значение придавалось пшенице – главному экспортному сырью донского земледелия с начала XIX века, когда появилась возможность вывоза через морские порты. В 80-е гг. XIX века, в связи с развитием железнодорожного сообщения, экспорт зерна увеличился, и пшеница стала главной посевной культурой на Дону [5].

Давним занятием на Дону было выращивание бахчевых, под бахчи отводились территории песчаных массивов Среднего Дона, которые были и есть на территории Обливского района – Чирский песчаный массив. К началу XX века пески Среднего Дона стали промышленным центром выращивания арбузов [9].

Основная отрасль экономики Обливского района сегодня – сельское хозяйство. Территория, наряду с другими районами северной части Ростовской области, входит в зерново-животноводческий сельскохозяйственный район [14]. В 2020 году объём производства сельскохозяйственной продукции составил 3,6 млрд. рублей (табл. 1), в то время как объём промышленного производства – всего 116,5 млн. рублей – это всего лишь 3% от объёмов материального производства экономики Обливского района.

Таблица 1 – Объёмы производства продукции сельского хозяйства в Обливском районе в 2020 году, тыс. рублей*

| Показатели | Хозяйства всех категорий | Сельскохозяйственные предприятия | Хозяйства населения | КФХ |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|--------|
| Объём производства общий, | 3638117 | 2216899 | 1046008 | 375210 |
| Объём производства растениеводства, | 2790875 | 2214532 | 249868 | 326475 |
| Объём производства животноводства, | 847242 | 2367 | 796140 | 48735 |

*Примечание: таблица составлена автором с использованием статистических данных [10]

Ведущей отраслью сельского хозяйства в районе является растениеводство – в объёме производства оно занимает 77%. В 2020 году под посевами

находилось 69504,91 га, а валовый сбор продукции составил 171,2 тыс. тонн (табл. 2).

Таблица 2 – Посевные площади и валовый сбор растениеводства в 2020 году*

| Показатели | Хозяйства всех категорий | Сельскохозяйственные предприятия | Хозяйства населения | КФХ |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|---------|
| Посевные площади, га | 69504,9 | 57021,4 | 2107,3 | 10376,2 |
| Валовый сбор, тыс. тонн | 171,2 | 147,3 | 2,3 | 21,6 |

*Примечание: таблица составлена автором с использованием статистических данных [10]

Учитывая тот факт, что ведущей отраслью экономического уклада района является растениеводство, то крайне важно знать, какими природными ресурсами и специфическими условиями обладает исследуемая территория.

Территория Обливского района Ростовской области в контексте климатического районирования относится к умеренному поясу западной подобласти Атлантико-континентальной степной области. Входит в Чирский подрайон Донецко-Приволжского района.

В Чирском подрайоне климат очень засушливый, лето достаточно жаркое, а зима – умеренно холодная. Средняя годовая температура воздуха 7,0°C, средняя температура воздуха в январе -7,0 – -9,0 °С, а в июле 20,1 – 23,3 °С. Сумма продолжительных температур выше 10 °С составляет 3130 °С. Абсолютный максимум температуры воздуха в подрайоне – 42 °С (август), абсолютный минимум – -39 °С (январь). Продолжительность безморозного периода 150-170 дней и зависит от микроклиматических особенностей местоположения. Годовая сумма атмосферных осадков 370-440 мм. Минимальные величины отмечаются в восточной части подрайона, где они не превышают 370 мм. Максимум осадков наблюдается в июне-июле, количество их в эти месяцы не превышает 50 мм. Число дней со снежным покровом – 75-90. Процент зим с отсутствием снега – 15-20. Толщина снега средняя – 14-20 см, наибольшая до 35-45 см бывает в конце февраля [1, 3].

Исследуемая территория в значительной степени подвержена влиянию различных неблагоприятных метеорологических явлений, оказывающих вредное действие на развитие сельскохозяйственных культур. Основными из них являются засухи и суховеи, сильные ветры, пыльные бури, град, заморозки, метели, гололёд [1].

Засухи и суховеи различной интенсивности наблюдаются ежегодно и являются здесь типичными. Они обусловлены систематической сухостью воздуха, высокими температурами, большой испаряемостью и значительными скоростями ветра. За летний период в среднем наблюдается около 80-90 суховейных дней. Однако из общего числа дней с суховеями около 60% приходится на слабые, которые не приносят особого вреда сельскохозяйственным культурам и даже в некоторой степени закалывают растения против более сильных суховеев. Особенно пагубными являются интенсивные и очень интенсивные суховеи, ибо они вызывают подсыхание растений и захват зерна у хлебных злаков, что в конечном счёте очень сказывается на урожае. За вегетационный период число дней с такими суховеями составляет 5-12 [1].

В северной части Обливского района распространены маломощные почвы чернозёмного типа, переходные от чернозёмов к тёмно-каштановым. Центральная часть района представлена тёмно-каштановыми почвами. В пойме Чира развиты лугово-чернозёмные почвы. Местность, приу-

роченная к Чирскому песчаному массиву, – это преимущественно южные территории района, представлена гумусированными песками и тёмно-гумусовыми серопесками [12, 16].

Специфические агроклиматические условия и ресурсы, характерные для территории Обливского района, определили растениеводческую специализацию экономики и производимую сельскохозяйственную продукцию.

Анализ растениеводческой специализации основан на статистических данных за 5 лет (период с 2016 по 2020 года) по сельскохозяйственным культурам и занимаемым ими посевным площадям (таблица 3).

В растениеводстве исследуемой территории преобладают зерновые. Так, с 2016 по 2020 гг. их посевные площади увеличились на 14,5%, доля зерновых культур в соотношении с другими культурами в посевах в период 2016–2020 гг. увеличилась с 75,4 до 93,4% и на 2020 год составила 64902 га. (табл.3). Прослеживается тенденция увеличения объёмов производства зерновых культур.

Ведущая культура – озимая пшеница, посевная площадь которой за исследуемые пять лет возросла на 26,5% и на 2020 год составила 73,2% всех посевных площадей. Гораздо меньшее распространение получили яровой ячмень и просо – 9 и 7,7% соответственно, однако на фоне остальных культур, показатели которых не выше нескольких долей процента, эти значения существенны.

Данное положение в хозяйствах района обусловлено во многом конъюнктурой на международном рынке и местными агроклиматическими условиями.

Доминирование озимых в посевах объясняется специфическими агроклиматическими условиями местности: засушливый климат, частые засухи и суховеи – посев яровых культур в таких условиях грозит неурожаем. Озимые культуры являются более надёжным вариантом, они обладают лучшей устойчивостью и выживаемостью за счёт потребления почвенной осенней и зимней влаги. И несмотря на то, что зерно озимых культур обладает худшим качеством и меньшей стоимостью, чем яровых, озимые дают относительно стабильный урожай в агроклиматических условиях Обливского района. Наиболее ценной и востребованной озимой культурой является озимая пшеница, это самая распространённая зерновая культура на Дону.

Наличие 9% ярового ячменя в посевах объясняется агроклиматическими особенностями местности и высоким спросом на мировом рынке. Яровой ячмень имеет наиболее короткий период вегетации и созревает почти одновременно с озимой пшеницей. Обладая повышенной засухоустойчивостью, в природных условиях Обливского района яровой ячмень более урожаен в сравнении с яровой пшеницей.

Просо является засухоустойчивой культурой, обладает наименьшей потребностью во влаге в сравнении с другими культурами, имеет хорошую устойчивость против суховеев, запала и захвата зерна [1,6].

Таблица 3 – Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур в Обливском районе*

| Культура | Площадь, га | | | | |
|-------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|----------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Всего | 73553,6 | 63897,2 | 67479,8 | 68091,5 | 69504,91 |
| Зерновые культуры, всего | 55479,2 | 52878 | 54908,9 | 56527,4 | 64902,02 |
| в т.ч. пшеница озимая | 37407 | 42006,1 | 45361,1 | 46829 | 50870,7 |
| ячмень озимый | 0 | 0 | 0 | 250 | 120 |
| тритикале озимая | 442 | 1010 | 372 | 380 | 550 |
| пшеница яровая | 40 | 208 | 0 | 127 | 260 |
| ячмень яровой | 8692,1 | 7833,9 | 5656,1 | 5042,4 | 6302,42 |
| кукуруза на зерно | 187 | 0 | 192 | 198 | 282 |
| просо | 8402,8 | 1565 | 3138,7 | 3562 | 5343,9 |
| сорго (джугара) | 308 | 0 | 109 | 133 | 0 |
| Технические культуры, всего | 11490,6 | 7828,2 | 9395 | 9377,9 | 2824,79 |
| в т. ч. подсолнечник на зерно | 1109,6 | 3435,1 | 3361 | 5654,4 | 2158,85 |
| лен-кудряш (масличный) | 1177,6 | 30,3 | 0 | 239,5 | 101,94 |
| горчица | 1119 | 949 | 4486 | 2248 | 217 |
| рыжик | 1006,2 | 1577,8 | 202 | 0 | 0 |
| картофель | 49 | 47,6 | 48 | 37,8 | 37,8 |
| Овощи | 242,7 | 248,4 | 249,4 | 249,6 | 236,6 |
| Бахчевые продовольственные культуры | 588,2 | 537 | 620 | 630 | 366 |
| Кормовые культуры | 2290,3 | 1856 | 1385,4 | 1224,8 | 1137,7 |

*Примечание: таблица составлена автором с использованием статистических данных [10]

Россия является лидером по объёмам экспорта зерна на мировом рынке. Экспорт стал инструментом стимулирования валовых сборов, так как за счёт его осуществляется санирование внутреннего рынка, а агропроизводители сформировали крупное доходное направление поступления валютной выручки. Ожидается рост объёмов потребления, что, соответственно, вызовет рост предложения и объёмов торговли. В 2021 году мировые цены на зерновые достигли максимального уровня с 2012 года и на 27,2% превысили показатель 2020 года. Об этом заявили в Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО) [4].

Ростовская область, наряду с другими регионами юга России, является основным экспортным регионом зерновых. Наиболее крупным из торгуемых видов зерна на мировом рынке и основой российского экспорта является пшеница. В последние несколько лет Россия стала крупнейшим экспортёром пшеницы [4].

На мировом рынке пшеницы прослеживается

динамический рост всех показателей, и ожидается, что больше остальных вырастет предложение из-за достижения нового рекордного уровня, превысившего показатели предыдущего сезона [4, 8].

По данным Минсельхоза, на конец 2021 года среднероссийские цены на пшеницу 3 класса составили 15 227 руб. за тонну, на пшеницу 4 класса – 14 410 руб. за тонну, на пшеницу 5 класса – 13 999 руб. за тонну, на ячмень фуражный – 13 493 руб. за тонну. Высокая ценность пшеницы на мировом рынке во многом объясняет её доминирование в посевах Обливского района и всей Ростовской области. Ячмень также имеет высокую ценность на мировом рынке [13].

Ростовская область – крупный производитель и экспортёр зерновых, так, в 2020 году валовый сбор зерновых и зернобобовых культур (в первоначальном оприходованном весе) составил 12625,5 тыс. тонн. Доля Обливского района в общеобластном сборе зерна составляет 1,4% [13].

Основными выгодоприобретателями являются крупные сельскохозяйственные организации.

На них приходится 79,3% объёма производства растениеводства, 82% всех посевных площадей и 86% валового сбора продукции (см. табл.1 и 2). Ведущую роль в растениеводстве играют 13 сельскохозяйственных предприятий [15]. За 2020 год ими было произведено продукции растениеводства на 2,7 млрд. рублей (см. табл. 1). Доля крестьянско-фермерских хозяйств в производстве зерна незначительна. Подобное положение может свидетельствовать о том, что крупным сельхозпроизводителям гораздо легче конкурировать на рынке, чем фермерам.

Заключение, выводы. Таким образом, особенности природно-климатических ресурсов на территории Обливского района способствовали формированию особого земледельческого уклада в экономике, который имеет традицию и историческую преемственность в силу востребованности выращиваемых культур на мировом и отечественном рынках сырья и продовольствия. Производство зерна, прежде всего озимой пшеницы, является основным экспортно ориентированным производством и источником валюты. И в ближайшем будущем, учитывая тенденции на мировом рынке зерновых, зерновое хозяйство будет главной отраслью экономики, поэтому потребуются вложения в развитие производства, хранения и транспортировки продукции. Также важный пункт – поддержание экологической безопасности на территории, ибо чрезмерная эксплуатация земельных ресурсов (к чему склонны производители при капитализме) может нанести непоправимый ущерб местным геосистемам, что повлечёт за собой негативные последствия экономического и социального характера.

Литература:

1. Агроклиматические ресурсы Ростовской области / под редакцией З. М. Русеева. Ленинград: Гидрометеоздат, 1972. 251 с.
2. Адамов В.Е. Экономика и статистика: Учебник / В.Е. Адамов, С.Д. Ильенкова, Т.П. Сиротина, С.А. Смирнов; Под ред. С.Д. Ильенковой. М.: Финансы и статистика. 2019. 287с.
3. Алисов Б.П. Климат СССР. М.: Издательство Московского университета. 1956. 125 с.
4. Жиялков Д.И., Башкатова В.Я., Платухина Ю.В.,

Петрушина О.В., Зюкин Д.А. Анализ состояния мирового рынка пшеницы и перспективы России по расширению экспортного потенциала // Экономические науки. 2020. №183. С. 38-43.

5. Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю. Исторический опыт природопользования донского казачества: экологические аспекты // Проблемы региональной экологии. 2007. №6. С 94-103.

6. Краткая агроклиматическая характеристика Ростовской области / под редакцией А.Ф. Власова. Ростов-на-Дону: Северо-Кавказское Управление Гидрометслужбы, 1957. 210 с.

7. Румянцева, Е. Е. Экономический анализ: учебник и практикум для вузов. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 381 с.

8. Шейхова М.С., Орлова Е.П. Рынок зерна в России: анализ и перспективы развития // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2021. №3. С 137-144.

9. Шишкина Д.Ю. Традиции природопользования донского казачества: исторические и экологические аспекты // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. 2008. №6. С 112-116.

10. База данных показателей муниципальных образований // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://gks.ru/dbscripts/munst/munst60/DBInet.cgi> (дата обращения: 12.01.2022)

11. История района // Официальный сайт администрации Обливского района. URL: <http://www.oblivsk.ru/history.htm> (дата обращения: 17.01.2022)

12. Карта растительности // Виртуальный гербарий Ростовской области. URL: https://bg.sfedu.ru/Virt_Herb/plants/map_r.html (дата обращения: 12.01.2022)

13. О ситуации на рынке зерна // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-ekonomiki-investitsiy-i-regulirovaniya-rynkov/industry-information/info-obzor-rynkov-za-24-12-2021/> (дата обращения: 11.01.2022)

14. Обливский район // Официальный портал Правительства Ростовской области. URL: <https://www.donland.ru/activity/95/> (дата обращения: 12.01.2022)

15. Сельское хозяйство // Официальный сайт администрации Обливского района. URL: <http://www.oblivsk.ru/index-4-3.htm> (дата обращения: 12.01.2022)

16. Почвенная карта ростовской области // Официальный портал Правительства Ростовской области. URL: <http://ecodon.dspl.ru/docs/Maps/big/Почвы%20Ростовской%20области%20копия.jpg> (дата обращения: 12.01.2022)

DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.006.50-55

The Influence of Natural and Climatic Conditions and Market Environment on the Agricultural Specialization of the Oblivsky District of the Rostov Region

Maxim R. Shaifullin , Research Engineer¹, Master's student² ORCID: 0000-0001-5055-7251

¹Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), e-mail: nfo@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Avenue, 97, Volgograd, Russia

²Federal State Autonomous Education Institution of Higher Education «Volgograd State University», e-mail: ob.otdel@volsu.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

The article concerns the problem of sustainable agricultural development of arid regions in our

country. In particular, the work is devoted to the study of the agriculture development in the north-eastern

part of the Rostov region. The relevance and novelty of the work is to study the specifics of the development of the agricultural economic complex of the district as an integral part of the regional and federal economy. A retrospective of the agriculture development in the Don Cossacks settlements from the middle of the XVIII century was carried out. The natural, agro-climatic conditions and resources that influenced the specialization of the economy of the Oblivsky district, which revealed the advantages of certain agricultural crops in plant growing, are considered. The influence of the world market and fluctuations in the supply and demand of agricultural products on the ratio of crops in acreage has been studied. Thus, the high demand for wheat caused the dominance of this particular grain crop in the cultures. Since the beginning of the XIX century, conditions have developed here for the export of grain crops, in connection with which the predominance of wheat, barley and millet in crops has been established. It is stated that in agriculture, in general terms, historical continuity has been preserved, due to the local specifics of natural conditions. Thus, the area of winter wheat sown from 2016 to 2020 increased by 26.5%, in 2020 winter wheat accounted for 73.2% of all sown areas. The share of all cereals in crops from 2016 to 2020 increased from 75.4% to 93.4%. This situation will continue in the near future, which should be taken into account when planning a strategy for the development of the territory and maintaining its environmental safety. This will require additional investments and the introduction of new technological structures in the agriculture of this area.

Keywords: agriculture, grain farming, Rostov region, Middle Don, grain export, Oblivsky district

Received: 03.03.2022

Accepted: 06.04.2022

Translation of Russian References:

1. *Agroklimaticheskie resursy Rostovskoj oblasti* [Agro-climatic resources of the Rostov region]. Edited by Z.M. Ruseev. Leningrad. 1972. 251 p.
2. Adamov V.E., Ilyenkova S.D., Sirotina T.P., Smirnov S.A. *Ekonomika i statistika* [Economics and Statistics]. Edited by S.D. Ilyenkova. M.: «Finance and Statistics» Publ. house. 2019. 287 p.
3. Alisov B.P. *Klimat SSSR* [Climate of USSR]. Moscow: Publ. house of Moscow University. 1956. 125 p.
4. Zhilyakov D.I., Bashkatova V.Ya., Platuhina Yu.V. et al. *Analiz sostoyaniya mirovogo rynka pshenicy i perspektivy Rossii po rasshireniyu eksportnogo potentsiala* [The world wheat market state analysis and Russia's prospects for

expanding export potential]. *Economic sciences*. 2020. 183. pp. 38-43.

5. Kochurov B.I., Shishkina D.Yu. *Istoricheskiy opyt prirodopol'zovaniya donskogo kazachestva: ekologicheskie aspekty* [Historical experience of the Don Cossacks nature management: ecological aspects]. *Problems of regional ecology*. 2007. 6. pp. 94-103.

6. *Kratkaya agroklimaticheskaya karakteristika Rostovskoy oblasti* [Brief agro-climatic characteristics of the Rostov region]. Edited by A.F. Vlasov. Rostov-on-Don: Publ. house of North Caucasus Hydrometeorological Service Department. 1957. 210 p.

7. Rumyancheva E.E. *Ekonomicheskij analiz* [Economic analysis]: textbook and workshop for universities. Moscow. «Yurayt» Publ.house. 2020. 381 p.

8. Shejhova M.S., Orlova E.P. *Rynok zerna v Rossii: analiz i perspektivy razvitiya* [Grain market in Russia: analysis and development prospects]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Don State Agrarian University]. 2021. 3. pp. 137-144.

9. Shishkina D.Yu. *Tradicii prirodopol'zovaniya donskogo kazachestva: istoricheskie i ekologicheskie aspekty* [Traditions of the Don Cossacks nature management: historical and ecological aspects]. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region* [News of universities. The North Caucasus region]. 2008. 6. pp. 112-116.

10. Database of municipalities indicators. Federal State Statistics Service. URL: <https://gks.ru/dbscripts/munst/munst60/DBInet.cgi> (access date: 12.01.2022).

11. History of the district. Official website of the Oblivsky district administration. URL: <http://www.oblivsk.ru/history.htm> (accessdate: 17.01.2022).

12. Map of vegetation. Virtual herbarium of Rostov region. URL: https://bg.sfedu.ru/Virt_Herb/plants/map_r.html (accessdate:12.01.2022).

13. *O situacii na rynke zerna* [On the situation on the grain market]. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-ekonomiki-investitsiy-i-regulirovaniya-rynkov/industry-information/info-obzor-rynkov-za-24-12-2021/> (access date: 11.01.2022).

14. Oblivskij district. Official Portal of the Government of the Rostov Region. URL: <https://www.donland.ru/activity/95/> (access date: 12.01.2022).

15. Agriculture. Official site of the administration of Oblivskij district. URL: <http://www.oblivsk.ru/index-4-3.htm> (access date: 12.01.2022).

16. Soil Map of Rostov Oblast. Official Portal of the Government of Rostov Oblast. URL: <http://ecodon.dspl.ru/docs/Maps/big/Почвы%20Ростовской%20области%20копия.jpg> (access date: 12.01.2022).

Цитирование. Шайфуллин М.Р. Влияние природно-климатических условий и рыночной конъюнктуры на сельскохозяйственную специализацию Обливского района Ростовской области // Научно-агрономический журнал. 2022. №2(117). С. 50-55. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.006.50-55

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Shaifullin M.R. The Influence of Natural and Climatic Conditions and Market Environment on the Agricultural Specialization of the Oblivsky District of the Rostov Region. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 2(117). pp. 50-55. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.006.50-55

Author's contribution. Author of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Author of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Author declare no conflict of interest.

Влияние биотических и абиотических факторов на формирование урожайности вишни обыкновенной

Елена Николаевна Киктева, н.с., ORCID ID 0000-0002-3095-2884

Андрей Валерьевич Солонкин, д.с.-х.н., ORCID ID 0000-0002-1576-7824

Ольга Алексеевна Никольская[✉], с.н.с., ORCID ID 0000-0002-1337-7101

лаборатория селекции, семеноводства и питомниководства –

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, г. Волгоград, Россия

*Получение высоких урожаев плодов во многом зависит от сорта. При правильном подборе сортов продуктивность садов повышается, при этом обеспечивается равномерное потребление плодов как в свежем, так и переработанном виде в течение всего года. Важнейшим звеном в мероприятии по развитию садоводства является подбор сортов, особенно косточковых культур как наиболее уязвимых для различных абиотических и биотических аномалий. Сортосовый состав плодовых культур, в том числе косточковых, таких как вишня, в Волгоградской области очень разнообразен. При этом сорта характеризуются большим варьированием качественных показателей, а также устойчивости и продуктивности. За счет постоянного вовлечения новых сортов различного происхождения сортимент вишни в регионе расширяется, что затрудняет выбор действительно качественных сортов как для промышленного выращивания, так и для приусадебного садоводства. Одним из существенных показателей при подборе сорта является его высокая продуктивность и стабильность плодоношения по годам, что обеспечивается высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды. В связи с этим изучение сортов, в особенности интродуцированных, в условиях Волгоградской области является крайне важным и актуальным. В результате продолжительного наблюдения и изучения местных и интродуцированных сортов стало возможно подобрать сортимент вишни, дающий стабильные высокие урожаи и обладающие высокой устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам. Признаков поражения изучаемых сортов заболеванием *Cylindrosporium hiemale* (Higg) не наблюдалось. Оценка устойчивости вишни к *Monilia fructigena* показала, что все сорта имеют определенную степень устойчивости. Менее устойчивым показал себя сорт Норд Стар (10-20%). За время проведения опытов (2019-2021 гг.) выявлены лучшие сорта: Любимица, Лозновская и Игрушка, показавшие устойчивость к грибковым заболеваниям и высокую среднюю урожайность, соответственно 9,7, 8,7 и 9,8 кг/дереву.*

Ключевые слова: вишня, сорт, плоды, продуктивность, урожайность, устойчивость к болезням.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН: «Теоретические основы, создание новых конкурентоспособных биотипов сельскохозяйственных культур с высокими показателями продуктивности, качества, устойчивости и сортовые технологии на основе новейших методов и технологических решений в условиях изменяющегося климата» (№ 0713-2019-0009).

Поступила в редакцию: 23.04.2022

Принята к печати: 02.06.2022

Вишня является одной из ранних, ценных и неприхотливых в выращивании культур. С давних времен её плоды употребляют не только в свежем виде, но и используют для различных видов переработки [2]. Многочисленные сорта вишни различаются сроками созревания, весом и окраской плодов, вкусовыми характеристиками, устойчивостью к различным болезням, морозо-, засухо- и жаростойкостью [9].

При культивировании вишни необходимо учитывать несколько факторов: сроки цветения, самоплодность, влияние климатических условий, агротехнику, целевое назначение закладываемых насаждений (сырьевые, товарные и др.) [8].

Современное садоводство основывается на пластичных адаптированных сортах, способных давать конкурентоспособную продукцию, отвечающую требованиям современного рынка [4]. Однако ряд факторов не позволяет в полной мере

раскрыть потенциал того или иного сорта. Одним из факторов являются грибковые заболевания – коккомикоз (*Cylindrosporium hiemale* (Higg)) и монилиоз (*Monilia fructigena*), наиболее вредоносные, снижающие продуктивность растений, а иногда и приводящие к полной их гибели [3]. Всё это в значительной степени влияет на получение высоких и стабильно устойчивых урожаев. На данный момент практически нет сортов, имеющих иммунитет к данным видам заболевания, но есть сорта наиболее устойчивые и менее подверженные им [5,6]. Основой исследования является изучение сортимента косточковых культур в специфических почвенно-климатических условиях с целью отбора сортов, сочетающих высокую продуктивность и качественные показатели с комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим стресс-факторам. Целью исследования являлось выделение сортов вишни обыкновенной, наибо-

лее устойчивых к грибковым заболеваниям и дающих стабильный урожай в независимости от складывающихся метеорологических условий.

Материалы, методы и условия проведения исследований. Работа проводилась в лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФНЦ агроэкологии РАН. Участок изучения находится в

сухостепной зоне Волгоградской области, на правом берегу реки Волги, в Дубовском районе.

Климатические условия, сложившиеся в период проведения исследования, а именно повышенная влажность из-за продолжительных дождей в июле 2019 г. и мае 2019 – 2021 гг. способствовали развитию грибковых заболеваний (рисунок 1).

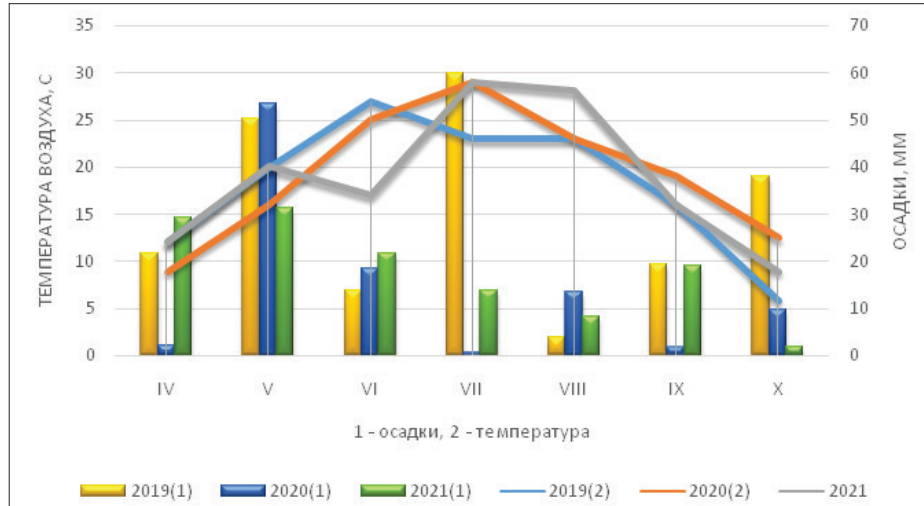


Рисунок 1. Метеорологические условия периода вегетации 2019-2021 гг.

Объектами исследований являлись коллекционные насаждения вишни, различного географического происхождения, 2016 года посадки. Изучались следующие сорта:

Лозновская – сорт получен в ФНЦ агроэкологии РАН, Россия. Сорт самоплодный, относительно устойчив к болезням. Плоды крупные, массой 6-7 граммов. Мякоть тёмно-красного цвета, сочная, вкус кисло-сладкий.

Любимица – сорт получен в ФНЦ агроэкологии РАН, Россия. Сорт самоплодный, устойчив к болезням. Плоды крупные, средняя масса 4,9 грамма. Мякоть нежная, очень сочная, кисло-сладкая.

Шарада – сорт получен в ФНЦ агроэкологии РАН, Россия. Сорт самоплодный, устойчив к болезням. Плоды очень крупные – 6,5 граммов. Мякоть красная, нежная и сочная. Вкус кисло-сладкий.

Игрушка – сорт получен в Институте орошаемого садоводства им. М.Ф. Сидоренко УААН, Украина. Сорт самобесплодный, относительно устойчив к болезням и вредителям. Плоды крупные – 7-8 граммов. Мякоть красная, сочная, плотная, нежная. Вкус кисло-сладкий.

Чудо-вишня – сорт получен на Донецкой исследовательской станции садоводства, Украина. Сорт самобесплодный, отличается повышенной устойчивостью к коккомикозу и монилиозу. Плоды крупные, средняя масса 9 граммов. Мякоть средней плотности, очень сочная, десертного вкуса.

Шахарада – сорт получен на Крымской ОСС – филиал ВНИИР им. Н.И. Вавилова. Сорт частично самоплодный, болезням и вредителям слабо подвержен. Плоды крупные, средняя масса 6 граммов. Мякоть красная, нежная сочная, сладко-кислого вкуса.

Норд Стар – сорт американской селекции. Частично самоплодный, относительно устойчив к болезням. Плоды средней величины – 4,5 грамма. Мякоть нежная и сочная. Вкус сладко-кислый.

Жуковская – сорт получен в ФНЦ им. И.В. Мичурина, Россия. Самобесплодный, относительно устойчив к болезням. Плоды средние – 4 грамма. Мякоть темно-красная, плотная и сочная. Вкус кисло-сладкий.

Деревья в саду располагались по схеме 5 × 2 метра (1000 деревьев на 1 га). Агротехника общепринятая. Все учеты и наблюдения, предусмотренные программой исследования – учет урожайности, качество плодов, поражение болезнями – проводились по общепринятой методике «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7]. Большинство изучаемых сортов вступило в плодоношение на третий год после посадки в сад.

Изучение повреждений болезнями, степень цветения и плодоношения отмечалась в баллах от 1 до 5.

Повреждение болезнями: 0 – поражение отсутствует (иммунитет); 1 – поражено до 1% органов или площади листа, поверхности побегов (высокая устойчивость); 2 – поражено 1-10% органов или площади листа, поверхности побегов (повышенная устойчивость); 3 – поражено 11-25% органов или их поверхности (средняя устойчивость); 4 – поражено 26-50% органов или их поверхности (повышенная восприимчивость); 5 – поражено свыше 50% органов или их поверхности (высокая восприимчивость).

Степень плодоношения: 0 – отсутствие урожая; 1 – очень слабый урожай, единичные плоды в кро-

не дерева; 2 – слабый урожай, плоды на отдельных скелетных ветвях; 3 – средний урожай, плоды есть в значительной части кроны, но размещены довольно редко; 4 – хороший урожай, плоды есть на большей части плодовых веток; 5 – отличный урожай, плоды на всех плодовых ветках, размещены густо.

Степень цветения: 0 – цветение отсутствует; 1 – очень слабое цветение (единичные цветки); 2 – слабое цветение; 3 – среднее цветение; 4 – хорошее цветение; 5 – обильное цветение (цветут все возможные пункты цветения).

Качество плодов определяли визуально.

Средняя масса одного плода определялась путем взвешивания пробы (10 плодов) и делением полученного веса на количество плодов в пробе.

Средний урожай с 1 учетного растения по деланке (или повторению) вычисляют путем деления общего веса урожая (съемный урожай + хозяйственно годная падалица) на количество учетных растений по деланке (повторению).

Результаты и обсуждения. Распространение грибковых заболеваний, особенно во влажный и теплый период вегетации, приводит к нарушению структуры и омертвлению тканей, повреждению коры, деформации листовых пластин, что в свою

очередь приводит к нарушению процессов жизнедеятельности растения [10].

Учеты и наблюдения, проводимые на сортоучастках изучения вишни, показали, что большинство сортов, несмотря на благоприятные условия для развития грибковых заболеваний, не проявили каких-либо признаков заражения и визуально не имели снижения урожайности. Признаков поражения *Cylindrosporium hiemale* (Higg), таких как деформация листовой пластины, преждевременное осыпание листьев, не было выявлено ни на одном из изучаемых сортов. Оценка устойчивости вишни к *Monilia fructigena* показала, что все сорта имеют определенную степень устойчивости. По полученным данным, достаточно высокая устойчивость к *Monilia fructigena* отмечалась у сортов Лозновская, Чудо-вишня, Жуковская, Любимица и Шахразада, что позволяет отнести их к группе иммунных сортов. К группе повышенной устойчивости к *Monilia fructigena* относятся следующие сорта: Игрушка – отмечалось 1-3% поражения и Шарада – 9%. Наибольшее поражение наблюдалось на сорте Норд Стар – 10-20% в зависимости от года наблюдений, что в свою очередь относит его к группе среднеустойчивых сортов (рисунок 2).

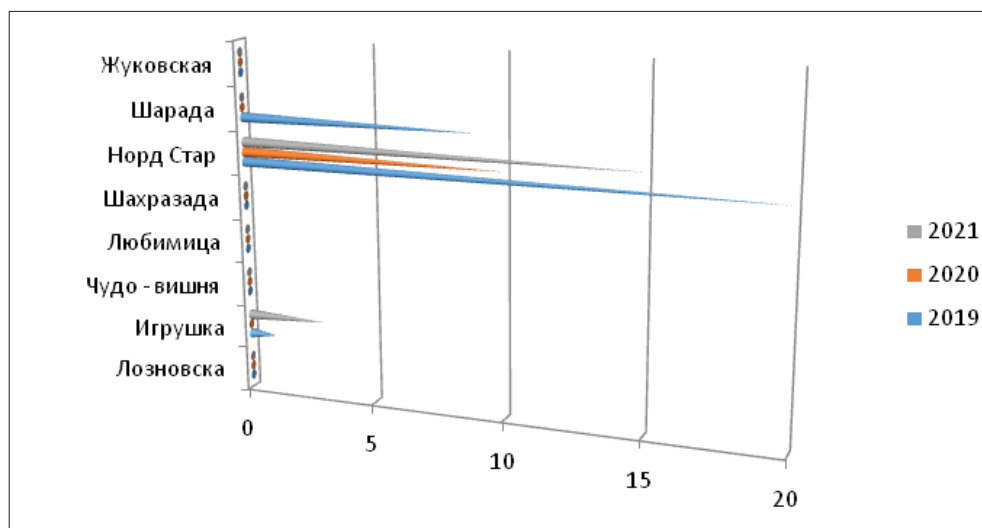


Рисунок 2. Процент поражения сортов вишни *Monilia fructigena*

На завязываемость плодов влияние оказывает множество факторов, таких как сильный ветер, осадки в период цветения, аномально высокая либо низкая температура воздуха, отсутствие опылителей, повреждение репродуктивных органов зимними температурами. Метеорологические условия периода цветения, сложившиеся в годы исследований, имели различное влияние как на самоцветение, так и на завязывание плодов и плодоношение (таблица 1).

За время исследований в период цветения вишни выпадали осадки, оказывающие негативное влияние на завязываемость плодов у самоплодных и частично самоплодных сортов, таких как Жуковская, Чудо-вишня, Игрушка, Норд Стар. Исключением явился сорт Шахразада, высокая

степень цветения которого объясняется относительно коротким периодом цветения и небольшим количеством осадков, выпавших в этот период. В зависимости от складывающихся погодных условий в исследуемый период сроки цветения были различны. В 2020 году цветение наступило раньше на 4-5 дней по сравнению с 2019 и 2021 гг. в связи с более ранним выходом растений из периода покоя, при этом продолжительность цветения была одинаковой. Цветение по годам и сортам складывалось от среднего до отличного, при этом завязываемость плодов по сортам также была на высоком уровне, за исключением сорта Норд Стар, что в дальнейшем сказалось на его урожайности (таблица 1).

Таблица 1 – Сроки цветения и степень плодоношения сортов вишни

| Сорт | Год | Период цветения | | Продолжительность цветения в днях | Степень цветения, балл | Процент осыпания завязей | Плодоношение, балл |
|------------|------|-----------------|-------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| | | начало | конец | | | | |
| Лозновская | 2019 | 2.05 | 15.05 | 14 | 5 | 5 | 5 |
| | 2020 | 27.04 | 10.05 | 14 | 4 | 6 | 4 |
| | 2021 | 2.05 | 15.05 | 14 | 5 | 5 | 5 |
| Игрушка | 2019 | 1.05 | 12.05 | 12 | 5 | 5 | 4 |
| | 2020 | 24.04 | 5.05 | 12 | 5 | 6 | 4 |
| | 2021 | 2.05 | 13.05 | 12 | 5 | 10 | 4 |
| Чудо-вишня | 2019 | 7.05 | 14.05 | 8 | 4 | 8 | 4 |
| | 2020 | 26.04 | 3.05 | 8 | 4 | 8 | 4 |
| | 2021 | 7.05 | 15.05 | 9 | 4 | 8 | 4 |
| Любимица | 2019 | 3.05 | 16.05 | 13 | 5 | 7 | 5 |
| | 2020 | 28.04 | 11.05 | 14 | 5 | 5 | 5 |
| | 2021 | 2.05 | 15.05 | 13 | 5 | 5 | 5 |
| Шахрезада | 2019 | 2.05 | 13.05 | 11 | 5 | 6 | 5 |
| | 2020 | 27.04 | 7.05 | 11 | 5 | 5 | 5 |
| | 2021 | 3.05 | 16.05 | 11 | 5 | 8 | 5 |
| Норд Стар | 2019 | 1.05 | 14.05 | 14 | 4 | 9 | 3 |
| | 2020 | 29.04 | 12.05 | 14 | 4 | 9 | 2 |
| | 2021 | 1.05 | 13.05 | 13 | 4 | 10 | 2 |
| Шарада | 2019 | 2.05 | 16.05 | 14 | 3 | 7 | 2 |
| | 2020 | 27.04 | 10.05 | 14 | 4 | 5 | 4 |
| | 2021 | 3.05 | 17.05 | 14 | 4 | 5 | 4 |
| Жуковская | 2019 | 5.05 | 19.05 | 14 | 4 | 10 | 3 |
| | 2020 | 1.05 | 14.05 | 14 | 5 | 8 | 4 |
| | 2021 | 6.05 | 20.05 | 14 | 5 | 8 | 4 |

Известно, что взрослое дерево вишни способно давать от 15 до 40 кг плодов в зависимости от сортовых особенностей [1]. При этом на величину урожая оказывают влияние различные факторы, в том числе и наличие разного рода инфекций. В результате практически полного отсутствия поражения болезнями (рисунок 2) все изучаемые сорта показали хорошую продуктивность и стабильное наращивание урожайности (таблица 2).

Урожайность относится к одному из важных показателей, определяющих выбор сортов для закладки садовых насаждений [11]. Все сорта имели хороший урожай, возрастающий по годам, от 3,3 кг (2019 г.) до 16,1 кг (2021 г.) с одного дерева. Самая высокая урожайность отмечалась в 2021 году у сорта местного происхождения Любимица (16,1 кг/дерево). Самый низкий урожай отмечался на сорте американской селекции Норд Стар (0,1 кг/

дер. в 2021), что объясняется поражением грибковым заболеванием, снижающим продуктивность сорта (таблица 2).

Еще одним важным показателем является качество плодов, а именно их вкус, масса, выровненность формы и размера, отсутствие повреждений кожицы, следов поражения болезнями и вредителями [12]. Средняя масса плодов, изучаемых сортов, варьировалась в пределах от 3,9 до 11,1 грамма. Максимальная масса плодов по сортам фиксировалась в начальный период плодоношения, когда деревья не были перегружены урожаем. В дальнейшем при увеличении урожайности, средняя масса плода снижалась. Наибольшая масса отмечалась у сорта Игрушка – 11,1 г в 2019 г., 10,7 и 9,5 г соответственно в 2020 и 2021 годах. Наименьшая средняя масса плодов отмечалась у сорта Жуковская – 3,9 г в 2021 г., 4,1 и 4,0 г соответственно в 2019 и 2020 г.

Таблица 2 – Продуктивность сортов вишни (2019-2021 гг.)

| Сорт | Урожайность, кг/дерево | | | Средняя масса плода, г | | | Средняя урожайность за три года, кг/дерево |
|-------------------|------------------------|------|------|------------------------|------|------|--|
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2019 | 2020 | 2021 | |
| Лозновская | 5,7 | 9,7 | 10,8 | 6,3 | 6,1 | 6,2 | 8,7 |
| Игрушка | 8,2 | 9,3 | 11,9 | 11,1 | 10,7 | 9,5 | 9,8 |
| Чудо-вишня | 7,4 | 10,7 | 10,7 | 8,0 | 5,4 | 7,9 | 9,6 |
| Любимица | 5,3 | 7,8 | 16,1 | 6,0 | 5,9 | 5,9 | 9,7 |
| Шахразада | 5,2 | 8,7 | 8,9 | 5,1 | 4,7 | 4,5 | 7,6 |
| Норд Стар | 1,1 | 1,5 | 0,1 | 5,0 | 4,8 | 4,5 | 0,9 |
| Шарада | 3,3 | 7,9 | 8,3 | 6,4 | 6,2 | 6,1 | 8,5 |
| Жуковская | 5,2 | 6,5 | 8,1 | 4,1 | 4,0 | 3,9 | 6,6 |
| НСР ₀₅ | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |

По качеству плодов лучшие показатели были у сортов Любимица, Лозновская, Игрушка и Шарада, так как у данных сортов ежегодно наблюдалось незначительное изменение массы плода и стабильное качество плодов.

Заключение. В засушливых условиях Волгоградской области проявление грибковых инфекций в плодовых насаждениях, особенно вишневых, крайне редко и зависит в основном от складывающихся погодных условий, а также от устойчивости сорта. Изучаемые сорта, при равных складывающихся условиях, проявляли разную устойчивость к таким наиболее вредоносным инфекциям, как *Monilia fructigena* и *Cylindrosporium hiemale* (Higg). При этом если на некоторых сортах, как Норд Стар, Шарада и Игрушка наблюдалось поражение *Monilia fructigena* от 3 до 20% в зависимости от сорта и условий года, то на остальных сортах признаки болезни отсутствовали, что характеризует их как устойчивых. Признаков поражения *Cylindrosporium hiemale* (Higg) у изучаемых сортов за время изучения обнаружено не было, что также их характеризует как устойчивых к этому виду инфекции. В результате изучения были отмечены такие сорта, как Любимица, Лозновская, Шарада и Игрушка, сочетающие высокую продуктивность и качественные показатели с комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим стресс-факторам, в том числе и грибным болезням. Наличие инфекционных заболеваний может существенно снижать продуктивность растений. Наибольшее снижение урожайности произошло у сорта Норд Стар, в том числе в связи с высокой поражаемостью *Monilia fructigena*.

Литература:

- Багиров О.Р. Вычисление биометрических показателей для урожайности деревьев вишни // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2019. С. 10-14.
- Быкова Т.О., Макарова Н.В., Демина Л.Г. Сравнительный анализ плодов вишни обыкновенной и вишни войлочной // Сельскохозяйственные науки и агропро-

мышленный комплекс на рубеже веков. 2016. № 16. С. 61-64.

3. Галимов В.Р. Устойчивость вишни к коккомикозу / сборник: Достижения аграрной науки – садоводству и картофелеводству. 2017. С.108-113.

4. Доля Ю.А., Заремук Р.Ш., Копнина Т.А. Адаптивные сорта вишни для создания устойчивых насаждений // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. №47 (05). С.50-58.

5. Кузнецова А.П., Дрыгина А.И., Маджар Д.А., Гриднев С.И., Ленинцева М.С. Перспективные устойчивые к коккомикозу сорта вишни для юга России // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. № 56 (2). С. 157-170.

6. Кузнецова А.П., Ленинцева М.С. Выделение сортов косточковых культур (род PRUNUS L.), устойчивых к коккомикозу // Плодоводство и ягодоводство России. 2021. № 69 (3). С. 44-53.

7. Седов Е.Н., Огольцовой Т.П. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: изд-во ВНИИСПК, 1999. С.608.

8. Солонкин А.В., Бгашев В.А., Никольская О.А. Элементы технологий выращивания сортов вишни и сливы селекции НВНИИСХ // Научно-агрономический журнал. 2016. №1(98). С.49-52.

9. Солонкин А.В., Семенютина А.В., Никольская О.А., Киктева Е.Н. Оценка засухоустойчивости и жаростойкости сортов и форм косточковых культур в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. №4 (56). С. 55-64.

10. Тихонов А.Г., Каширская Н.Я. Оценка устойчивости сортов вишни к коккомикозу – основа современного дифференцированного подхода к системе защиты вишневого сада // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 38. № 2. С. 151-157.

11. Cline, J.A. Planting density and size-controlling rootstocks influence the performance of Montmorency tart cherry (*Prunus cerasus* L.). Can. J. Plant Sci. 2020. 100. 16–28.

12. Gonçalves, B.; Moutinho-Pereira, J.; Santos, A.; Silva, A.P.; Bacelar, E.; Correia, C.; Rosa, E. Scion-rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry. Tree Physiol. 2006. 26. 93–104.

The Biotic and Abiotic Factors Influence on the Ordinary Cherries Yield Formation

Yelena N. Kikteva, researcher, ORCID ID 0000-0002-3095-2884,

Andrey V. Solonkin, D.S.-Kh.N., deputy director, head of the breeding and seed center, ORCID 0000-0002-1576-7824

Ol'ga A. Nikol'skaya, senior researcher, e-mail: lelka-nikolskaya@mail.ru, ORCID 0000-0002-1373-7101–

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), e-mail: info@v fanc.ru,

400062, Universitetskii Prospekt, 97, Volgograd, Russia

Obtaining high yields of fruits largely depends on the variety. With the right choice of varieties, the productivity of orchards increases, while ensuring uniform consumption of fruits both fresh and processed throughout the year. The most important process in the horticulture development event is the selection of varieties, especially stone crops as the most vulnerable to various abiotic and biotic anomalies. The varietal composition of fruit crops, including stone fruits, such as cherries, is very diverse in the Volgograd region. At the same time, the varieties are characterized by a large variation in quality indicators, as well as stability and productivity. Due to the constant involvement of new varieties of various origins, the cherry assortment in the region is expanding, which makes it difficult to choose really high-quality varieties for both industrial cultivation and home gardening. One of the essential indicators in the variety choice is its high productivity and stability of fruiting over the years, which is ensured by high resistance to unfavorable environmental factors. In this regard, the study of varieties, especially introduced ones, in the conditions of the Volgograd region is extremely important and relevant. As a result of long-term observation and study of local and introduced varieties, it became possible to choose a cherry assortment that gives stable high yields and has high resistance to abiotic and biotic factors. There were no signs of damage to the studied varieties by the disease of *Cylindrosporium hiemale* (Higg). Assessment of cherry resistance to *Monilia fructigena* showed that all varieties have a certain degree of resistance. The Nord Star variety proved to be less stable (10-20%). During the experiments (2019-2021), the best varieties were identified: Lyubimitsa, Loznovskaya and Igrushka, which showed resistance to fungal diseases and high average yields, respectively 9.7, 8.7 and 9.8 kg/tree.

Keywords: cherry, variety, yield, fruit, productivity, disease resistance

The work was carried out within the framework of the state task of research in the FSC of Agroecology RAS: «Theoretical foundations, creation of new competitive biotypes of agricultural crops with high productivity, quality, sustainability and varietal technologies based on the latest methods and technological solutions in a changing climate conditions» (№ 0713-2019-0009).

Received: 23.04.2022

Accepted: 02.06.2022

Translation of Russian References:

1. Bagirov O.R. *Vychislenie biometricheskikh pokazatelej dlya*

urozhajnosti derev'ev vishni [Calculation of biometric indicators for the yield of cherry trees] *Selekciya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur* [Selection and variety breeding of garden crops]. 2019. pp. 10-14.

2. Bykova T.O., Makarova N.V., Demenina L.G. *Sravnitel'nyj analiz plodov vishni obyknovЕННОj i vishni vojlochnoj* [Comparative analysis of the ordinary cherry and felt cherry fruits]. *Sel'skohozyajstvennyye nauki i agropromyshlennyj kompleks na rubezhe vekov* [Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century]. 2016. №16. pp. 61-64.

3. Galimov V.R. *Ustojchivost' vishni k kokkomikoze* [Cherry resistance to coccomycosis]. In *Compillation: Dostizheniya agrarnoj nauki – sadovodstvu i kartofelevodstvu* [Achievements of agricultural science – to the horticulture and potato growing]. 2017. pp.108-113.

4. Dolya Yu.A., Zaremuk R.SH., Kopnina T.A. *Adaptivnye sorta vishni dlya sozdaniya ustojchivykh nasazhdenij* [Adaptive cherry varieties for creating sustainable plantings]. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2017. №47(05). pp.50-58.

5. Kuznecova A.P., Drygina A.I., Madzhar D.A. et al. *Perspektivnye ustojchivye k kokkomikoze sorta vishni dlya yuga Rossii* [Promising coccomycosis-resistant cherry varieties for the South of Russia]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry growing in Russia]. 2019. №56(2). pp. 157-170.

6. Kuznecova A.P., Lenivceva M.S. *Vydelenie sortov kostochkovykh kul'tur (rod PRUNUS L.), ustojchivykh k kokkomikoze* [Selectoin of stone crops (genus PRUNUS L.) varieties resistant to coccomycosis]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry growing in Russia]. 2021. №69(3). pp 44-53.

7. Sedov E.N., Ogo'covej T.P. *Programma i metodika selekcii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and method of fruit, berry and nut crops selection.]. Orel: VNIISPK Publ. house. 1999. p. 608.

8. Solonkin A.V., Bgashev V.A., Nikol'skaya O.A. *Elementy tekhnologii vyrashchivaniya sortov vishni i islivy selekcii NVNIISKH* [Elements of technologies for growing cherry and plum varieties of NVNIISKH breeding]. *Scientific Agronomy Journal*. 2016. №1(98). pp.49-52.

9. Solonkin A.V., Semenyutina A.V., Nikol'skaya O.A., Kikteva E.N. *Otsenka zasuhoustojchivosti i zharostjivosti sortov i form kostochkovykh kul'tur v usloviyah Volgogradskoj oblasti* [Assessment of drought and heat resistance of varieties and forms of stone crops in the Volgograd region conditions]. *Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversity complex: science and higher professional education*. 2019. №4(56). pp. 55-64.

10. Tikhonov A.G., Kashirskaya N.YA. *Assessment of the cherry varieties resistance to coccomycosis is the basis of a contemporary differentiated approach to the cherry orchard protection system*. *Fruit and berry growing in Russia*. 2014.T. 38. №2. pp. 151-157.

Цитирование. Киктева Е.Н., Солонкин А.В., Никольская О.А., Влияние биотических и абиотических факторов на формирование урожайности вишни обыкновенной // Научно-агрономический журнал. 2022. №2(117). С. 56-61. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.007.56-61

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Kikteva Ye.N., Solonkin A.V., Nikol'skaya O.A. The Biotic and Abiotic Factors Influence on the Ordinary Cherries Yield Formation. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 2(117). pp. 56-61. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.007.56-61

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Эффективные способы стерилизации семян *Robinia pseudoacacia* L. для введения в культуру *in vitro*

Татьяна Васильевна Терещенко ✉, e-mail: tereschenko@vfanc.ru, м.н.с., ORCID 0000-0001-9116-6062; Ольга Олеговна Жолобова, к.б.н., в.н.с., ORCID 0000-0002-1594-4181, зав. лабораторией биотехнологий – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, пр. Университетский, 97, г. Волгоград, Россия

Робиния лжеакация (R. pseudoacacia L.) широко используется в аридных районах и относится к почвоулучшающим древесным породам. Культивирование генотипов робинии из семян в условиях in vitro актуально при создании селективных систем, позволяющих искусственно моделировать стресс-факторы окружающей среды и ускоренно отбирать наиболее устойчивые к ним экземпляры. Для введения в культуру in vitro необходимо получить асептический материал. Для этого применяют различные стерилизующие агенты. В статье представлены результаты сравнительной оценки эффективности применения «Лизоформина 3000», нитрата серебра (AgNO₃), перекиси водорода (H₂O₂) и «Белизны» для стерилизации семян R. pseudoacacia L. на этапе введения в культуру in vitro. В результате проведенного эксперимента было выявлено 5 из 27 примененных режимов стерилизации. На выявленных режимах наблюдались самые высокие показатели стерильных жизнеспособных эксплантов (от 85,0 до 90,0%), их всхожести (от 85,0 до 90,0%) и энергии прорастания (от 80,0 до 85,0%). При повышении концентрации раствора «Лизоформина 3000» и экспозиции значительно снижалась жизнеспособность, всхожесть и энергия прорастания семян, так как альдегиды, которые входят в состав данного стерилизующего агента, в высокой концентрации ингибируют ростовые процессы культивируемых эксплантов. Также наблюдалось изменение морфологии самих проростков. При повышении концентраций и экспозиции стерилизующих растворов серебра азотнокислого (AgNO₃) и «Белизны» отмечались более низкие показатели жизнеспособных семян, их энергии прорастания и всхожести вследствие повреждающего действия стерилизующих веществ.

Ключевые слова: робиния лжеакация, культура *in vitro*, стерилизация эксплантов, стерилизующие агенты, микрклональное размножение.

Работа выполнена в рамках исполнения плана научно-исследовательской работы ФНЦ агроэкологии РАН «Повышение эффективности микрклонального размножения растений на искусственных питательных средах в условиях *in vitro* с последующей адаптацией к условиям произрастания» № 0508-2019-00.

Поступила в редакцию: 15.05.2022

Принята к печати: 03.06.2022

Робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) – быстрорастущий лесобразующий вид рода *Robinia*, семейства *Fabaceae* (рисунок 3). Это светолюбивая, засухоустойчивая и солевыносливая культура, благоприятная для создания ажурных и ажурно-продуваемых полезащитных лесных полос [6]. Благодаря сильно развитой корневой системе, данная порода широко используется в аридных районах для закрепления песков, при облесении балок и оврагов и относится к почвоулучшающим древесным породам [1]. Также малая требовательность к плодородию почв сделали робинию лжеакцию очень популярной древесной породой в агролесомелиорации [6].

Использование семенного материала для размножения генотипов в культуре *in vitro* актуально при создании селективных систем, которые позволяют ускоренно отбирать формы, устойчивые к различным природным стресс-факторам, имитированным искусственно в условиях *in vitro* (например, засоление, засуха, повышенное содержание металлов в почве и т.д.).

Характеристика семян *R. pseudoacacia* L. (рисунок 4): длина около 5 мм, ширина 3 мм, толщина 1 – 2 мм, масса 1000 семян – 12,6 г, окраска бурая

или темно-коричневая, форма яйцевидная; гладкие, нередко пятнистые, матовые или блестящие, изогнутые с носиком [8].

Эффективность работы с растительными объектами в условиях *in vitro* во многом зависит от начального этапа их культивирования, который включает в себя подбор режима стерилизации. Для введения в культуру *in vitro* необходимо получить асептический материал, свободный от бактериальной и вирусной инфекции, так как в результате попадания микроорганизмов на питательную среду подавляется рост и развитие культивируемых растений. Для этого применяют обработку растительных эксплантов различными стерилизующими агентами [7]. Важно подобрать такой способ стерилизации, при котором будет достигаться высокий процент стерильных и жизнеспособных эксплантов.

На данный момент литературных данных по стерилизации и введению в культуру *in vitro* семян *R. pseudoacacia* не существует. В своей работе опирались на исследование о влиянии различных режимов стерилизации на получение стерильных эксплантов *A.dasyanthu*, так как данная культура также является видом семейства *Fabaceae* [5]. По-

этому целью данного эксперимента является подбор и выявление наиболее эффективных режимов стерилизации для семян *R. pseudoacacia* L. на этапе введения в культуру *in vitro*.

Материалы и методы. Семенной материал *R. pseudoacacia* L. был собран в 2020 г. (рис.1). Эксперимент проводился с февраля по апрель 2022 г.



Рисунок 1. Сбор материала ценных генотипов для размножения

В целях улучшения всхожести семена робинии предварительно подвергали механической скарификации путем ошпаривания их кипятком [4].

В данном эксперименте в качестве основных стерилизующих агентов использовали растворы «Лизоформина 3000», «Белизны», пероксида водорода (H_2O_2) и нитрата серебра ($AgNO_3$) [5,7]. Концентрации и экспозиция стерилизующих растворов подбирались экспериментально (таблица 1). Для предстерилизационной обработки применяли промывание семян в мыльном растворе в течение 10-20 минут с последующим их промыванием в проточной воде в течение часа [9]. На первом этапе непосредственно самой стерилизации использовали 70%-ный этиловый спирт в течение 1 минуты, после чего семена обрабатывали в основных стерилизующих растворах, концентрация и время экспозиции которых подбирались экспериментально и представлены в таблице 1. После основной стерилизации семена пятикратно промывали в стерильной дистиллированной воде, сажали в баночки с безгормональной питательной средой по прописи Мурасиге-Скуга и заматывали стерильной пленкой. Все манипуляции проводили в стерильных условиях ламинар-боксов (рисунок 2,3)[2, 3, 7, 9, 10].

Таблица 1 – Результаты режимов стерилизации семян *R. pseudoacacia* L.

| № режима стерилизации | Стерилизующий агент | Концентрация, % | Экспозиция, мин | Число стерильных жизнеспособных эксплантов, % |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|---|
| 1 | «Лизоформин 3000» | 5 | 5 | 87,5 |
| 2 | | | 7 | 85,0 |
| 3 | | | 10 | 72,5 |
| 4 | «Лизоформин 3000» | 7 | 5 | 82,5 |
| 5 | | | 7 | 80,0 |
| 6 | | | 10 | 77,5 |
| 7 | «Лизоформин 3000» | 10 | 5 | 72,5 |
| 8 | | | 7 | 75,0 |
| 9 | | | 10 | 45,0 |
| 10 | Перекись водорода (H_2O_2) | 10 | 7 | 25,0 |
| 11 | | | 10 | 70,0 |
| 12 | | | 15 | 60,0 |
| 13 | Перекись водорода (H_2O_2) | 15 | 7 | 45,0 |
| 14 | | | 10 | 70,0 |
| 15 | | | 15 | 90,0 |
| 16 | Серебро азотнокислое ($AgNO_3$) | 0,1 | 7 | 90,0 |
| 17 | | | 10 | 70,0 |
| 18 | | | 15 | 85,0 |
| 19 | Серебро азотнокислое ($AgNO_3$) | 0,2 | 7 | 70,0 |
| 20 | | | 10 | 50,0 |
| 21 | | | 15 | 50,0 |
| 22 | «Белизна» | 20 | 5 | 80,0 |
| 23 | | | 7 | 80,0 |
| 24 | | | 10 | 65,0 |
| 25 | «Белизна» | 25 | 5 | 65,0 |
| 26 | | | 7 | 40,0 |
| 27 | | | 10 | 45,0 |

Баночки с семенами робинии культивировали на фитостеллаже при 16-ти часовом фотопериоде, освещенности 2-3 тыс. лк и температуре 22-24°C (рис.4). В течение эксперимента фиксировали процент стерильных и жизнеспособных семян, а также их энергию прорастания и всхожесть (ГОСТ 13056.6-97), в

результате чего выявляли наиболее эффективные режимы стерилизации (таблица 1 – 2). Приготовление и стерилизацию питательной среды проводили в соответствии со стандартными протоколами [2, 3, 7, 9, 10]. Полученные данные обрабатывали с использованием пакета программ Excel.

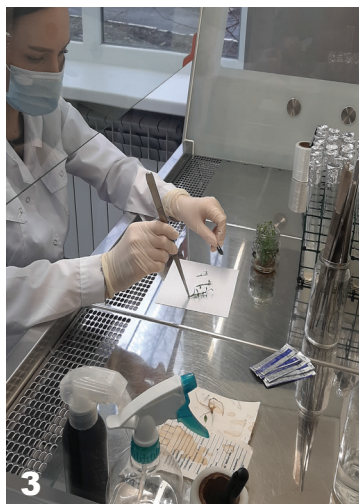


Рисунок 2, 3. Работа с растениями в стерильных условиях ламинар-бокса
Рисунок 4. Культуральная комната лаборатории биотехнологий

Результаты и обсуждение. Для асептического культивирования в условиях *in vitro* семян *R. pseudoacacia* было применено и изучено 27 режи-

мов стерилизации. В результате анализа полученных данных (таблица 1 – 2, рисунок 5, 6) были выявлены наиболее эффективные.



Рисунок 5. Влияние разных концентраций «Лизоформина 3000» на развитие проростков *R. pseudoacacia* в условиях *in vitro* на 21-е сутки культивирования: а) 5%5 мин, 5%7 мин, 5%10 мин; б) 7%5 мин, 7%7 мин, 7%10 мин; в) 10%5 мин, 10%7 мин, 10%10 мин

По данным, представленным в таблице 1, можно сделать вывод об эффективности применения «Лизоформина 3000» в концентрациях 5-7% с экспозицией 5-7 минут, так как на данных режимах удалось получить от 80 до 87,5% стерильных жизнеспособных эксплантов.

Повышение экспозиции до 10 минут и концентрации до 10% значительно снижало жизнеспособность семян, так как альдегиды, входящие в состав данного стерилизующего агента, при высокой концентрации ингибируют

проращение и дальнейшее развитие культивируемых эксплантов. Также наблюдалось изменение морфологии проростков (рисунок 1в). Использование раствора 15%-ной перекиси водорода в течение 15 минут позволяет получить 90% стерильных жизнеспособных семян. Применение раствора в меньших концентрациях было неэффективным, так как наблюдался высокий процент контаминации, что в свою очередь также ингибирует рост. Стерилизация 0,1%-ным раствором серебра азотнокислого (AgNO_3) в течение 7 и 15 минут дает выход 85 и 90% стерильных жизнеспособных эксплантов соответственно. Увеличение концентрации раствора (AgNO_3) до 0,2% существенно снижало жизнеспособность семян до 50%. Раствор 20%-ной «Белизны» с экспозицией 5-7 мин позволяет получить 80% стерильных и жизнеспособных эксплантов. Также повышение концентрации и экспозиции раствора «Белизны» угнетало процесс проращения семян.

На рисунке 1 видно, что с увеличением концентрации стерилизующего агента «Лизоформин 3000» до 10% и экспозиции до 10 мин происходит ингибирование

развития проростков и нарушение их морфологии.

Исходя из результатов, приведенных в таблице 2, можно оценить влияние различных типов стерилизации на энергию проращения и всхожесть семян *R. pseudoacacia* L. в культуре *in vitro*. Высокие показатели энергии проращения (85,0%) и всхожести (90,0%) наблюдались при стерилизации 0,1%-ным раствором серебра азотнокислого в течение 7 минут (режим №16); 80,0% (энергия проращения) и 90,0% (всхожесть) при обработке 15%-ной перекисью водорода в течение 15 минут (режим №15); 82,5% энергия и 87,5% всхожесть составили при обработке 5%-ным «Лизоформин 3000» 5 минут (режим №1); 65,0% энергия проращения и 85,0% всхожесть при обработке 5%-ным «Лизоформин 3000» 7 минут (режим №2); также при стерилизации 0,1%-ным раствором серебра азотнокислого в течение 15 минут получили 75,0% энергии проращения и 85,0% всхожести (режим №18). Повышение концентрации и экспозиции растворов «Лизоформин 3000», серебра азотнокислого, а также «Белизны» в основном снижало показатели всхожести и энергии проращения.

Таблица 2 – Результаты влияния разных режимов стерилизации на показатели энергии проращения и всхожести семян *R. pseudoacacia* L.

| № режима стерилизации | Стерилизующий агент | Концентрация, % | Экспозиция, мин | Энергия проращения, % | Всхожесть, % |
|-----------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| 1 | «Лизоформин 3000» | 5 | 5 | 82,5 | 87,5 |
| 2 | | | 7 | 65,0 | 85,0 |
| 3 | | | 10 | 62,5 | 70,0 |
| 4 | «Лизоформин 3000» | 7 | 5 | 77,5 | 82,5 |
| 5 | | | 7 | 50,0 | 55,0 |
| 6 | | | 10 | 70,0 | 77,5 |
| 7 | «Лизоформин 3000» | 10 | 5 | 47,5 | 70,0 |
| 8 | | | 7 | 67,5 | 72,5 |
| 9 | | | 10 | 35,0 | 35,0 |
| 10 | Перекись водорода (H_2O_2) | 10 | 7 | 45,0 | 50,0 |
| 11 | | | 10 | 70,0 | 70,0 |
| 12 | | | 15 | 60,0 | 65,0 |
| 13 | Перекись водорода (H_2O_2) | 15 | 7 | 35,0 | 45,0 |
| 14 | | | 10 | 45,0 | 70,0 |
| 15 | | | 15 | 80,0 | 90,0 |
| 16 | Серебро азотнокислое (AgNO_3) | 0,1 | 7 | 85,0 | 90,0 |
| 17 | | | 10 | 60,0 | 70,0 |
| 18 | | | 15 | 75,0 | 85,0 |
| 19 | Серебро азотнокислое (AgNO_3) | 0,2 | 7 | 45,0 | 70,0 |
| 20 | | | 10 | 40,0 | 50,0 |
| 21 | | | 15 | 50,0 | 50,0 |
| 22 | «Белизна» | 20 | 5 | 72,5 | 77,5 |
| 23 | | | 7 | 45,0 | 45,0 |
| 24 | | | 10 | 50,0 | 55,0 |
| 25 | «Белизна» | 25 | 5 | 45,0 | 50,0 |
| 26 | | | 7 | 40,0 | 45,0 |
| 27 | | | 10 | 30,0 | 30,0 |

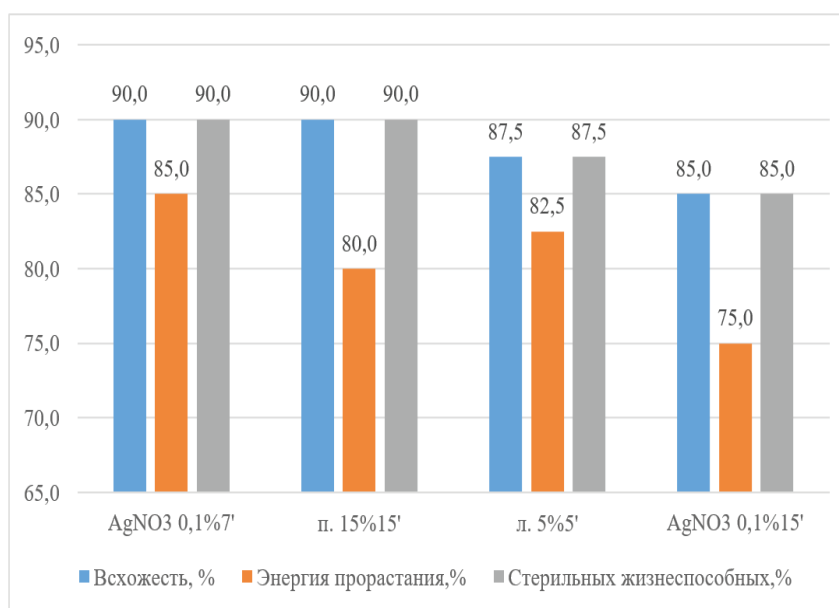


Рисунок 6 – Показатели наиболее эффективных режимов стерилизации семян *R. pseudoacacia* L.
AgNO₃* – серебро азотнокислое;
п.* – перекись; л.* – «Лизоформин 3000»

На рисунке 6 представлена гистограмма, на которой наглядно отражена зависимость показателей (числа стерильных жизнеспособных семян, их энергии прорастания и всхожести) от способа стерилизации.

Заключение. Таким образом в результате проведенного исследования было изучено 27 экспериментально подобранных режимов стерилизации и выявлено 5 наиболее эффективных и рекомендуемых при введении семян *R. pseudoacacia* в культуру *in vitro*: №1 (р-р лизоформина 5% 5 мин), №2 (р-р лизоформина 5% 7 мин), №15 (р-р перекиси водорода 15% 10 мин), №16 (р-р серебра азотнокислого 0,1% 7 мин), №18 (р-р серебра азотнокислого 0,1% 15 минут). На данных режимах наблюдался наиболее высокий процент каждого из анализируемых показателей. Таким образом, удалось получить до 85,0-90,0% стерильных жизнеспособных эксплантов из семян *R. pseudoacacia* в культуре *in vitro* с высокими процентами энергии прорастания (80,0-85,0%) и всхожести (85,0-90,0%).

Литература:

1. Бабоско О. И., Танюкевич В. В. Многофункциональная роль робиниевых защитных насаждений в степных ландшафтах // Научный журнал КубГАУ. №74(10). 2011.
2. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: Учеб. пособие. / Р.Г. Бутенко. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1991. 160 с.

3. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М.: Наука. 1964. 270 с.

4. ГОСТ 13056.6 -97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести

5. Гуля Н.И., Маслова Е.В. Определение эффективного способа стерилизации растительных эксплантов редкого вида *Astragalus dasyanthus* Pall (fabaceae) во флоре белгородской области для введения его в культуру *in vitro* // Научные исследования: от теории к практике. 2015. Т.1. №4 (5) С. 17-19.

6. Седых С.А., Бабоско О.И. Использование робинии лжеакация в защитном лесоразведении Ростовской области // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 2-3.

7. Тимофеева С.Н., Смолькина Ю.В., Апанасова Н.В., Юдакова О.И. Технологии микроразмножения *in vitro*: учеб.-метод. пособие. – Саратов, 2016. 38 с.

8. Шевченко Л. С., Авдеев В. И. Характеристика семян некоторых древесных видов-экзотов в условиях г. Оренбурга // Известия ОГАУ. 2007. №15-1.

9. Широков, А.И. Основы биотехнологии растений / А.И. Широков, Л.А. Крюков // Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 49 с.

10. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobaccotissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962. V. 15. P. 473-497.

DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.008.62-67

Effective Methods of Sterilization of *Robinia Pseudoacacia* L. Seeds for Introduction Into Cultivation *In Vitro*

Tat'yana V. Tereshchenko ✉, junior researcher, tereshchenko@vfanc.ru, м.н.с., ORCID 0000-0001-9116-6062, Biotechnology Laboratory; Olga O. Zholobova, K.B.N., leader researcher, ORCID 0000-0002-1594-4181, head of the Biotechnology Laboratory – Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

Robinia pseudoacacia (*R. pseudoacacia* L.) is widely used in arid areas and belongs to soil-improving tree species. The cultivation of robinia genotypes from seeds under in vitro conditions is relevant when creating selective systems that allow artificially modeling environmental stress factors and accelerating the selection of the most resistant specimens to them. For introduction into culture in vitro, it is necessary to obtain aseptic material. To do this, various sterilizing agents are used. The article presents the results of a comparative evaluation of the effectiveness of the «Lysoformin 3000», silver nitrate (AgNO_3), hydrogen peroxide (H_2O_2) and «Belizna» use for the sterilization of *R. pseudoacacia* L. seeds at the stage of introduction into culture in vitro. As a result of the experiment, 5 out of 27 applied sterilization modes were identified. The revealed modes showed the highest rates of sterile viable explants (from 85.0 to 90.0%), their germination (from 85.0 to 90.0%) and germination energy (from 80.0 to 85.0%). With an increase in the concentration of the Lysoformin 3000

solution and exposure, the viability, germination and germination energy of seeds significantly decreased, since the aldehydes that are part of this sterilizing agent inhibit the growth processes of cultivated explants in high concentrations. There was also a change in the morphology of the seedlings themselves. With increasing concentrations and exposure of sterilizing solutions of silver nitric acid (AgNO_3) and «Belizna», lower indicators of viable seeds, their germination energy and germination due to the damaging effect of sterilizing substances were noted.

Keywords: robiniapseudoacacia, in vitro culture, sterilization of explants, sterilizing agents, microclonal reproduction

The study was carried out as part of the implementation of the research work plan of the FSC of agroecology of RAS «Improving the efficiency of microclonal reproduction of plants on artificial nutrient mediums under «in vitro» conditions with subsequent adaptation to growing conditions» № 0508-2019-00.

Received: 15.05.2022

Accepted: 03.06.2022

Translation of Russian References:

1. Baboshko O.I., Tanyukevich V.V. *Mnogofunkcional'naya rol' robinievyyh zashchitnyh nasazhdenij v stepnyh landshaftah* [Multifunctional role of robinium protective plantings in steppe landscapes]. *Nauchnyj zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of KubSAU]. Novocherkassk. №74(10). 2011.

2. Butenko R.G. *Biologiya kletok vysshih rastenij in vitro i biotekhnologii na ih osnove* [Biology of higher plant cells in vitro and biotechnology based on them]: Textbook. Moscow. FBK-PRESS Publ. house. 1991. 160 p.

3. Butenko R.G. *Kul'tura izolirovannyh tkanej i fiziologiya morfogeneza rastenij* [Culture of isolated tissues and physiology of plant morphogenesis]. Moscow. «Nauka». Publ. house. 1964. 270 p.

4. GOST 13056.6-97 Seeds of trees and shrubs. Germination determination method.

5. Gulya N.I., Maslova E.V. *Opreделение эффективного способа стерилизации растительных эксплантов редкого вида *Astragalus dasyanthus* Pall (fabaceae) во флоре Белгородской области для введения его в культуру in vitro* [Determination of an effective method of the rare species *Astragalus dasyanthus* Pall (fabaceae) plant explants sterilization in the flora of the Belgorod region for its introduction into culture in vitro] *Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike*

[Scientific research: from theory to practice]. 2015. Tome 1. №4(5). pp. 17-19.

6. Sedyh S.A., Baboshko O.I. *Ispol'zovanie robinii lzheakacii v zashchitnom lesorazvedenii Rostovskoj oblasti* [The use of Robinia pseudoacacia in protective afforestation of the Rostov region] *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik* [International Student Scientific Bulletin]. 2015. №2-3.

7. Timofeeva S.N., Smol'kina Yu.V., Apanasova N.V., Yudakova O.I. *Tekhnologii mikrorazmnozheniya in vitro* [Technologies of micro-reproduction in vitro]: educational and methodical manual. Saratov. 2016. 38 p.

8. Shevchenko L.S., Avdeev V.I. *Harakteristika semyan nekotoryh drevesnyh vidov-ekzotov v usloviyah g. Orenburga* [Characteristics of seeds of some tree species-exotics in the conditions of Orenburg]. *Izvestiya OGAU* [Proceedings of OSAU]. 2007. №15-1.

9. Shirokov A.I., Kryukov L.A. *Ocnovy biotekhnologii rastenij* [Fundamentals of plant biotechnology]. *Elektronnoe uchebno-metodicheskoe posobie* [Electronic educational and methodical manual]. *Nizhnij Novgorod*: Nizhnij Novgorod State University. Publ. house. 2012. 49 p.

10. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobaccotissue cultures. *Physiol. Plant*. 1962. Vol. 15. pp. 473-497.

Цитирование. Терещенко Т.В., Жолобова О.О. Эффективные способы стерилизации семян *Robinia pseudoacacia* L. для введения в культуру in vitro // Научно-агрономический журнал. 2022. №2(117). С. 62-67. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.008.62-67

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Tereshchenko T.V., Zholobova O.O. Effective Methods of Sterilization of Robinia Pseudoacacia L. Seeds for Introduction Into Cultivation in Vitro. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 2(117). pp. 62-67. DOI: 10.34736/FNC.2022.117.2.008.62-67

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Редакция научно-практического журнала «Научно-агрономический журнал»

благодарит уважаемых авторов за сотрудничество и выражает надежду на дальнейшую популяризацию результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых по научному обеспечению сельского, лесного и мелиоративного хозяйства с освещением проблем рационального природопользования и адаптации агроэкосистем к меняющимся климатическим условиям.

В журнале публикуются научные статьи, обзоры, требующие обязательного рецензирования и регистрации DOI. Для публикации статей в журнале приглашаются научные и научно-педагогические работники, докторанты, аспиранты, а также практические работники и руководители организаций сферы АПК.

К публикации принимаются статьи, отражающие наиболее значимые научные труды, нигде ранее не опубликованные, соответствующие тематике журнала, обладающие научной новизной и содержащие

материалы собственных научных исследований автора. Предоставляемые материалы должны быть актуальными, иметь новизну, научную и практическую значимость. Оригинальность текста – не менее 75 % (проверка статьи с помощью сервиса www.text.ru или www.antiplagiat.ru), подтвержденные отчетом с указанных сервисов.

Статьи, представленные к публикации, направляются редколлегией журнала на обязательное рецензирование. Рецензирование осуществляется в строгом соответствии с порядком рецензирования и этическими принципами, опубликованными на официальном веб-сайте <https://vfanc.ru/center/zhurnal/>.

Главный и ответственный редакторы принимают решение о возможности принятия рукописи к печати на основании рецензий и собственной оценки качества материала, авторских ответов на замечания и исправлений рукописи, при необходимости консультируясь с другими членами Редакционной коллегии.

Требования к оформлению статей

Редакционная коллегия оставляет за собой право не включать в журнал статьи, не соответствующие предъявляемым требованиям.

В начале статьи на русском языке указываются:

- номер по Универсальной десятичной классификации (УДК);
- название статьи;
- инициалы и фамилия автора(ов);
- название организации, в которой выполнялась работа, город;
- E-mail;
- аннотация – 150-250 слов;
- ключевые слова и словосочетания.

Далее в той же последовательности информация приводится на английском языке. Если статья подана не на русском языке, то данные о статье, авторах, аннотация и ключевые слова приводятся сначала на языке оригинала, а затем обязательно на русском языке.

Научная статья должна обязательно включать:

- Введение (содержит актуальность, цель и задачи исследования, критический анализ достижений и публикаций);
- Материалы и методы исследования;
- Результаты исследования и их обсуждение;
- Выводы;
- Список литературы на языке оригинала и References (английская транслитерация оригинального списка).
- Сведения об авторе (авторах) на русском и английском языках (для каждого автора): Ф.И.О. полностью, учёная степень, звание; место работы; должность, город; E-mail.

Материал статьи должен быть изложен кратко, в научно-информационном стиле, без повторений данных таблиц и рисунков в тексте; на литературу, таблицы и рисунки следует давать ссылки в тексте.

Ссылки на литературу оформляются в виде номера, в соответствии с положением источника в библиографическом списке, номер ссылки заключается в квадратные скобки.

Статья представляется в редакцию журнала «Научно-агрономический журнал» по электронной почте nwzhurnal@mail.ru, набранной в формате Word Windows, книжная ориентация. Материал для публи-

кации набирается с установками: поля – 2 см, стиль обычный, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, межстрочный интервал 1,5, расстановка переносов автоматическая. Абзацный отступ одинаковый по тексту 1,25 см. Ограничения по количеству рисунков и таблиц – не более восьми.

Таблицы и диаграммы выполняются в редакторе MS Word (не рисунками), нумеруются, если их более одной и располагаются по смыслу текста статьи. Используемые в статьях физические, химические, технические, математические термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Размерность всех величин, принятых в статьях, должна соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ). Фотографии предоставляются в электронном виде в формате jpg или tif. Формулы записываются в стандартном редакторе формул MS Word.

Не допускается нумерация страниц, использование в тексте разрывов страниц, использование автоматических постраничных ссылок, использование разреженного или уплотненного межбуквенного интервала.

Объем научной статьи 6–15 страниц машинописного текста.

В список литературы добавляются только те источники, на которые есть ссылки в тексте статьи (для тезисов это правило не применяется). Допускается не более 20 % самоцитирования любых работ, опубликованных в других печатных источниках. Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 в алфавитном порядке. В списке литературы ссылка на каждый источник приводится на том языке, на котором он опубликован. После списка литературы на русском языке идет его транслитерация в латиницу. Для транслитерации рекомендуется использовать сайт: <http://translit.net/> с параметрами по умолчанию. В статье рекомендуется использовать не менее 10 литературных источников, раскрывающих проблему исследования.

С уважением, редакционная коллегия