

ISSN 2500-0047

НАУЧНО-АГРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



SCIENTIFIC AGRONOMY
JOURNAL

2 (121) 2023



**НАУЧНО-АГРОНОМИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**

**SCIENTIFIC AGRONOMY
JOURNAL**

2 (121) 2023

Волгоград
2023

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: Кулик К.Н., д.с.-х.н., профессор, академик РАН

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., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград
Беленков А.И., д.с.-х.н., РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
Москва

Еремин Г.В., д.с.-х.н., академик РАН, Крымская ОСС –
филиал ВИР, г. Крымск Краснодарского края

Кружилин И.П., д.с.-х.н., академик РАН, ВНИИОЗ,
Волгоград

Мелихов В.В., д.с.-х.н., член-корреспондент РАН,
ВНИИОЗ, Волгоград

Муканов Б.М., д.с.-х.н., КазНИИЛХА, Республика Казахстан

Рулёв А.С., д.с.-х.н., академик РАН, ВНИИОЗ, Волгоград

Сложенина М.И., д.б.н., член-корреспондент РАН,
«Поволжский НИИММП», Волгоград

Турусов В.И., д.с.-х.н., академик РАН,
«Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», Воронеж

Чекмарев П.А., д.с.-х.н., академик РАН, заместитель
президента РАН, Москва

Редакционная коллегия:

Барабанов А.Т., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Беляков А.М., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Борисенко И.Б., д.т.н., ВолГАУ, Волгоград

Воронина В.П., д.с.-х.н., к.б.н., ВолГАУ, Волгоград

Гурова О.Н., к.с.-х.н., Областной комитет с/х, Волгоград

Желтобрюхов В.Ф., д.т.н., ВолГТУ, Волгоград

Зеленев А.В., д.с.-х.н., РГАУ-МСХА им.К.А.Тимирязева, Москва

Зеленская Г.М., д.с.-х.н., Донской ГАУ, Ростовская область

Иванцова Е.А., д.с.-х.н., ВолГУ, Волгоград

Иванченко Т.В., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Калмыкова Е.В., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Кошелев А.В., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Крючков С.Н., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Кулик А.К., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Манаенков А.С., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Нефедьева Е.Э., д.б.н., ВолГТУ, Волгоград

Оконов М.М., д.с.-х.н., КалмГУ, Республика Калмыкия

Петров Н.Ю., д.с.-х.н., ВолГАУ, Волгоград

Питоня А.А., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Прянишников А.И., д.с.-х.н., член-корреспондент РАН,
АО «Щелково Агрохим», Москва

Рахимжанов А.Н., к.с.-х.н., ТОО «КазНИИЛХА
им. А.Н. Букейхана», Республика Казахстан

Сагалаев В.А., д.б.н., ВолГУ, Волгоград

Салугин А.Н., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Смутнев П.А., к.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Солонкин А.В., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

Срослова Г.А., к.б.н., ВолГУ, Волгоград

Трещевская Э.И., д.с.-х.н., Воронежский ВГЛТУ
им. Г.Ф. Морозова, Воронеж

Турчин Т.Я., д.с.-х.н., филиал ФБУ ВНИИЛМ, Ростовская область

Тютюма Н.В., д.с.-х.н., «ПАФНЦ РАН», Астрахань

Фомин С.Д., д.т.н., ВолГАУ, Волгоград

Юферев В.Г., д.с.-х.н., ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград

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.2023.121.2.000

Печатается в копировально-множительном бюро ФНЦ агроэкологии РАН

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

Тираж 500 экз. Заказ 3, подписано в печать 23 июня 2023 г. Дата выпуска 26 июня 2023 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 Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»
(FSC of Agroecology RAS)

Editor-in-Chief: **Kulik K.N.**, Dr. Sci. (Agr.), Professor, Academician of RAS

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., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Moscow
Belentsov A.I., Dr. Sci. (Agr.), Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow
Eremin G.V., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, Krymsk experimental breeding station – branch of the VIR, Krymsk
Kruzhilin I.P., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd
Melikhov V.V., Dr. Sci. (Agr.), Corresponding member of RAS, All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd

Mukanov B.M., Dr. Sci. (Agr.), Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry, Republic of Kazakhstan
Rulev A.S., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd
Slozhenkina M.I., Dr. Sci. (Biol.), Corresponding member of RAS, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd
Turusov V.I., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, Voronezh Federal Agrarian Research Center named after V. V. Dokuchaev, Voronezh
Chekmarev P.A., Dr. Sci. (Agr.), Academician of RAS, Deputy President of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Editorial Board:

Barabanov A.T., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Belyakov A.M., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Borisenko I.B., Dr. Sci. (Eng.), Volgograd State Agrarian University
Voronina V.P., Dr. Sci. (Agr.), Volgograd State Agrarian University
Gurova O.N., Cand. Sci. (Agr.), Committee of Agriculture, Volgograd
Zheltoobryukhov V.F., Dr. Sci. (Eng.), Volgograd State Technical University, Volgograd
Zelenev A.V., Dr. Sci. (Agr.), Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow
Zelenskaya G.M., Dr. Sci. (Agr.), Don State Agrarian University, Rostov region
Ivantsova E.A., Dr. Sci. (Agr.), Volgograd State University, Volgograd
Ivanchenko T.V., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Kalmykova E.V., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Koshelev A.V., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Kryuchkov S.N., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Kulik A.K., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Manayenkov A.S., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Nefed'eva E.E., Dr. Sci. (Biol.), Volgograd State Technical University

Okonov M.M., Dr. Sci. (Agr.), Kalmyk State University, Republik of Kalmyk
Petrov N.Yu., Dr. Sci. (Agr.), Volgograd State Agrarian University
Pitonya A.A., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Pryanishnikov A.I., Dr. Sci. (Agr.), RAS corr. member, JSC «Shchelkovo Agrochem» in the Moscow region, Moscow
Rakhimzhanov A.N., Cand. Sci. (Agr.), Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry, Republik of Kazakhstan
Sagalayev V.A., Dr. Sci. (Biol.), Volgograd State University, Volgograd
Salugin A.N., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Smutnev P.A., Cand. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Solonkin A.V., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd
Sroslova G.A., Cand. Sci. (Biol.), Volgograd State University
Treshchevskaya E.I., Dr. Sci. (Agr.), Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh
Turchin T.Ya., Dr. Sci. (Agr.), branch of All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Rostov region
Tyutyuma N.V., Dr. Sci. (Agr.), Caspian Agrarian FSC of RAS, Astrakhan
Fomin S.D., Dr. Sci. (Eng.), Volgograd State Agrarian University
Yuferev V.G., Dr. Sci. (Agr.), FSC of Agroecology RAS, Volgograd

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.2023.121.2.000

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

Circulation 500 copies. Order 3, signed to print on 23 June 2023. Date of issue 26 June 2023

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

Селекция, семеноводство

С.Д. Каракотов, А.И. Прянишников, С.Е. Хверенец, В.Н. Титов, В.Н. Деева, В.М. Титова, И.Н. Смит. Развитие селекционно-семеноводческих программ в АО «Щелково Агрохим» для адаптивного растениеводства России.....5

А.А. Питоня, В.Н. Питоня, М.А. Кирюхина, П.А. Смутнев. Исходный материал озимой мягкой пшеницы для селекции на вирусоустойчивость в Волгоградской области.....12

Г.В. Касьянова, О.А. Никольская, А.В. Солонкин. Влияние подвоев для груши на приживаемость сортов местной селекции.....17

А.А. Дудина, А.А. Околелова. Исследование морфологических и биометрических характеристик семян *Gleditsia triacantos* для улучшения их посевных качеств.....22

Земледелие, растениеводство

А.И. Прянишников, И.Н. Смит, А.Ф. Мельник, А.А. Зеленев. Оценка отзывчивости сортов озимой пшеницы на уровень интенсивности их возделывания.....28

К.В. Илларионова, В.М. Галаганов, Т.В. Шеленга, С.В. Григорьев. Жирнокислотный состав масла и семян бамии (*Abelmoschus esculentus* Moench), выращенной в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах России.....34

Агролесомелиорация

А.Ш. Хужахметова, К.А. Мельник, А.И. Передриенко. Особенности предпосевной обработки семян гледичии обыкновенной для её питомниководства.....41

А.П. Дегтярева. Влияние экологической обстановки на семенную продуктивность *Pinus Sylvestris* L. в степной зоне Центрально-Черноземного района России.....46

Ш. Матвеев. Оценка современной структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области с применением ГИС-технологий.....51

Памяти коллеги

Посвящается Петрову Владимиру Ивановичу.....57

От редакции.....58

Breeding, seed production

S.D. Karakotov, A.I. Pryanishnikov, S.E. Hverinets, V.N. Titov, V.N. Deeva, V.M. Titova, I.N. Smith. Seed Breeding Programs Development in JSC “Shchelkovo Agrochem” for Adaptive Crop Production in Russia.....5

A.A. Pitonya, V.N. Pitonya, M.A. Kiryukhina, P.A. Smutnev. The Source Material of Winter Soft Wheat for Virus Resistance Breeding in the Volgograd Region.....12

G.V. Kas'yanova, O.A. Nikol'skaya, A.V. Solonkin. The Influence of Pears Rootstocks on the Local Breeding Varieties Survival Rate.....17

A.A. Dudina, A.A. Okolelova. *Gleditsia Triacantos* Seeds Morphological and Biometric Characteristics Investigation to Improve Their Sowing Qualities.....22

Land cultivation, crop production

A.I. Pryanishnikov, I.N. Smith, A.F. Melnik, A.A. Zelenov. Winter Wheat Varieties Responsiveness on the Intensity of Their Cultivation Level Assessment.....28

KV. Illarionova, V.M. Galaganov, T.V. Shelenga, S.V. Grigoriev. Fatty Acid Composition of Oil and Seeds of Okra (*Abelmoschus esculentus* Moench) Grown in the North Caucasian and Southern Federal Districts of Russia.....34

Agroforestry melioration

A.Sh. Khuzhakhmetova, K.A. Mel'nik, A.I. Peredrienko. Features of *Gledichia Vulgaris* Seeds Pre-Sowing Treatment for Nursery.....41

A.P. Degtyareva. Environmental Conditions Influence on *Pinus Sylvestris* L. Seed Productivity in the Steppe Zone of the Central Chernozem Region of Russia.....46

Sh. Matveev. Assessment of the Contemporary Structure and Characteristics of Agricultural Land in the Tsimlyansk District of the Rostov Region Using Gis Technologies.....51

In memory of a colleague

Dedicated to Petrov Vladimir Ivanovich.....57

From the editorial board.....58

4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

УДК 631.174: 631.522/.524: 631.527

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.001.05-11

Развитие селекционно-семеноводческих программ в АО «Щелково Агрохим» для адаптивного растениеводства России

Салис Добаевич Каракотов, академик РАН, ORCID: 0009-0001-7062-4386

Александр Иванович Прянишников✉, e-mail: a_pryan@mail.ru, член-корреспондент РАН, ORCID: 0009-0001-1467-5960

Светлана Евгеньевна Хверенец, ORCID: 0009-0008-5801-7979

Виктор Николаевич Титов, к.с.-х.н., ORCID: 0009-0001-5996-0458

Валентина Николаевна Деева, ORCID: 0009-0007-4399-8519

Валентина Михайловна Титова, ORCID: 0009-0001-2981-1187

Илья Николаевич Смит, ORCID: 0009-0007-0096-4407

Акционерное общество «Щелково Агрохим», info@betaren.ru, 141108, ул. Заводская, д. 2, корпус 142, к. 204, г. Щелково, Московская обл., Россия

Аннотация. В статье приводится обзор основных направлений и результатов селекционных программ АО «Щелково Агрохим», реализуемых в системе своих селекционных центров. Их интеграция в деятельности компании позволяет сформировать замкнутый инновационный цикл, сглаживая разрывы при переходе от фундаментальных исследований к прикладной части их реализации и внедрения селекционных наработок в производство. Среди программных блоков показаны вопросы, связанные с развитием геномных технологий в селекции. Изучена сопряженность отдельных маркерных генов с урожайностью, а также с формированием в зерне белка и клейковины. Показано совершенствование методологических подходов к отбору перспективного материала. При систематизации выделено четыре типа сортов с характерным сочетанием критериев индексной оценки и определенных ареалов выращивания. Раскрыты важные вопросы касающиеся реализации алгоритмов сопряженной селекции (с использованием системы мультилокационных испытаний в разных регионах страны), относящихся к совершенствованию регионально ориентированных и разработке инновационных сортовых технологий для наиболее полной реализации генетического потенциала сортов и гибридов полевых культур.

Ключевые слова: адаптивная селекция, озимая пшеница, соя, сорт, гибрид, молекулярные маркеры, SNP типирование, индекс NDVI, агротехнологии.

Цитирование. Каракотов С.Д., Прянишников А.И., Хверенец С.Е., Титов В.Н., Деева В.Н., Титова В.М., Смит И.Н. Развитие селекционно-семеноводческих программ в АО «Щелково Агрохим» для адаптивного растениеводства России // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 05-11. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.001.05-11

Поступила в редакцию: 25.04.2023

Принята к печати: 26.05.2023

Введение. Селекция как наука формирует основы адаптации растений к неблагоприятным факторам среды и совершенствует производство продукции не только для увеличения его объема, но и для снижения влияния различных его рисков. Внедрение современных селекционных достижений является мощным инновационным средством, существенно повышающим эффективность использования биоклиматических факторов среды, окупаемости техногенных факторов, ресурсосбережения и экологической безопасности производства. Изучив мнения ученых [1; 2; 10], авторами было установлено, что для того, чтобы удвоить урожайность, требуется почти десятикратное увеличение затрат на внесение минеральных удобрений, пестицидов, сельскохозяйственных орудий и машин. Самые новейшие селекционные разработки и достижения по сравнению с этим позволят существенно повысить реакцию новых сортов растений на использование химических и техногенных ресурсов, ввиду этого современные технологии возделывания сельскохозяйственных

культур должны быть направлены на индивидуальность генетических ресурсов, используемых для производства (рисунок 1).

Требования современного производства интеграции технологий возделывания и генетического потенциала с.-х. культур в единый замкнутый цикл деятельности АО «Щелково Агрохим» обусловили расширение работ по селекции полевых культур. Главная цель и основная задача селекционного направления предопределена созданием сортов и гибридов, позволяющих формировать их систему, расширяя возможности культур на уровне вида в реализации продуктивных свойств и качественных критериев конечной продукции [4].

Для достижения поставленной цели и решения основных задач АО «Щелково Агрохим» вместе с ООО «РусАгро» был открыт первый в России селекционно-генетический центр «СоюзСемСвекла» в 2019 году. На сегодняшний день в реестр селекционных достижений включено 27 гибридов свеклы, которые были получены путем создания с помощью клеточных технологий и молекулярной



Рисунок 1. Технология возделывания – интегральный фактор с.-х. производства

генетики. Эти сорта дают более 10 т/га сахара. Также активно проходит реализация программ по гибридизации подсолнечника на базе ООО «Актив Агро», в реестр Российской Федерации представлено 13 гибридов различной технологической направленности – Фрея, Базик, Даха (классическая технология выращивания), Бомбардир, Кречет (устойчивые к имидозолиномам, технология CLEARFIELD), Карина, Ратник (экспресс технология выращивания) [4].

С 2019 года на базе ООО НПО «Бетагран семена» реализуется проект Селекционно-семеноводческого центра АО «Щелково Агрохим» по озимой пшенице, сое и другим зерновым и зернобобовым культурам. По результатам работ на Государственное сортоиспытание передано 7 сортов озимой пшеницы (Изумруд Дубовицкого, ДФ 2020, Ермоловка, Система, Сократ, Интеза и Альба), в 2022 году в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, под брендом компании включен первый сорт Володя (ООО «Актив Агро»). В программе на 2023 год предусмотрена передача в ГСИ еще двух высокопродуктивных сорта с потенциалом урожайности в 100 и более центнера с 1 гектара. Ведутся работы по развитию собственного селекционного «ядра» по сое, для чего задействованы коллекционные образцы из России, Белоруссии и Дальнего Зарубежья [4].

Цель работы – показать актуальные, импортозамещающие направления развития селекционно-семеноводческих программ АО «Щелково Агрохим» с формированием замкнутого инновационного цикла от фундаментальных исследований до внедрения достижений в производство.

Материалы и методы. Системный анализ деятельности холдинга (2018-2022 гг.) с перспективами новых научных направлений строился на первоначальном изучении результатов работы российских и зарубежных ученых в данной области исследований, а также анализа лучших пере-

довых практик, с последующим использованием лучших селекционных форм в селекционных программах и совершенствованием всех технологических процессов, начиная от селекции и заканчивая производством высококачественного семенного материала [1; 2; 6; 9-11].

Основная часть. Развитие геномных технологий в селекции. В данном направлении молекулярно-генетические технологии совершенствуют классические методы селекции, развивая и дополняя развитие новых методологических подходов в науке [5; 6; 8]. Так, на основе SNP-типирования среди образцов озимой пшеницы изучено генетическое разнообразие по молекулярным маркерам, сопряженных с системой их яровизации, чувствительности к фотопериодизму (Ppd), низкорослости (Rht), а также генетических систем, влияющих на качество зерновой продукции. Изучена сопряженность отдельных маркерных генов с урожайностью, а также формированием в зерне белка и клейковины, как при моногенном их присутствии, так и сочетании минимум двух маркерных генов. Так среди образцов с Rht-генами, показавших высокий уровень урожайности, выделились сорта с маркером Rht 11 (Гомер и Лютесценс 216-17), в противоположность им генотипы с геном Rht 1 формировали зерно с более высоким содержанием белка (до 16,4%) и клейковины (до 34,6%). По молекулярным маркерам, влияющим на качественные критерии зерна и урожайность, выделились генотипы с Glu-A1, второй уровень урожайности показал сегмент 2+12 маркера Glu-D1. Другие маркеры 1B1R (ржаная транслокация) и сегмент 5+10 маркера Glu-D1 показали повышенный уровень белка (более 16%) и клейковины (более 33%).

Отмечено, что сорта «Орловского биотипа» характеризуются высокой продуктивностью, а сорта «Немчиновского биотипа» по результатам анализа показывают высокое содержание белка в зернах [5].

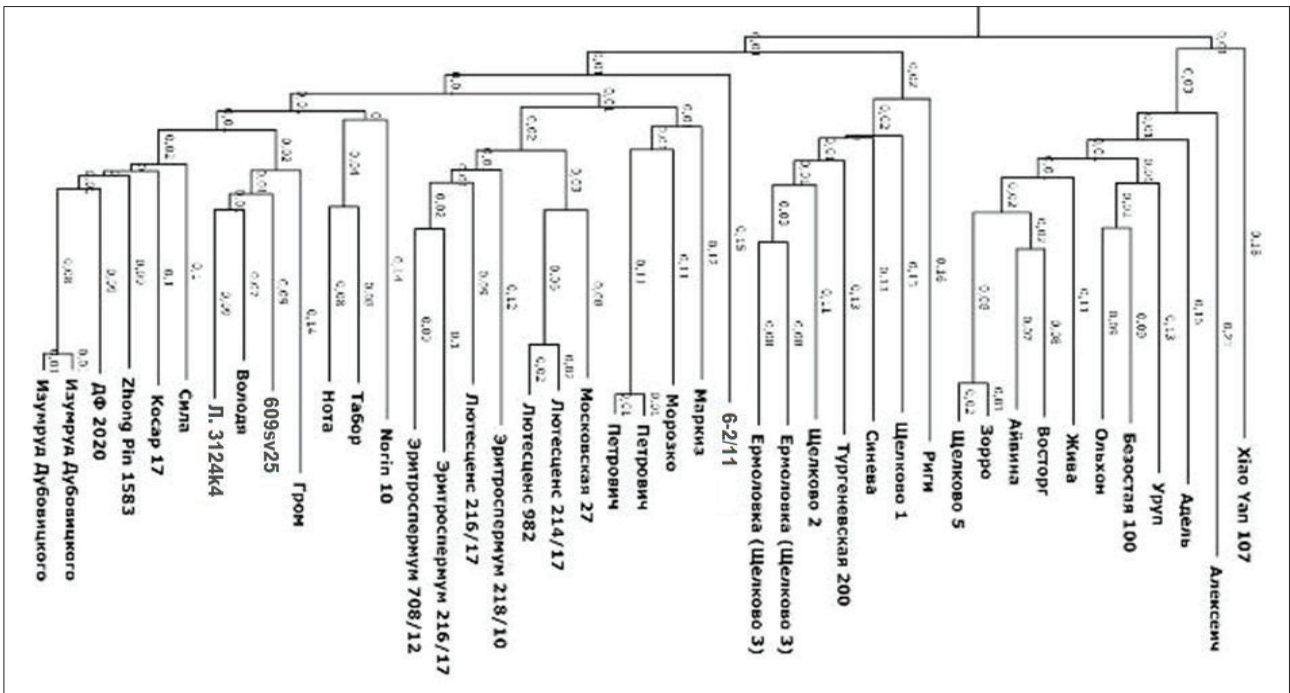


Рисунок 2. Дендрограф кластерного анализа полногеномного SNP-типирование образцов озимой пшеницы

В технологических опытах оба биотипа показали сдержанную реакцию на факторы интенсификации. Наилучшую реакцию на факторы интенсификации дали сорта биотипа Норин 10. На основе исследований определена стратегия улучшающей селекции данных биотипов с использованием современных подходов биотехнологии.

Совершенствование методологических подходов в оценке и отборе перспективного материала.

Для целей селекции проводятся исследования по возможности применения индексной оценки NDVI для выявления индивидуальных особенностей образцов при формировании продуктивных свойств, и последующей их систематизации [3; 7].

В этом направлении используются оцифрованные величины аэрофотосъемки, получаемые с помощью беспилотных летательных аппаратов (рисунок 3).

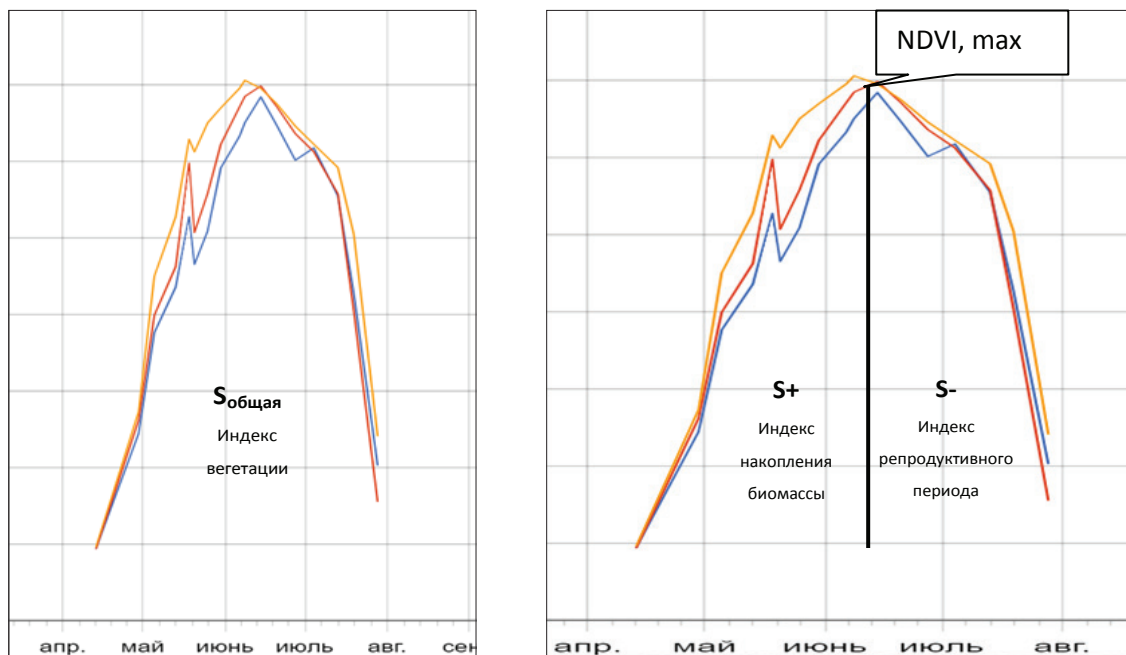


Рисунок 3. Типизированный график динамики NDVI в период вегетации озимой пшеницы и схематическое обозначение основных параметров индексной оценки, 2022 г.

Показана возможная сопряженность сочетания отдельных параметров индексной оценки с генетическими системами Vrn/Ppd, которые определяют продолжительность межфазных периодов в развитии растений озимой пшеницы.

При систематизации выделено четыре типа сортов с характерным сочетанием критериев индексной оценки. Отмечено, что образцы с показателями индексной оценки, свойственные сортам «Орловского биотипа», обладают высоким потенциалом продуктивности, а сорта с более низкими показателями NDVI формируют относительно слабую урожайность. Индексной оценкой посредством NDVI подтверждена высокая степень влияния технологий возделывания на реализацию сортами продуктивности и подчеркнута их специфичность при формировании урожайных свойств, увеличивая до 10 % продолжительность репродуктивной фазы у растений.

Реализация алгоритмов сопряженной селекции или же изучение и поиск экологической ниши с более эффективной реализацией сортами и гибридами их генетического потенциала. Для этого широко используется система мультилокационных испытаний, которые ведутся в различных предприятиях и научных учреждениях России. Экологические подходы к оценке индивидуальных особенностей сортов дают возможность вычленивать узкие моменты в реализации их адаптивного потенциала, поведения в единой системе агробиогеоценоза, конкретизировать влияние взаимодействия «генотип-среда» на проявление отдельных признаков, знание которых позволяет сформировать, в том числе, и последовательность технологических приемов, благоприятно влияющих на формирование генотипами высокой продуктивно-

сти (рисунок 4). По результатам детального анализа взаимодействия «генотип – среда» определены сорта разного экотипа, характеризующиеся различным уровнем урожайности и вариабельностью в зависимости от условий выращивания [9; 11].

Так сорта «Поволжского экотипа» Изумруд Дубовицкого и ДФ 2020 выделены высоким уровнем адаптивных свойств, которые выразились в их превосходстве в жестких условиях Поволжья и регионах с пониженным уровнем увлажнения во время налива зерна. Сорта с 2022 г. внесены в Госреестр Р. Туркменистан и проходят испытание в ГСИ России. Примером успешной реализации потенциала в производстве следует выделить результаты, полученные в КФХ Дмитриева В.П. Оренбургской области, где на сорте Изумруд Дубовицкого получен рекордный для региона урожай в 83 ц/га с 1000 га.

Сорта «Южного экотипа» Володя и Система проявляют высокий потенциал урожайности в более благоприятных условиях Волгоградской, Ростовской и других регионов Южного Федерального Округа. Свидетельством этому может служить высокая продуктивность сорта Система в предприятиях Агрохолдинга «Степь» с рекордным урожаем в 101,3 ц/га, которая получена в АО имени Данильченко В. И. Краснодарского края. Отличительной особенностью сортов данного экотипа помимо высокой отзывчивости на факторы интенсификации можно отметить высокую сбалансированность продуктивных свойств с показателями качества зерна. Так сорт Володя стабильно формирует высокобелковое зерно до 18,2% (ООО НПО «Бетагран семена», 2021 г.). Данный сорт внесен в Госреестр РФ с 2022 года по 5, 6 и 7 регионам.

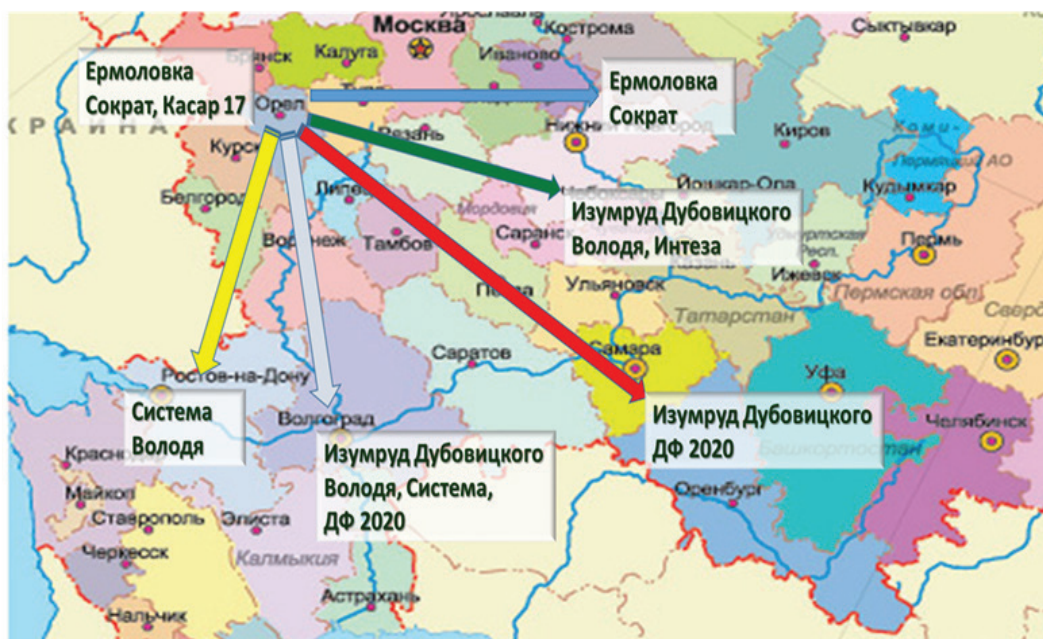


Рисунок 4. Экологическая направленность проработки селекционного материала по озимой пшенице по регионам Российской Федерации

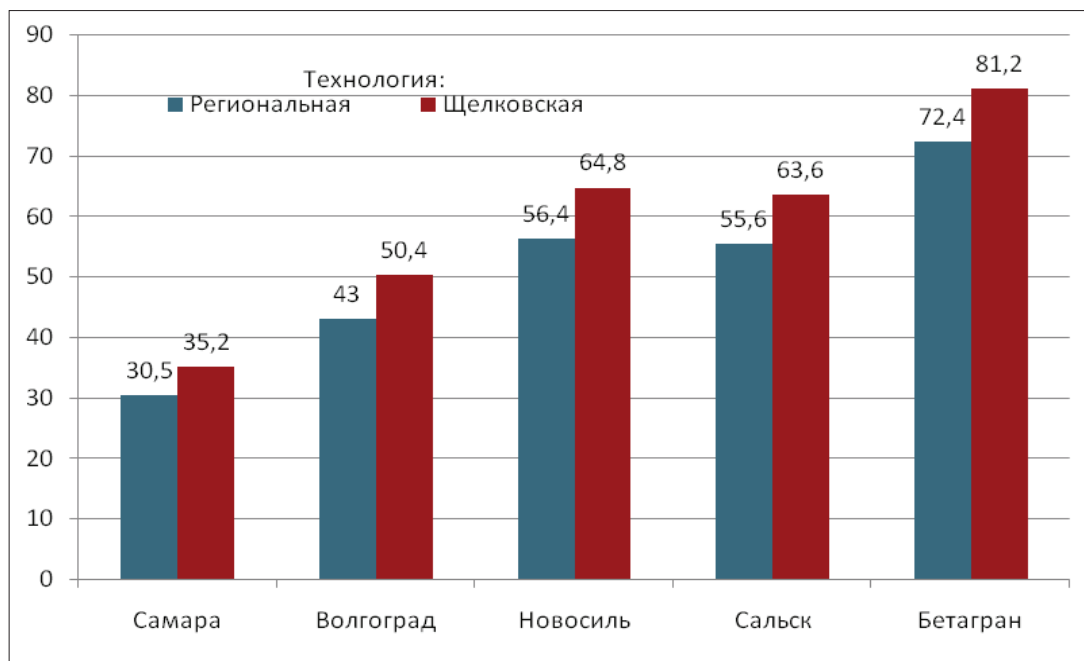


Рисунок 5. Средняя урожайность сортов озимой пшеницы в опытах по совершенствованию регионально ориентированных технологий в различных регионах России, 2020-2022 гг.

Сорта «Орловского экотипа» выделяются быстрым характером развития первой половины вегетации, формируя высокий уровень биомассы, что при умеренных темпах репродуктивной фазы позволяет им более эффективно реализовать свой потенциал. Среди особенностей структуры продуктивности растений выделена индивидуальность в продуктивности колоса, которая сопряжена с числом колосков в колосе, его озерненности и массы зерна в колосе (более 2,0 гр.). Отмеченные параметры позволили сортам «Орловского экотипа» в селекционных питомниках 2022 года сформировать высокий уровень урожайности, а в экологическом испытании с сортами других селекционных центров показать продуктивность более 150 ц/га (Ермоловка, Сократ и Щелково 2).

Совершенствование регионально ориентированных технологий возделывания культуры. Для этой цели сформирована система технологических и демонстрационных полигонов на базе предприятий в различных регионах России. Совместная технологическая работа с ФНЦ агроэкологии (г. Волгоград) по возделыванию озимой пшеницы в условиях Поволжья позволила изучить и продемонстрировать преимущество технологий АО «Щелково Агрохим» (рисунок 5).

В схеме выращивания к традиционным для региона подкормкам минеральными удобрениями были предусмотрены обработки по листу агрохимикатами и биостимуляторами. Это отразилось в лучшей урожайности – +7,4 ц/га к традиционной технологии возделывания в регионе (соответственно 50,4 и 43,0 ц/га). Под урожай 2023 г. опыты по совершенствованию региональных технологий озимой пшеницы заложены в ООО «Дубовицкое»

(Орловская обл.), ООО «Хоперский пионер» (Волгоградская область), ФНЦ агроэкологии (г. Волгоград), Поволжской АГЛОС (Самарская обл.), ИП КФХ Цирулева Е.П. (Самарская обл.), ООО «Павловская Нива» (Воронежская обл.) и др.

Создание технологического паспорта сорта, позволяющего более полно реализовать его генетический потенциал. Для этого проводится испытание сортообразцов в различных схемах выращивания. При систематизации сортов сои по урожайности выделены различные группы по отзывчивости на факторы интенсификации в технологических опытах, которые проводились в 2021-2022 гг. (таблица 1). Так, сорт Тейри (селекция АО «Щелково Агрохим») сформировал отдельную группу высокотехнологичных сортов, которым свойственен высокий уровень урожайности и отзывчивости на факторы интенсификации. В вариантах выращивания с максимальным обеспечением защиты и питания, сорта данного направления формировали урожайность более 50 ц/га, а сорт Тейри – 52,4 ц/га (2021 г.). В 2022 году новый сорт передан на сортоиспытание в ГСИ РФ. Среди сортов этого биотипа отмечены также СамЕЦ и Приволжская 4 (КФХ Цирулева Е.П.), Фарта и Элана (ООО «СОКО»). Сорт селекции АО «Щелково Агрохим» Бинго, который с 2021 года проходит испытание в ГСИ был отнесен к группе полунтенсивных сортов, которые имели умеренную реакцию на факторы интенсификации, но проявляли высокие адаптивные свойства на условия выращивания.

Заключение. Отмечая главные блоки селекционных программ, необходимо выделить системную работу АО «Щелково Агрохим» в области

Таблица 1. Урожайность кластерных групп сортов сои в технологических опытах АО «Щелково Агрохим» (ООО НПО «Бетагран семена, 2021-2022 гг.)

Группы сортов	Число сортов	Технологии возделывания				
		1	2	3	4	Среднее
Технологичные	6	34,5	37,6	37,9	42,3	38,1
Интенсивные	16	30,3	32,4	33,6	37,7	33,5
Полуинтенсивные	15	28,3	29,5	31,4	34,6	30,9
Экстенсивные	7	26,5	28,9	29,6	32,5	29,4
Итого	44	29,9	32,1	33,1	36,7	

1 – традиционная технология возделывания, 2 – традиционная технология с дополнительным минеральным питанием, 3 – технология оптимальных решений АО «Щелково Агрохим», 4 – технология максимальных возможностей.

селекции и семеноводства. Для этого развернуты основные звенья первичного семеноводства по сортам, на которые ориентирована работа в холдинге, а также по образцам, которые передаются в ГСИ РФ. Все это позволяет сформировать замкнутый инновационный цикл внедрения селекционных наработок в производство, сглаживая разрывы при переходе от фундаментальных исследований к прикладной части её реализации и внедрения современных селекционных достижений в производство.

Литература:

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. М.: Агрорус, 2008, 2009. Т. 1. 814 С., Т. 2. 1098 С., Т. 3. 958 С.
2. Жученко А.А. Проблемы адаптации в сельском хозяйстве XXI века // Вестник ОрелГАУ. 2006. 2. 3. С. 4-6.
3. Каракотов С.Д., Прянишников А.И., Косолапов В.М., Зотиков В.И., Титаренко А.В., Полушкин П.В., Кочетов В.М. Методологические подходы оценки сортов озимой пшеницы в системе экологических испытаний АО «Щелково Агрохим» // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. 1. С. 9-15. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/9-15
4. Каракотов С.Д., Прянишников А.И., Хверенец С.Е., Титов В.Н., Попова В.М., Овсянникова Д.В., Данилов С.А. Селекционно-семеноводческий фундамент реализации

технологий АО «Щелково Агрохим» в сельском хозяйстве России // Вестник аграрной науки. 2021. 3(90). С. 3-18. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.18

5. Каракотов С.Д., Карлов Г.И., Прянишников А.И., Диващук М.Г., Хверенец С.Е., Титов В.Н., Попова В.М. К использованию алгоритмов маркерной селекции для улучшения сортов озимой пшеницы // Вестник аграрной науки. 2022. № 3 (96). С. 8-17. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.3.8

6. Оценка сортов зерновых культур по адаптивности и другим полигенным системам (под ред. Драгавцева В.А.) / СПб.: ВИР, 2002. 80 с.

7. Прянишников А.И., Масловская Э.Н. и др. Развитие методологических подходов в селекции озимой пшеницы на Юго-Востоке // Пшеница и тритикале. – Краснодар, 2001. С. 265-273.

8. Прянишников А.И. Научные основы адаптивной селекции в Поволжье. – М.: РАН, 2018. 96 с.

9. Солонечный П.Н. Оценка стабильности генотипов ячменя ярового с помощью АММИ анализа // Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция (130-летию со дня рождения Р.Э. Давида). – Саратов, 2017. С. 64–67.

10. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. – Москва: Наука, 1985. 272 с.

11. Сюков В.В., Менибаев А.И. Экологическая селекция растений: типы и практика (обзор) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 4(3). С. 463-466.

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.001.05-11

Seed Breeding Programs Development in JSC “Shchelkovo Agrochem” for Adaptive Crop Production in Russia

Salis D. Karakotov, Academician of RAS, ORCID: 0009-0001-7062-4386

Alexandr I. Pryanishnikov ✉, e-mail: a_pryan@mail.ru, Corresponding member of RAS, ORCID: 0009-0001-1467-5960

Svetlana E. Hverinets, ORCID: 0009-0008-5801-7979

Viktor N. Titov, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0009-0001-5996-0458

Valentina N. Deeva, ORCID: 0009-0007-4399-8519

Valentina M. Titova, ORCID: 0009-0001-2981-1187

Ilya N. Smith, ORCID: 0009-0007-0096-4407

“Shchelkovo Agrochem” JSC, info@betaren.ru, Shchelkovo, Moscow region, Russia

Abstract. The article provides an overview of the JSC «Shchelkovo Agrochem» breeding programs main directions and results implemented in the system of its breeding centers. Their integration into the

company’s activities makes it possible to form a closed innovation cycle, thereby smoothing the gaps in the transition from fundamental research to the applied part of their implementation and to the introduction



of breeding developments into production. Issues related to the development of genomic technologies in breeding are shown among the program blocks. The conjugation of individual marker genes with yield, as well as with the formation of protein and gluten in the grain, has been studied. The improvement of methodological approaches to the promising material selection is shown. Four types of varieties with a characteristic combination of index evaluation criteria and certain growing areas were identified during systematization. Important issues concerning the implementation of coupled selection algorithms (using a system of multilocation tests in different regions of the country) that are related to the improvement of regionally oriented technologies and to development of innovative varietal technologies for the fullest realization of the varieties and hybrids of field crops genetic potential are disclosed.

Keywords: adaptive breeding, winter wheat, soybeans, variety, hybrid, molecular markers, Single Nucleotide Polymorphism, Normalized difference vegetation index, agrotechnologies

Citation. Karakotov S.D., Pryanishnikov A.I., Hverinets S.E., Titov V.N., Deeva V.N., Titova V.M., Smith I.N. Seed Breeding Programs Development in JSC “Shchelkovo Agrochem” for Adaptive Crop Production in Russia. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 05-11. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.001.05-11

Received: 25.04.2023

Accepted: 26.05.2023

References:

1. Zhuchenko A.A. *Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy) teoriya i praktika* [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations) theory and practice]. M. “Agrorus” Publ. house, 2008, 2009. T. 1. 814 p., T. 2. 1098 p., T. 3. 958 p.
2. Zhuchenko A.A. *Problemy adaptatsii v sel'skom khozyajstve XXI veka* [Problems of adaptation in agriculture of the XXI century]. *Vestnik OrelGAU* [Vestnik of Orel SAU]. 2006; 2(3): 4-6.
3. Karakotov S.D., Pryanishnikov A.I., Kosolapov V.M., Zotikov V.I., Titarenko A.V., Polushkin P.V., Kochetov V.M. *Metodologicheskie podkhody otsenki sortov ozimoy pshenitsy v sisteme ekologicheskikh ispytaniy AO «Shchelkovo Agrokhim»* [Methodological approaches to the winter wheat varieties evaluation in the system of environmental tests of JSC “Shchelkovo Agrochem”]. *Vestnik Rossijskoj*

sel'skokhozyajstvennoj nauki [Vestnik of the Russian Agricultural Science]. 2021; 1: 9-15. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/9-15

4. Karakotov S.D., Pryanishnikov A.I., Khverenets S.E., Titov V.N., Popova V.M., Ovsyannikova D.V., Danilov S.A. *Seleksionno-semenovodcheskij fundament realizatsii tekhnologii AO «Shchelkovo Agrokhim» v sel'skom khozyajstve Rossii* [Breeding and seed-growing foundation for the technologies of JSC “Shchelkovo Agrochem” implementation in agriculture of Russia]. *Vestnik agrarnoj nauki* [Vestnik of Agrarian Science]. 2021; 3(90): 3-18. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.18

5. Karakotov S.D., Karlov G.I., Pryanishnikov A.I., Divashchuk M.G., Khverenets S.E., Titov V.N., Popova V.M. *K ispol'zovaniyu algoritmov markernoj seleksii dlya uluchsheniya sortov ozimoy pshenitsy* [Towards the use of marker selection algorithms for improving winter wheat varieties]. *Vestnik agrarnoj nauki* [Vestnik of Agrarian Science]. 2022; 3 (96): 8-17. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.3.8

6. *Otsenka sortov zernovykh kul'tur po adaptivnosti i drugim poligennym sistemam* [Estimation of grain varieties by adaptability and other polygenic systems] (ed. by Dragavtsev V.A.). St. Petersburg. VIR Publ. house, 2002. 80 p.

7. Pryanishnikov A.I., Maslovskaya E.N. et al. *Razvitie metodologicheskikh podkhodov v seleksii ozimoy pshenitsy na Yugo-Vostoke* [Development of methodological approaches in winter wheat breeding in the South-East]. *Pshenitsa i triticales* [Wheat and triticales]. Krasnodar. 2001: 265-273.

8. Pryanishnikov A.I. *Nauchnye osnovy adaptivnoj seleksii v Povolzh'e* [Scientific foundations of adaptive breeding in the Near-Volga region]. Moscow. RAS Publ. house, 2018: 96.

9. Solonechnyj P.N. *Otsenka stabil'nosti genotipov yachmenya yarovogo s pomoshch'yu AMMI analiza* [Spring barley genotypes stability assessment using AMMI analysis]. *Ekologiya, resursosberezhenie i adaptivnaya selektsiya (130-letiyu so dnya rozhdeniya R.E. Davida)* [Ecology, resource preservation and adaptive breeding (130th anniversary of the birth of R.E. David)]. Saratov. 2017: 64-67.

10. Sozinov A.A. *Polimorfizm belkov i ego znachenie v genetike i seleksii* [Protein polymorphism and its significance in genetics and breeding]. Moscow. Nauka Publ. house 1985: 272.

11. Syukov V.V., Menibaev A.I. *Ekologicheskaya selektsiya rastenij: tipy i praktika (obzor)* [Ecological plant breeding: types and practice (review)]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk* [Proceedings of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences]. 2015; 17. 4(3): 463-466.

Авторский вклад. 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.

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

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

Исходный материал озимой мягкой пшеницы для селекции на вирусоустойчивость в Волгоградской области

Антонина Андреевна Питоня, к.с.-х.н., ORCID 0000-0002-1418-1629

Владимир Николаевич Питоня, ORCID 0000-0001-5827-5638

Марина Александровна Кирюхина, ORCID 0009-0002-4974-6199

Павел Анатольевич Смутнев✉, e-mail: smut-pavel@yandex.ru, к.с.-х.н., ORCID 0000-0002-4958-4946

Лаборатория селекции, семеноводства и питомниководства –

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения

Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfvanc.ru,

400062, пр. Университетский 97, г. Волгоград, Россия

Аннотация. В сухостепной зоне каштановых почв Волгоградской области благоприятные условия для получения максимальных урожаев (5,0 т/га) озимой мягкой пшеницы складываются довольно редко – 29,6% лет (данные конкурсного сортоиспытания за 27 лет). Происходит это при наличии тёплой и влажной осени (для получения полноценных всходов), мягкой снежной зимы и отсутствия весенней и летней засухи. Но в такие годы, как правило, существенный вред урожаю наносят различные заболевания, в частности вирусные. Благоприятные для развития вирусов условия сложились в 2019/2020 сельскохозяйственном году. С целью подбора пар для гибридизации, на провокационном фоне, изучали более 160 образцов мировой коллекции «Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР). Полностью устойчивых к вирусным заболеваниям образцов не обнаружено. Относительно устойчивыми (4-4,5 балла) были образцы Колос Оренбуржья и Пионерская 32 из Оренбургской обл., KS-18641, KS-18551 из Ставропольского края, Povelija и Zvytuaga из Украины, Farnum из США. Наиболее толерантными (4 балла) оказались местные селекционные сорта Камышанка 3 и Камышанка 5. Все эти образцы можно использовать в селекционном процессе в качестве источников устойчивости к вирусным заболеваниям. У восприимчивых образцов наблюдали массовое поражение и полную гибель растений. В среднем при вирусном поражении растений толерантных образцов масса зерна с главного колоса снижалась на 34,2% (из-за уменьшения озернённости колоса на 32,4%), а боковых побегов – на 42,4%.

Ключевые слова: образцы коллекции ВИР, вирусные заболевания, урожайность.

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН «Создание и изучение селекционного материала (сорта, гибриды, линии) полевых культур для дальнейшего отбора по продуктивности и приспособленности к местным почвенно-климатическим условиям, а также отвечающих требованиям по качеству получаемой продукции» (FNFE-2022-0010-01).

Цитирование. Питоня А.А., Питоня В.Н., Кирюхина М.А., Смутнев П.А. Исходный материал озимой мягкой пшеницы для селекции на вирусоустойчивость в Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 12-16. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.002.12-16

Поступила в редакцию: 21.02.2023

Принята к печати: 02.05.2023

Введение. Озимая мягкая пшеница – главная культура Волгоградской области. Урожайность её в основном определяет общий объём валовых сборов зерна. Величина урожая зависит от действия комплекса биотических и абиотических факторов. За период исследований с 1995 года в сухостепных и особенно полупустынных зонах благоприятные по гидротермическим условиям годы для получения максимальных урожаев (5 и более т/га) складывались не так часто (29,6% лет, данные конкурсного сортоиспытания, г. Камышин). Но в такие годы, как правило, существенный вред урожаю наносят различные заболевания, в частности наиболее вредоносные – вирусные. В мире известно около сотни вирусов, поражающих зерновые культуры [11]. В России интенсивное изучение вирусных болезней зерновых культур началось в 1961 году, по-

сле массовых вспышек в Краснодарском крае [6]. Вирусные болезни вызывают глубокие необратимые изменения в больном растении, при этом нарушается азотный и углеводный обмен, снижается активность ферментов, подавляются ростовые процессы, уменьшаются урожаи и нередко наступает гибель растений [8]. Так, в Краснодарском крае в 1961 году урожай зерна озимой пшеницы на сильно поражённых вирусами полях составил 3-4 ц/га, при среднем по Краснодарскому краю 19,5 ц/га [1]. В Самарской области в 2012 году вредоносность вирусных заболеваний к уборке озимой пшеницы достигала 64%, при этом снижались высота растений на 10%, длина корней на 35%, количество продуктивных стеблей на 45%, содержание клейковины на 2%, всхожесть семян на 18% и зимостойкость на 40% [3].

Возбудители вирусных заболеваний – неклеточные прокариоты. Они имеют только ДНК или РНК, покрытую оболочкой, и не могут самостоятельно проникать в клетку. Внедряются в растение и распространяются с помощью насекомых: злаковых мух, тлей, цикадок, жуков, трипсов, клещей, нематод и почвенных грибов. Наиболее вредоносные злаковые мухи, цикадки, трипсы, клещи способны заражать здоровые растения в течение всей их жизни [8]. Потепление климата, интенсификация земледелия и повсеместное внедрение ресурсосберегающих технологий — факторы, ухудшающие фитосанитарную обстановку в ценозах, которые способствуют увеличению численности насекомых-переносчиков вирусов [1; 2].

Резервация вирусов происходит на сорных злаковых травах, семенах культурных растений и почве. В настоящее время известно около сотни возбудителей вирусных заболеваний, последние делят на две группы — мозаики и желтухи. Для мозаик характерна мозаичная с некрозами расцветка листьев. В Нижневолжском регионе к этой группе принадлежат вирусы полосатой мозаики пшеницы, ячменя и костра безостого. Для желтух характерно более равномерное распределение окраски листьев, к ним относится русская мозаика озимой пшеницы, карликовость пшеницы и жёлтая карликовость ячменя. Возбудители желтух, микоплазмы, занимают промежуточное положение между бактериями и вирусами. Они чувствительны к антибиотикам [8].

Основные симптомы вирусных заболеваний осенью: концы верхних листьев больных растений желтеют, становятся мозаичными, чем отличаются от азотного голодания, когда поражаются нижние листья. При полосатой мозаике пшеницы – светло-зелёные, жёлтые и белые полосы вдоль жилок. Весной при колошении наблюдается разная степень кустистости, отставание в росте и гибель отдельных растений. Первые симптомы почвенного вируса мозаики пшеницы проявляются в сентябре – октябре в виде ограниченных желтых пятен на пониженных местах рельефа, площадь участков 1,5-20 м².

Меры борьбы с вирусными заболеваниями заключаются в уничтожении насекомых переносчиков инфекции, следует также избегать ранних сроков сева озимых культур, пониженных норм высева семян и заделки в почву растительных остатков [9]. При этом особую значимость имеет агротехнический приём — оптимальный срок посева [5; 10].

Наиболее экономически выгодным является возделывание устойчивых к этому заболеванию сортов [4; 6; 7]. Анализ поражённости селекционного материала и образцов коллекции ВИР показал, что местные сорта НИИСХ Юго-востока в 2-3 раза слабее поражаются вирусами, а их продуктивная кустистость в 2-3 раза выше, чем изученных образцов коллекции ВИР [8]. В степной зоне Южного Урала для дальнейшей селекции предложены

формы со стандартным количеством стеблей до 7,5 штук [4]. В Ставрополье абсолютно устойчивых к вирусам сортов не выявлено, слабовосприимчивыми были Фируза и Виктория 11 [10]. Селекция устойчивых к вирусным заболеваниям сортов является актуальной и для Волгоградской области.

Цель исследований – оценить устойчивость созданных в Нижневолжском регионе селекционных сортов к вирусным заболеваниям и выделить новые источники толерантности к этим заболеваниям из образцов мировой коллекции ВИР.

Материал и методы исследования. Работа выполнялась в 2019/2020 сельскохозяйственном году в лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФНЦ агроэкологии РАН. Исследования велись на полях группы селекции озимой пшеницы в правобережной зоне каштановых почв сухих степей Волгоградской области (г. Камышин). Изучали сорта и образцы местной селекции и из мировой коллекции ВИР. Коллекция ВИР была представлена образцами из следующих стран: Россия – 132 образца, Казахстан – 10, США – 8, Украина – 8, Польша – 3, и по одному из Белоруссии и Японии. Коллекционный питомник закладывали деланками по 1 м², широкорядным способом (0,45 м), без повторности. Сорта Нижневолжской селекции изучали в конкурсном сортоиспытании в соответствии с методическими рекомендациями (*Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть. Под редакцией М.А. Федина, М. 1985*). Учёты и наблюдения за коллекционными образцами проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР (*Методические указания. Изучение коллекции пшеницы / Составители: Градчанинова О.Д. и др. / Под редакцией Дорофеева В.Ф. 1985*). Оценка устойчивости к вирусам произведена глазомерно по пятибалльной шкале. По степени проявления симптомов вирусных заболеваний образцы разделены на пять групп: слабо поражённые растения – условно устойчивые с признаками поражения растений до 5% (устойчивость – 4,5 баллов), от 6 до 25% (4 балла), от 26 до 50% (3 балла) и более 51% (2-0 баллов). Уборка коллекционных образцов – ручная, выдёргиванием растений и последующим разделением их на здоровые и поражённые. На 25-30 растениях каждого образца проведён биометрический анализ структуры урожая (высота растений, длина верхнего междоузлия, кустистость общая и продуктивная, длина колоса, число колосков и зёрен в главном колосе, масса зерна с главного и боковых побегов). Математическая обработка экспериментальных данных произведена в соответствии с методическими указаниями (*Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Доспехов Б.А. – М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.*)

Результаты и их обсуждение. За последние десять лет наиболее благоприятные гидротермические условия для получения всходов озимой пшеницы и размножения насекомых-перенос-

чиков вирусных заболеваний сложились осенью 2019 года. Посев питомников произведён в третьей декаде сентября, всходы получены 30 сентября, прекращение вегетации – 31 октября. За осеннюю вегетацию выпало 23,2 мм осадков, сумма эффективных температур – 322°C, среднесуточная температура воздуха октября – 10,8°C, на 4,3° выше нормы.

Первые признаки вирусных заболеваний на озимой пшенице появились в Камышинском районе на производственных посевах ранних сроков сева 10 сентября в виде отдельных жёлтых пятен, площадью 1,5-10 м² на пониженных местах рельефа и по стерневым предшественникам. Болезнь проявлялась некрозом и пожелтением верхушек молодых листьев.

В селекционных опытах сильное поражение вирусными заболеваниями наблюдали на ширококорядных посевах коллекционного питомника. В нём к концу осенней вегетации относительную устойчивость показали 20% образцов, интенсивно поражёнными были 80%, из них погибло зимой 10%. Зима была малоснежная, но тёплая, среднесуточная температура зимних месяцев значительно выше нормы в декабре (-2,4°C), норма (-7,1°C); январе (-1,5°C), норма (-10,2°C); феврале (-1,9°C), норма (-9,9°C). Весна умеренно тёплая, продолжительная, без резкого нарастания температуры. Среднесуточная температура марта – 4,6°C (норма 3,9°C), апреля – в пределах нормы – 7,8°C. ГТК вегетационного периода (апрель – июнь) составил 0,7 (что указывает на засушливость).

Сложившиеся погодные условия способствовали размножению и распространению насекомых-переносчиков вирусов, что вызвало эпифитотии вирусных заболеваний на озимой пшенице. Особенно сильное распространение имели шведские мухи, ранней весной их численность достигала 10-15 особей на м².

В питомниках сортоиспытания устойчивость к вирусам стандартного сорта Дон 107 при оптимальном сроке сева (23 сентября) оценена в 3 балла, а при позднем посеве (5 октября) – 4 балла. Из внесённых в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, сортов Нижне-Волжского НИИСХ Камышанка, Камышанка 3, Камышанка 4, Камышанка 5, Камышанка 6 и Еланская, при оптимальном сроке сева, относительную устойчивость в 4 балла показали Камышанка 3 и Камышанка 5. Устойчивость других оценена в 3 балла.

В условиях жёсткого естественного инфекционного фона вирусных заболеваний из коллекционных образцов лучшими, относительно устойчивыми, с оценкой 4,5 балла, были сорта и селекционные линии из России (к-66336 Колос Оренбуржья, к-66337 Пионерская 32, к-65763 KS-18551, к-65768 KS-18641); Украины (к-66459 Povelija, к-66461 Zvytyaga) и США (к-65944 Farnum).

Устойчивость, с оценкой 4 балла, показали образцы из России: к-65383 Конкурент, к-66333

Губернатор Дона, к-65769 KS-18683, к-65773 KS-18709, к-65784 KS-18769, к-65785 KS-18770, к-65787 KS-18785, к-65790 KS-18789, к-65787 KS-18775, к-65431 Боярыня, к-66494 869/96, к-66498 714/03, к-66500 1044/04, к-66501 1414/04; Казахстана: к-65672 Фируза 40, к-66317 Karasajj, к-66318 Mereke 70, к-66319 Zhadyra, к-66320 Akbidajj, к-66087 Rozad; Украины: к-66458 Atava, к-66465 Liraodes'ka, к-66466 Zadymka; Японии: к-66343 Kanto 107 и США: к-66042 SSL 70-73. Эти образцы можно использовать в селекционном процессе в качестве источников устойчивости к вирусным заболеваниям.

Не представляют интерес для селекции на вирусоустойчивость образцы: Изюминка, Березит, Ксения, Kobra, Zaritea, KS-18635, KS-18731, KS-18794, KS-18736, KS-18740, KS-18763, KS-18766, не перезимовавшие, из-за сильного поражения вирусами, оценка устойчивости 0-2 балла.

Биометрический анализ растений относительно устойчивых образцов (при общей оценке устойчивости 4,5 балла) показал, что внутри совокупности растений сорта имеются растения с различной степенью устойчивости к вирусам, от полностью устойчивых (оценка 5 баллов) до незначительно поражённых (оценка 4 балла). Так, например, у образцов Пионерская 32 незначительно поражённых больных растений было 68 %, KS-18641 – 65,7%, Povelija – 44 %, KS-18683 – 54 %. Анализ продуктивности здоровых и поражённых растений (даже при незначительном поражении) показал снижение озернённости колоса у больных растений в среднем на 32,4%, массы зерна главного колоса – на 34,2%, а боковых побегов – на 42,4% (таблица 1).

В среднем у больных растений за счёт уменьшения верхнего междоузлия высота снизилась на 8,4 %. При этом увеличилась кустистость: общая на 18,8 % и продуктивная на 7,7 %. Также снизились и технологические свойства зерна больных растений: масса 1000 зерен – на 4,9 %, выравненность – на 11,7% и стекловидность – на 6,3%. Коэффициент вариации рассчитан по совокупности всех растений каждого образца.

В среднем у всех образцов наблюдалась большая вариация по массе зерна главного колоса, обусловленная различием величин между здоровыми и поражёнными растениями. Гораздо ниже вариация по элементу количество зёрен главного колоса (таблица 2).

Заключение. Вирусные заболевания озимой мягкой пшеницы в зоне Нижнего Поволжья наносят существенный вред культуре и могут полностью уничтожить её урожай. Так образцы Изюминка, Березит, Ксения и др. погибли в процессе перезимовки из-за сильного поражения вирусными заболеваниями. У толерантных сортов коллекции ВИР больные растения, даже при небольшом поражении, в среднем снижали озернённость колоса на 32,4%, его массу на 34,2% и массу зерна боковых побегов на 42,4%.

Таблица 1. Элементы структуры урожая здоровых и больных растений толерантных к вирусам образцов озимой мягкой пшеницы из коллекции ВИР (Камышин, 2020 г.)

Название образца, происхождение	Показатель состояния растений	Количество зёрен главного колоса, шт.	Масса зерна главного колоса, г	Масса зерна боковых побегов, г
Пионерская 32 Россия, Оренбургская обл.	Здоровые	39,4	1,5	2,4
	Больные	29,8	1,13	1,4
	Снижение, %	-22,4	-24,7	-41,6
KS-18641 Россия, Ставропольский край	Здоровые	37,0	1,3	4,1
	Больные	31,1	0,96	0,7
	Снижение, %	-15,9	-26,0	-83,0
KS-18683 Россия, Ставропольский край	Здоровые	46,5	1,65	3,1
	Больные	28,5	0,96	2,2
	Снижение, %	-38,7	-42,0	-29,0
Poveliya Украина	Здоровые	47,5	1,8	3,7
	Больные	22,4	0,98	3,1
	Снижение, %	-52,8	-44,4	-16,2
Среднее	Снижение, %	-32,4	-34,2	-42,4

Таблица 2. Статистические характеристики элементов структуры урожая озимой мягкой пшеницы образцов из коллекции ВИР, Камышин, 2020 г.

Название образца	Здоровые растения, %	Масса зерна главного колоса		Количество зёрен главного колоса	
		среднее, г	коэфф. вариации, %	среднее, шт.	коэфф. вариации, %
Губернатор Дона	52,9	0,96±0,18	80,8	26,3±0,98	15,5
Пионерская 32	32,0	1,14±0,15	74,7	26,5±1,0	15,6
Poveliya	56,0	1,40±0,25	87,0	35,0±1,1	14,8
KS-18551	31,2	1,32±0,16	67,3	33,6±0,8	13,6
KS-18641	34,3	1,15±0,16	81,4	34,0±0,9	15,1
KS-18683	46,0	1,30±0,17	67,2	37,5±0,9	12,2

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.002.12-16

The Source Material of Winter Soft Wheat for Virus Resistance Breeding in the Volgograd Region

Antonina A. Pitonya, Cand. Sci. (Agr.), ORCID 0000-0002-1418-1629

Vladimir N. Pitonya, ORCID 0000-0001-5827-5638

Marina A. Kiryukhina, ORCID 0009-0002-4974-6199

Pavel A. Smutnev✉, e-mail: smut-pavel@yandex.ru, Cand. Sci. (Agr.), ORCID 0000-0002-4958-4946
Laboratory of breeding, seed production and nursery –

В селекционном процессе в качестве источников толерантности к вирусным заболеваниям можно использовать относительно устойчивые коллекционные образцы: Колос Оренбуржья, Пионерская 32, KS-18551, KS-18641, KS-18683, Poveliya, Zvytyaga, Farnum, Камышанка 3 и Камышанка 5.

Литература:

- Аблова И.Б., Беспалова Л.А., Мокроусов В.В., Аблова О.С., Бойко А.П. Вирусные болезни зерновых культур в Краснодарском крае // Защита и карантин растений. 2012. № 6. С.14-17.
- Бойко С.В., Слабожанкина О.Ф. Пространственное распределение фитофагов в посевах зерновых культур // Защита и карантин растений. 2013. № 3. С. 23-26.
- Богоутдинов Д.З., Кастальева Т.Б., Гирсова Н.В. Вирусные заболевания зерновых культур в Самарской области // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 4(204). С. 47-50.
- Глинушкин А.П., Белошапкина О.О., Виноградова В.А., Николаева Н.А. Динамика вирусных симптомов у сортообразцов озимой пшеницы из коллекции ВНИИР // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 24-26.
- Гуляева И. И., Снигур Г. А., Полищук В. П., Милкус Б. Н. Вирусные болезни зерновых на Юге Украины // Вестник защиты растений. 2013. № 3. С. 40-44.
- Дубоносов Т.С., Панарин И.В. Вирусные болезни в Краснодарском крае // Защита растений от вредителей и болезней. 1963. № 12. С. 19-22.
- Конькова Э.А. Иммунологическая оценка устойчивости озимой и яровой пшеницы к эпифитотийно опасным болезням в условиях Юго-Востока /Аграрная наука. 2019. № 1. С. 91-94.
- Маркелова Т.С. Кирилова Т.В. Вирусные болезни пшеницы // Защита и карантин растений. 2010. № 4. С. 21-23.
- Маркелова Т.С., Бауменова Э.А. Динамика численности цикадки полосатой и распространение мозаики озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 3. С. 117-123.
- Черкашин В.Н., Малыхина А.Н., Черкашин Г.В. Вспышка вирусных болезней озимой пшеницы в Ставрополье // Защита и карантин растений. 2014. № 10. С. 14-18.
- Шпар Д., Робенштайн Ф., Кастирк Р., Хабескус А. Вирусные болезни — серьезная угроза для выращивания зерновых в Европе // Весці Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. 2006. №3. С. 60 -70.

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FSC of agroecology RAS), info@vfanc.ru, 400062, prospect Universitetskij 97, Volgograd, Russia

Abstract. In the dry-steppe zone of chestnut soils of the Volgograd region, favorable conditions for obtaining maximum yields (5.0 t /ha) of winter soft wheat are quite rare - 29.6% of years (data obtained from competitive variety testing for 27 years). This happens in the case of a warm and humid autumn (for obtaining full-fledged shoots), a mild snowy winter and the absence of spring and summer drought. But in such years, as a rule, various diseases, in particular viral ones, cause significant damage to the crop. Favorable conditions for the viruses development were in the 2019/2020 agricultural year. In order to select pairs for hybridization, against a provocative background, more than 160 samples of the world collection of the Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) were studied. No samples were found to be completely resistant to viral diseases. Relatively stable (4-4.5 points) were the Kolos Orenburzh'ya and Pionerskaya 32 varieties samples from the Orenburg region, KS-18641, KS-18551 from the Stavropol Region, Povelija and Zvytyaga from Ukraine, Farnum from the USA. The most tolerant (4 points) were local breeding varieties Kamyshanka 3 and Kamyshanka 5. All these samples can be used in the breeding process as sources of resistance to viral diseases. In susceptible samples, massive damage and complete death of plants were observed. On average, with a viral lesion of plants of tolerant samples, the grain weight from the main spike decreased by 34.2% (due to a decrease in grain number in spike by 32.4%), and lateral shoots – by 42.4%.

Keywords: VIR collection samples, viral diseases, yield

Funding. The work was carried out within the framework of the state task topic for the FSC of Agroecology RAS «Creation and study of field crops breeding material (varieties, hybrids, lines) for further selection according to productivity and adaptability to local soil and climatic conditions, as well as meeting the quality requirements of the products obtained» (FNFE-2022-0010-01).

Citation. Pitonya A.A., Pitonya V.N., Kiryukhina M.A., Smutnev P.A. The Source Material of Winter Soft Wheat for Virus Resistance Breeding in the Volgograd Region. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 12-16. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.002.12-16

Received: 21.02.2023

Accepted: 02.05.2023

References:

1. Ablova I.B., Bespalova L.A., Mokrousov V.V., Ablova O.S., Bojko A.P. *Virusnye bolezni zernovykh kul'tur v Krasnodarskom krae* [Viral diseases of grain crops in Krasnodar Region]. *Protection and quarantine of plants*. 2012; 6: 14-17.
2. Bojko S.V., Slabozhankina O.F. *Prostranstvennoe raspredelenie fitofagov v posevakh zernovykh kul'tur* [Spatial distribution of phytophages in grain crops]. *Protection and quarantine of plants*. 2013; 3: 23-26.
3. Bogoutdinov D.Z., Kastal'eva T.B., Girsova N.V. *Virusnye zabolevaniya zernovykh kul'tur v Samarskoj oblasti* [Viral diseases of grain crops in the Samara Region]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University]. 2017; 4(204): 47-50.
4. Glinushkin A.P., Beloshapkina O.O., Vinogradova V.A., Nikolaeva N.A. *Dinamika virusnykh simptomov u sortoobraztsov ozimoy pshenitsy iz kolleksii VNIIR* [Dynamics of viral symptoms in winter wheat cultivars from the VIR collection]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2013; 2: 24-26.
5. Gulyaeva I.I., Snigur G.A., Polishchuk V.P., Milkus B.N. *Virusnye bolezni zernovykh na Yuge Ukrainy* [Viral diseases of cereals in the South of Ukraine]. *Vestnik zashchity rastenij* [Bulletin of Plant Protection]. 2013; 3: 40-44.
6. Dubonosov T.S., Panarin I.V. *Virusnye bolezni v Krasnodarskom krae* [Viral diseases in Krasnodar Region]. *Zashchita rastenij ot vreditel'ei i boleznej* [Protection of plants from pests and diseases]. 1963; 12: 19-22.
7. Kon'kova E.A. *Immunologicheskaya otsenka ustojchivosti ozimoy i yarovoj pshenitsy k epifitotjno opasnym boleznyam v usloviyakh Yugo-Vostoka* [Immunological assessment of winter and spring wheat resistance to epiphytotic dangerous diseases in the conditions of the South-East]. *Agrarian Science*. 2019; 1: 91-94.
8. Markelova T.S., Kirilova T.V. *Virusnye bolezni pshenitsy* [Viral diseases of wheat]. *Protection and quarantine of plants*. 2010; 4: 21-23.
9. Markelova T.S., Baukenova E.A. *Dinamika chislennosti tsikadki polosatoj i rasprostranenie mozaiki ozimoy pshenitsy v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya* [The striped cicadas number dynamics and the winter wheat mosaic spread in the conditions of the Lower Volga region]. *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya* [Agricultural Biology]. 2013; 3: 117-123.
10. Cherkashin V.N., Malykhina A.N., Cherkashin G.V. *Vspyshka virusnykh boleznej ozimoy pshenitsy v Stavropol'e* [Outbreak of viral diseases of winter wheat in Stavropol]. *Protection and quarantine of plants*. 2014; 10: 14-18.
11. Shpar D., Robenshtajn F., Kastirk R., Khabeskus A. *Virusnye bolezni — ser'ioznaya ugroza dlya vyrashchivaniya zernovykh v Evrope* [Viral diseases are a serious threat to grain cultivation in Europe]. *Vesni Natsionalнай Akademi Navuk Belaruci* [News of the National Academy of Sciences of Belarus]. 2006; 3: 60-70.

Авторский вклад. 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.

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

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

УДК 634.1.03.634.13. 634.14.

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.003.17-21

Влияние подвоев для груши на приживаемость сортов местной селекции

Галина Валерьевна Касьянова, ORCID ID 0009-0007-2147-0617

Ольга Алексеевна Никольская✉, e-mail: lelka-nikolskaya@mail.ru, к.с.-х.н., ORCID ID 0000-0002-1337-7101

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

Лаборатория селекции, семеноводства и питомниководства –

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения

Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfvanc.ru,

400062, пр. Университетский 97, г. Волгоград, Россия

Аннотация. Груша является одной из распространённых культур среди семечковых, занимая второе место по популярности после яблони. Одной из существенных проблем при закладке грушевых садов интенсивного типа является подбор низкорослых подвоев. Чаще всего в качестве слаборослого подвоя используется айва или производные из нее, при этом у большинства сортов груши проявляется несовместимость с айвой. Нами проводились исследования с участием сортов местной селекции груши, таких как Банкетная, Докторская и Версия на различных подвоях: айва семенная, ВА-29, айва подвойная №1. В статье рассматриваются результаты изучения совместимости сортов груши с подвоем айвы, а также влияния различных способов и сроков прививки на выход и качество саженцев груши в плодовом питомнике. В результате исследований была выявлена лучшая привойно-подвойная комбинация груши – Банкетная + айва Подвойная №1, показавшая наибольший процент прижившихся растений и выход стандартных саженцев. Рассмотрены результаты приживаемости и выход наибольшего количества саженцев первого сорта в зависимости от срока и способа прививки. Лучший результат отмечен при проведении прививки методом окулировки, позволяющий повысить выход стандартных саженцев до 93%.

Ключевые слова: груша, айва, подвой, прививка, окулировка, совместимость сортов, приживаемость привитой груши.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания FNFE-2022-0010 «Создание новых конкурентоспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации».

Цитирование. Касьянова Г.В., Никольская О.А., Солонкин А.В. Влияние подвоев для груши на приживаемость сортов местной селекции // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 17-21. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.003.17-21

Поступила в редакцию: 14.04.2023

Принята к печати: 16.06.2023

Введение. Груша – одна из ценнейших культур в плодоводстве. Плоды груши используются для изготовления соков, детского диетического питания, консервации, в кулинарии, а также употребляют в свежем и сушёном виде. Являясь источником витаминов, микроэлементов и клетчатки, ее плоды необходимы для правильного функционирования организма человека [12].

Несмотря на столь положительные качества, площади насаждения груши в России стремительно сокращаются. По данным, приведенным на сайте Росстата, в стране в 2006 году на долю груши приходилось 37,0 тыс. га садовых насаждений, к 2016 году этот показатель снизился до 30,8 тыс. га, а к 2020 году увеличился на 2%. В Волгоградской области в 2016 году в сельскохозяйственных организациях площади под насаждениями груши составляли 62,0 га [13].

Площадь вновь высаженных насаждений груши, в сравнении с ликвидированными садами, даже

частично не покрывает объём плодов, запрашиваемый продовольственным рынком. На снижение объёма садовых насаждений повлияло несколько факторов: трудоёмкость при возделывании данной культуры, нехватка сортов с экологической устойчивостью и стабильным плодоношением, недостаточное изучение различного типа подвоев и их влияние на привитые на них сорта. Несмотря на сокращение в площадях, спрос на плоды груши не снижается [14;15; 5].

Почвенно-климатические условия Нижнего Поволжья положительно влияют на рост и развитие груши, что доказывается произрастанием дикорастущих видов и одичавших деревьев этой культуры. Однако длительное вступление в плодоношение, отрицательное влияние абиотических факторов, значительно сокращающее урожайность растений порой до 100%, и подверженность груши заболеваниям часто вызывают негативное отношение к этой культуре со стороны частного и

промышленного садоводства [4; 8; 14].

В настоящее время в качестве подвоя для груши наиболее часто используются сеянцы груши обыкновенной и лесной. Главное преимущество сеянцев груши заключается в высокой совместимости со всеми сортами груш как отечественной, так и зарубежной селекции [1]. Основными недостатками семенных подвоев груши являются невыравненность подвоя, его высокая порослеобразовательная способность, сильнорослость получаемых растений груши и длительное вступление в плодоношение, что не позволяет использовать этот подвой в интенсивном садоводстве. Использование низкорослых подвоев для груши позволяет повысить зимостойкость, засухоустойчивость и устойчивость к болезням, обеспечить более раннее вступление в плодоношение, а также контроль за ростом дерева, способствует увеличению урожайности и качества плодов, что в свою очередь оказывает существенное влияние на экономическую эффективность и рентабельность производства [2; 7; 10].

Вместе с тем необходимо изучение подвоев для груши в определенных условиях выращивания, и в особенности их совместимость с различными сортами. Все это ведет к актуальности изучения и дальнейшего использования различных форм айвы в качестве подвоя для данной культуры. Поэтому целью исследований являлось изучение влияния подвоев для груши, и в частности айвы, на совместимость, приживаемость и развитие разных сортов в питомнике.

Материалы и методы. Исследования проводились на территории подразделения лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства «Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» с 2010 по 2016 годы. Участок изучения находится на правом берегу реки Волги, Волгоградской области, в Дубовском районе. В качестве исследуемого материала были использованы подвои: айва семенная, ВА-29, айва подвойная №1; сорта груши селекции ФНЦ агроэкологии РАН: Банкетная, Версия и Докторская [10].

Банкетная – раннезимнего срока созревания с периодом хранения в условиях холодильника до января. Получена при скрещивании сортов Юбилейная Корнеева и Оливье де Серр. Дерево среднерослое. Средний вес плода 250-300 г. Плоды крупные, одномерные, правильной формы. Устойчивость к болезням и вредителям средняя. Сорт самоплодный [11].

Версия – позднеосеннего срока созревания, период хранения в условиях холодильника до января. Получен от свободного опыления сорта Бахмал. Средний вес плода 160-180 г. Дерево среднерослое. Плоды крупные, маслянистый, сочные. Слабо поражается паршой и солнечным ожогом [11].

Докторская – раннеосеннего срока созревания, период потребления со второй декады августа до

второй декады сентября. Получен от свободного опыления сорта Бахмал. Плоды массой до 180 г, дерево среднерослое. Плоды крупные, правильной формы. Сорт устойчив к парше [11].

Семенная айва – сеянцы мелкоплодной айвы.

ВА-29 – клон айвы Прованской. Устойчив к хлорозу. Высокая совместимость с большим разнообразием сортов [3].

Айва Подвойная №1 – клон от айвы народной селекции. Обладает высокой зимостойкостью.

Испытания подвоев айвы на участке питомника проводились по общепринятой методике (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Орел, ВНИИСПК, 1999. 606 с.) и основывались на установлении степени совместимости и качества получаемого посадочного материала основных районированных и перспективных сортов груши [6]. В первое поле питомника было высажено по 30 подвоев каждой из изучаемых форм, которые в дальнейшем окулировались тремя сортами местной селекции. Повторность опыта трехкратная. Схема размещения растений 1×0,2 м. Изучалось влияние подвоев на приживаемость прививок и определение совместимости компонентов, а также различные способы прививки: двухкомпонентная зимняя прививка с интеркалярной вставкой, однокомпонентная зимняя прививка, летняя окулировка. В комбинации с интеркалярной вставкой в качестве вставки использовалась форма айва подвойная №1, в качестве подвоя использовалась груша семенная и в качестве привоя – сорт Банкетная. В комбинации однокомпонентной зимней прививки и окулировки использованы в качестве подвоя айва подвойная №1, в качестве привоя – сорт груши Банкетная.

Результаты и обсуждение. Из-за различия ботанических видов груши и айвы, у компонентов прививки часто проявляется несовместимость различного типа: физиологическая, частичная или полная [9]. Для изучения влияния айвы в качестве подвоя на совместимость и приживаемость были подобраны наиболее перспективные сорта местной селекции. Изучение приживаемости сортов груши на различные подвои в питомнике показало, что самый высокий процент (от 86,5 до 96,6) по всем сортам наблюдался на подвое айва подвойная №1 (таблица 1). Самая низкая приживаемость (34,8% и ниже), также по всем сортам, наблюдалась на подвое сеянцы айвы.

Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что подвой айва подвойная №1 наиболее совместима со всеми изучаемыми сортами груши в отличие от других изучаемых подвоев. При наблюдении за сорто-подвойными комбинациями отмечались следующие признаки несовместимости компонентов прививки: различия в толщине штамба, угнетение роста растения, гибель глазков. Лучшая совместимость компонентов прививки отмечена у сорта Банкетная на айве подвойной №1, что выразилось в высокой приживаемости данного сорта – 86,5% (таблица 1).

Таблица 1. Показатели совместимости сортоподвойных комбинаций груши, ФНЦ агроэкологии РАН, (среднее за 2013-2016 гг.)

Подвой	Показатели оценки		
	Приживаемость прививок, %	Совместимость компонентов, балл	Выявленные несовместимости
Груша Банкетная			
Сеянцы айвы	34,8	3	Гибель глазков, угнетенный рост растений
Айва ВА-29	77,2	4	
Айва подвойная №1	96,6	5	
Груша Версия			
Сеянцы айвы	17,3	2	Гибель глазков, угнетенный рост растений
Айва ВА-29	29,7	3	
Айва подвойная №1	86,5	5	
Груша Докторская			
Сеянцы айвы	27,8	2	Гибель глазков, угнетенный рост растений
Айва ВА-29	59,9	4	
Айва подвойная №1	91,7	5	

Таблица 2. Влияние способа прививки на выход саженцев сорто-подвойной комбинации груша Банкетная + айва Подвойная №1, ФНЦ агроэкологии РАН, (среднее за 2013-2016 гг.)

Способ прививки	Привито саженцев, шт.	Приживаемость, %	Выход саженцев от числа привитых	
			шт.	%
С интеркалярной вставкой	30	90	23	76
Однокомпонентная зимняя прививка	30	80	17	57
Летняя окулировка	30	97	28	93
НСР ₀₅	-	4,45	1,1	3,8

По остальным сортам совместимость была гораздо ниже, что выразилось в низкой приживаемости компонентов прививки и наличию визуальных признаков несовместимости (таблица 1). Среди сортов лучшие показатели по приживаемости на всех подвоях отмечены у сорта Банкетная – от 34,8% на сеянцах айвы до 96,6% на айве подвойной №1. Худшие показатели по приживаемости отмечены у сорта Версия – 17,3% на подвое сеянцы айвы и 29,7% на айве ВА-29.

Для дальнейших исследований по изучению влияния способа прививки на выход саженцев была выбрана наилучшая сорто-подвойная комбинация – айва Подвойная №1 + груша Банкетная. Сорт прививался на подвой тремя способами прививки:

1. С интеркалярной (промежуточной) вставкой (используется для преодоления высокорослости и улучшения совместимости подвоя и привоя).

2. Однокомпонентная зимняя прививка (подвой + привой улучшенной копулировкой).

3. Летняя окулировка.

Результаты влияния перечисленных способов прививки на приживаемость и выход саженцев представлены в таблице 2.

Самый низкий процент приживаемости прививаемых растений был отмечен при применении способа однокомпонентной зимней прививки. Это характеризует данный способ как менее эффективный, так как процент приживаемости и выхода саженцев при этом способе показал худший результат и составил 80 и 57% соответственно (таблица 2).

Наиболее высокие показатели приживаемости компонентов прививки наблюдались при летней окулировке сорта непосредственно на подвой. Из данных, приведенных в таблице 2, очевидно, что способ прививки способом летней окулировки повышает процент приживаемости до 97%, а выход саженцев первого сорта составляет более 93%, что является более эффективным для производителя. Способ прививки с интеркалярной вставкой существенно уступает способу летней окулировки. Выход саженцев первого сорта в варианте с интеркалярной вставкой составляет 76%, а приживаемость сорто-подвойных комбинаций – 90%.

Выводы. Таким образом, в ходе проведения исследований установлено, что способ прививки значительно влияет на приживаемость и выход качественных саженцев. Наиболее эффективным

способом прививки груши на айву является окулировка. Главное преимущество окулировки заключается в том, что «глазок» быстро прорастает и интенсивно растет. За счет минимального вмешательства во внутренние ткани подвоя привой быстро прирастает к стволу. Компоненты срастаются достаточно прочно, реже проявляется несовместимость, привой лучше снабжается питательными веществами. Альтернативным вариантом прививки может являться интеркалярная вставка в виде совместимых сортов и подвоев.

При анализе данных по совместимости сорто-подвойных комбинаций привоя груши и подвоя айвы выявлено, что наиболее подходящим подвоем для местных сортов груши является айва Подвойная №1, показавшая наибольший процент выхода саженцев.

Литература:

1. Борисова О.Н., Долматов Е.А. Морозостойкость корневой системы перспективных клоновых подвоев для груши // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 48. № 1. С. 29-32.
2. Долматов Е.А., Семин И.В. Айва обыкновенная – интенсивный подвой для груши // Наше сельское хозяйство. 2020. № 15 (239). С. 123-126.
3. Желудков А.И., Барабаш И.П. Перспективные сорта груши на подвое ВА-29 для Ставропольского края // Садоводство и виноградарство. 2009. № 3. С. 41-43.
4. Кашин В.И. Влияние некоторых факторов на устойчивость садовых растений / Плодоводство и ягодоводство России: сб. научн. работ ВСТИСП. – М.: 1998. Т. 5. С. 3-19.
5. Козловская З.А., Рмолич С.А., Якимович О.А., Таранов А.А., Полубяtko И.Г., Васильева М.Н., Рудницкая Н.Л. Сорта плодовых культур белорусской селекции для экологизированной технологии возделывания / Сборник «Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы». Материалы VI Международной научно-практической онлайн-конференции. Майкоп, 2020. С. 586-591. EDN: QDVHMT
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур; [Под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой]. – Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.

7. Гаглоева Л.Ч. Биологические особенности форм айвы и эффективность их использования для выращивания слаброслых саженцев груши / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Нальчик. 2006. 20 с.

8. Сатибалов А.В. Селекция груши с учетом агробиологических требований современного садоводства // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. 21(3). 15-30. EDN: QALTNP

9. Смыков А.В. Перспективы селекционно-генетических исследований плодовых культур // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2020. 2(155). С. 112-129. <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2020-2-155-112-129>

Smykov A.V. Prospects for Selection-Genetic Studies of Fruit Crops. Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. 2(155). pp. 112-129. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-2-155-112-129

10. Солонкин А.В., Никольская О.А., Киктева Е.Н., Семинченко Е.В. К созданию высококачественных сортов груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.) в Нижнем Поволжье // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 5. С. 981-991. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.5.981rus

11. Солонкин А.В., Никольская О.А., Киктева Е.Н. Выделение исходных форм при изучении самоплодности Нижневолжских сортов груши // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. 1(61). С. 103-112. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-10 EDN: NWCBXD

12. Плугатарь Ю. В., Сотник А. И., Бабина Р. Д. Культура груши в Крыму: состояние и перспективы развития / Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 144. С. 227-235.

13. Федеральная служба государственной статистики: [электронный ресурс] <https://rosstat.gov.ru/search?q=груша> (дата обращения 25.04.2023)

14. Mozhar N.V. Phenotypic Assessment of Pear Varieties in Mutual Pollination. BIO Web of Conferences. International Scientific Conference “Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture”. Biologization 2021. Krasnodar. 2021. V. 34. p. 01012.

15. Rezviakova S., Gurin A., Revin N. Distinct features of adaptive and productive potential of prospective pear varieties. E3S Web of Conferences. International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2020. V. 161. 2020. C. 01055. DOI: 10.1051/e3sconf/202016101055

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.003.17-21

The Influence of Pears Rootstocks on the Local Breeding Varieties Survival Rate

Galina V. Kas'yanova, ORCID ID 0009-0007-2147-0617

Ol'ga A. Nikol'skaya ✉, e-mail: elka-nikolskaya@mail.ru, Cand. Sci. (Agr.), ORCID ID 0000-0002-1337-7101

Andrej V. Solonkin, Dr. Sci. (Agr.), ORCID ID 0000-0002-1576-7824

Laboratory of breeding, seed production and nursery –

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of agroecology RAS), info@vfanc.ru,

400062, Universitetskij prospect 97, Volgograd, Russia

Abstract. Pear tree is one of the most common crops among pome crops, ranking second in popularity after the apple tree. One of the significant problems when laying intensive type pear orchards is the choice of stunted rootstocks. Most often, quince or its derivatives

are used as a weakly growing rootstock, but most pear varieties show incompatibility with quince. We carried out research with the participation of local pear breeding varieties, such as Banketnaya, Doktorskaya and Versiya on various rootstocks: quince seed, VA-

29, rootstock quince No. 1. The article discusses the results of studying the compatibility of pear varieties with quince stock, as well as the influence of various methods and timing of grafting on the yield and quality of pear seedlings in a fruit nursery. As a result of the research, the best graft-rootstock combination of pear – Banketnaya+rootstock quince No. 1. was revealed. This combination showed the highest percentage of plants that took root and the yield of standard seedlings. The results of the survival rate and the yield of the largest number of the first grade seedlings, depending on the period and grafting method, are considered. The best result was noted during grafting by the method of oculation, which allows to increase the yield of standard seedlings up to 93%.

Keywords: pear, quince, rootstock, grafting, oculation, compatibility of varieties, survival rate of grafted pear

Funding. The work was carried out within the framework of the state task FNFE-2022-0010 “Creation of new competitive forms, varieties and hybrids of cultivated, woody and shrubby plants with high productivity, quality and increased resistance to adverse environmental factors, new innovative technologies in seed production and nursery taking into account varietal characteristics and soil and climatic conditions of arid territories of the Russian Federation”.

Citation. Kas'yanova G.V., Nikol'skaya O.A., Solonkin A.V. The Influence of Pears Rootstocks on the Local Breeding Varieties Survival Rate. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 17-21. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.003.17-21

Received: 14.04.2023

Accepted: 16.06.2023

References:

1. Borisova O.N, Dolmatov E.A. *Morozostojkost' kornevoj sistemy perspektivnykh klonovykh podvoev dlya grushi* [Frost resistance of the root system of promising clone rootstocks for pears]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry growing in Russia]. 2017; 48(1): 29-32.
2. Dolmatov E.A, Syomin I.V. *Ajva obyknovennaya – intensivnyj podvoj dlya grushi* [Common quince is an intensive rootstock for pears]. *Nashe sel'skoe khozyajstvo*. 2020; 15(239): 123-126.
3. Zheludkov A.I, Barabash I.P. *Perspektivnye sorta grushi na podvoe VA-29 dlya Stavropol'skogo kraja* [Promising varieties of pears on the stock VA-29 for the Stavropol Region]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Horticulture and viticulture]. 2009; 3: 41-43.
4. Kashin V.I. *Vliyanie nekotorykh faktorov na ustojchivost' sadovykh rastenij* [The influence of some factors on the garden plants stability]. In: *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry growing in Russia: compilation of scientific works of the VSTISP]. Moscow. 1998. (5). pp. 3-19.
5. Kozlovskaya Z.A, Rmolich S.A, Yakimovich O.A, Taranov A.A [et al]. *Sorta plodovykh kul'tur belorusskoj seleksii dlya ekologizirovannoj tekhnologii vozdeleyvaniya* [Varieties of fruit crops of Belarusian selection for ecologized cultivation technology]. In: “*Nauka, obrazovanie i innovatsii dlya APK: sostoyanie, problemy i perspektivy*” [Science, education and innovations for agriculture: state, problems and prospects]. Materials of the VI International Scientific and Practical Online Conference. Maykop. 2020. pp. 586-591. EDN: QDVHMT
6. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methodology of fruit, berry and nut crops variety study]. (Under the general editorship of E.N. Sedov and T.P. Ogol'tsova). Orel. VNIISPK Publ. house. 1999. 606 p.
7. Gagloeva L.Ch. *Biologicheskie osobennosti form ajvy i effektivnost' ikh ispol'zovaniya dlya vyrashchivaniya slaboroslykh sazhentsev grushi* [Biological features of quince forms and the effectiveness of their use for low-growing pear seedlings growing]. Abstract. dis. ... candidate of Agricultural Sciences. Nalchik. 2006. 20 p.
8. Satibalov A.V. *Seleksiya grushi s uchetom agro-biologicheskikh trebovanij sovremennogo sadovodstva* [Pear breeding taking into account the agrobiological requirements of contemporary horticulture]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* [Fruit growing and viticulture of South Russia]. 2013; 21(3): 15-30. EDN: QALTNP
9. Smykov A.V. Prospects for Selection-Genetic Studies of Fruit Crops. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2020; 2(155): 112-129. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-2-155-112-129
10. Solonkin A.V., Nikolskaya O.A., Kikteva E.N., Semichenko E.V. Creation of High-Quality Varieties of Common Pear (*Pyrus Communis* L.) in the Lower Volga Region. *Agricultural Biology*. 2022; 57(5): 981-991. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.5.981rus
11. Solonkin AV., Nikolskaya OA., Kikteva EN. Isolation of Original Forms in the Study of Self-Fertility of the Lower Volga Pear Varieties. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex]. 2021; 1(61): 103-112. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-10 EDN: NWCBXD
12. Plygatar Y.V., Sotnik A.I, Babina R.D. Pear culture in the Crimea: conditions and development perspective. *Woks of the State Nikit. Botan. Gard*. 2017; 144(1): 227-235.
13. State Statistics Service: [web resource]. Available from: <https://rosstat.gov.ru/search?q=груша> (access date: 25.04.2023)
14. Mozhar N.V. Phenotypic Assessment of Pear Varieties in Mutual Pollination. *BIO Web of Conferences. International Scientific Conference “Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture”*. Biologization 2021. Krasnodar. 2021; 34: 01012.
15. Rezviakova S., Gurin A., Revin N. Distinct features of adaptive and productive potential of prospective pear varieties. *E3S Web of Conferences. International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP*. 2020; 161: 01055. DOI: 10.1051/e3sconf/202016101055

Авторский вклад. 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.

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

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

Исследование морфологических и биометрических характеристик семян *Gleditsia triacantos* для улучшения их посевных качеств

Анастасия Андреевна Дудина^{✉1}, e-mail: as.sklyarova.95@mail.ru, аспирант, ORCID 0000-0002-6551-0533

Алла Ароновна Околелова¹, д.б.н, профессор, ORCID 0000-0002-2832-5646

Волгоградский государственный технический университет,
400005, проспект им. В.И. Ленина, д. 28, г. Волгоград, Россия

Аннотация. *Gleditsia triacanthos* является одним из самых выносливых, адаптируемых и полезных видов деревьев. Она устойчива к засухе и морозам и растет на всех типах почв. Это декоративное тенелюбивое дерево подходит для живых изгородей, защитных полос, аллей и т.д., а также для использования в посадках для борьбы с эрозией почв. Дерево растет довольно быстро и дает твердосемянные плоды на четвертый или пятый год. Так как размножается гледичия в основном семенами, изучение варьирования размеров семени, влияющих на последующий рост сеянцев, является актуальной задачей. Для обеспечения устойчивого процесса высева семян гледичии были изучены их биометрические параметры. Выявлены особенности строения семян гледичии трехколючковой. В данной работе представлены графики, по которым можно определить варьирование длины и ширины семян гледичии трехколючковой в разные годы. Установлено, что эмпирическое распределение отличается от нормального по критерию χ^2 . Отличие связано с особенностью строения плода. В его проксимальной и дистальной частях имеются сужения, поэтому размеры семян меньше. Были определены минимальные и максимальные длина и ширина семян, собранных в разные годы. Коэффициент корреляции между длиной и шириной для семян, собранных в 2016 году, составил 0,669, а для семян, собранных в 2013 году – 0,770. Эти знания позволят найти эффективные способы скарификации для преодоления твердосемянности.

Ключевые слова: твердосемянность, боб, биометрические параметры, нормальное распределение.

Цитирование. Дудина А.А., Околелова А.А. Исследование морфологических и биометрических характеристик семян *Gleditsia triacantos* для улучшения их посевных качеств // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 22-27. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.004.22-27

Поступила в редакцию: 28.02.2023

Принята к печати: 05.06.2023

Введение. Гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.) представляет собой мощное быстрорастущее дерево с плоскораскидистой или закругленной наверху ажурной кроной высотой до 25 – 45 м. Размножается гледичия обычно семенами, черенками и корневыми отпрысками [15]. Ее продолжительность жизни составляет около 300 лет. В южных степных районах России с засушливым климатом, а также на Кавказе выращивается для защиты лесных насаждений, укрепления оврагов, берегов рек и для живых изгородей благодаря многочисленным крупным колючкам. Гледичия является растением, нетребовательным к почвам, с красивой кроной, душистыми цветами, выделяющими большое количество нектара, привлекающего пчел, и оригинальными плодами, поэтому она широко используется в озеленении парков, дорог улиц и прочих насаждений [8; 21].

Плоды появляются поздней осенью и висят на дереве всю зиму. Бобы длиной до 20 – 40 см и шириной 3 см, обычно изогнуты и несильно спирально скручены, красновато-коричневые с сочной, сладковатой, богатой витамином С мякотью [16; 23].

Гледичия устойчива к низким температурам и на севере устойчива к температуре от -29° до -34°С [10]. Северные расы закаляются и впадают в

спячку относительно рано, в то время как рост южных рас продолжается в конце года. Южные сорта подвержены повреждениям от заморозков при посадке на севере [7]. Гледичия также может пострадать от заморозков или отмирать из-за ее неопределенного годового характера роста [4]. Ветки могут продолжать удлиняться до тех пор, пока не останутся холода, после чего нежные верхушечные междоузлия погибнут от первых заморозков. Новый прирост весной происходит из нижних боковых почек [19].

Гледичия хорошо растет на Кавказе, юге Украины, в Ставропольском крае и Ростовской области, в республиках Средней Азии, где широко используется в озеленении и при создании защитных лесных полос. Из нее получают полосы ажурно-продуваемой конструкции.

Опыт интродукции показал, что в условиях Волгоградской области большинство видов гледичий сохраняют свою жизненную форму, но не достигают высоты как в естественном ареале. Наибольший прирост наблюдается в 5 – 10 летнем возрасте (60 – 70 см в год). Анализ хода роста модельных деревьев показал скачкообразный характер текущего прироста.

Интродуцированные виды рода *Gleditsia* L. в

условиях светло-каштановых почв отличаются засухоустойчивостью. Эколого-физиологическая оценка показала, что оводненность листьев у всех изученных видов в течение вегетационного периода изменялась незначительно, что указывает на засухоустойчивость представителей этого родового комплекса. Наиболее засухоустойчивые виды способны резко снижать процессы водообмена при недостаточном водообеспечении и максимально увеличивать в оптимальных условиях. Они хорошо переносят летние температуры воздуха 40 – 44°C, что очень важно для продвижения *Gleditsia L.* в засушливые регионы.

Способность давать доброкачественные семена и образовывать самосев указывает на возможность успешного выращивания культур гледичии на малопродуктивных землях. Семенная продуктивность у видов различного географического происхождения варьирует по годам [9; 17].

Плод – боб. Мономерный боб возникает из одноклещного гинецея. Обычно боб одногнездный. Семена прикрепляются к шву на вентральной стороне и располагаются в один ряд. Ось семени параллельна, наклонна или перпендикулярна к оси плода. Бобы отличаются большим разнообразием по положению в пространстве, способу вскрывания, размеру и числу семян, внешней форме, форме поперечного сечения, форме вершины и основания [20].

Семя дисковидное, эллипсоидовидное, почковидное, бочковидное, цилиндрическое, призматическое, сжатое латерально. Поверхность блестящая или матовая, гладкая, бороздчатая, морщинистая, ямчатая. Семена имеют твердую кожуру и низкую всхожесть [22].

Для преодоления твердосемянности используют методы физической и химической скарификации, а также стратификация [3; 12]. Для ускорения прорастания семян применяют фосфорорганические соединения Гуанибифос-Ф, Этафос-Ф [13] и Аммофос-Ф [6], рассол бишофита [10], раствор селената натрия [2], так как солевой стресс влияет на прорастание твердых семян [11]. Также известны методы физического воздействия на семена: импульсное давление [14], обработка низкотемпературной плазмой [5], ударно-волновое нагружение [4].

Форма и размер семени у твердосемянных растений определяет их некоторые механические свойства, расположение и характер трещин, проницаемость для воды и способность к прорастанию. Геометрические характеристики семени важны для понимания процессов формирования семени и оценки качества семян, а также для правильной организации сортирования, очистки семян и разработки рабочих органов селекционных машин. Установление биометрических параметров семян необходимы для определения наиболее эффективного способа преодоления твердосемянности, что поможет в обеспечении устойчивого процесса высева.

Целью работы было определение геометрических особенностей семян гледичии для дальнейшего выявления точек хрупкости, наибольшей напряженности кожуры.

Материалы и методы. Материалом исследований служили семена гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos L.*). Плоды гледичии собрали вручную в городских посадках.

Поверхность семени исследована с помощью электронного сканирующего микроскопа Versa 3D DualBeam.

Изучено варьирование размеров семени: длины и ширины [18]. Выборка составляла от 50 до 120 вариант (семян). Количество классов (k) для контрольной выборки определяли по правилу Старджеса:

$$k = 1 + 3,3 \lg n, \quad (1)$$

где n – объем выборки.

Величину классового интервала рассчитывали, как отношение размаха варьирования признака к определенному числу классов:

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}, \quad (2)$$

Для удобства сравнения размер классового интервала для всех выборок был одинаковым и соответствовал контролю. Построены эмпирические кривые распределения, где частота определялась как количество вариантов выборки, входящих в границы данного класса.

Теоретические частоты для построения кривых нормального распределения рассчитаны по уравнению:

$$f' = \frac{n_i}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

где f' – искомая ордината кривой (теоретическая частота); n – объем выборки; i – классовый интервал; x – значение признака в выборке, для которого определена теоретическая частота; M – выборочная медия; σ – среднее квадратичное отклонение.

Показано соответствие эмпирического и нормального распределения по критерию χ^2 [18].

Результаты и обсуждение. Внешний вид поверхности семенной кожуры гледичии представлен на рисунке 1. На поверхности семенной кожуры видны трещины, которые образуются в результате увеличения объема семени. Они служат для контролируемого проникновения воды при набухании. Следовательно, размер и геометрические характеристики семени важны для понимания явления набухания [1].

Для того чтобы увидеть, как варьирует длина и ширина семян, были построены следующие кривые на основании измерений размеров семени в выборке.

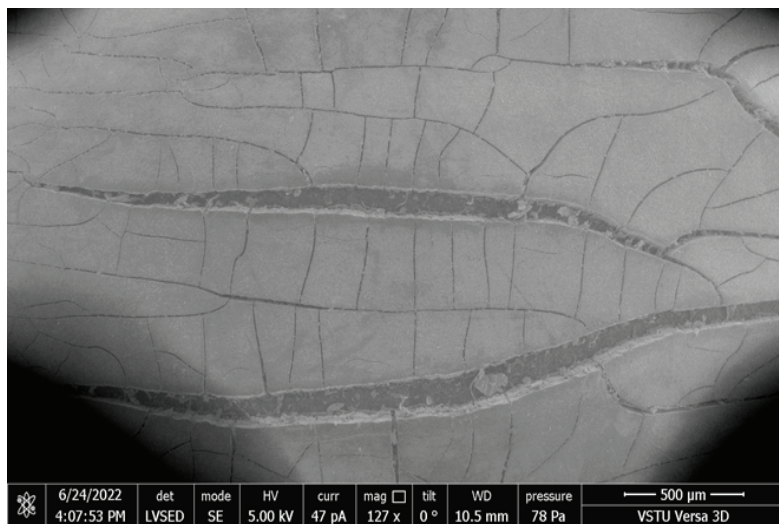


Рисунок 1. Гледичия трехколючковая, поверхность семенной кожуры

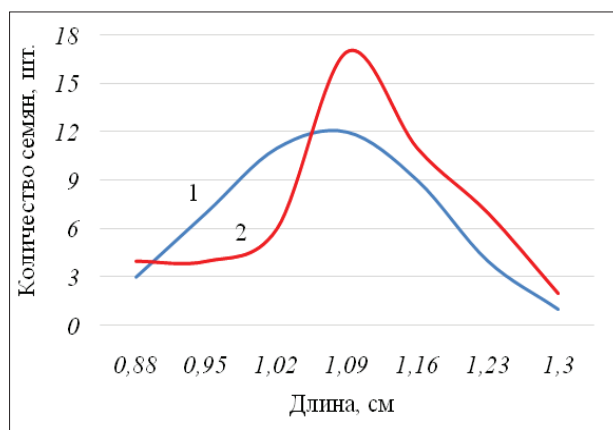


Рисунок 2. Семена, собранные в 2016 году (длина)

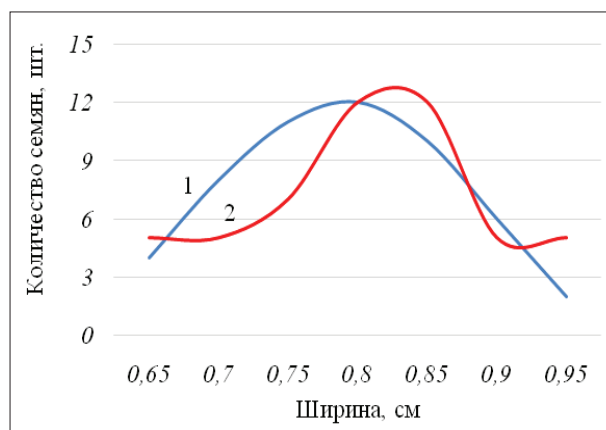


Рисунок 3. Семена, собранные в 2016 году (ширина)

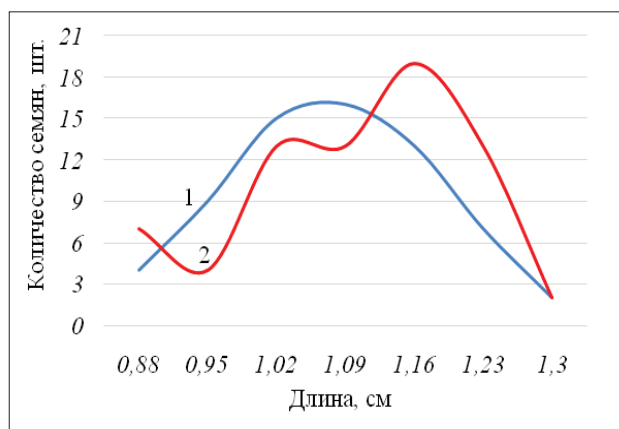


Рисунок 4. Семена, собранные в 2013 году (длина)

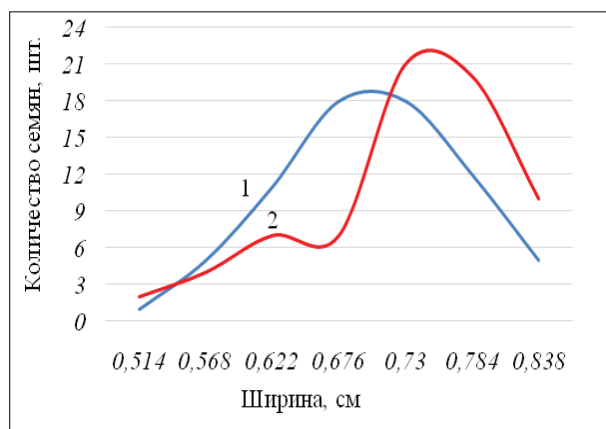


Рисунок 5. Семена, собранные в 2013 году (ширина)

На рисунке 2 представлены теоретически рассчитанная кривая (1) и эмпирически построенная кривая (2), соответствующие варьированию длины семени (сбор 2016 года).

Минимальная длина семени составляла 0,81 см, максимальная – 1,29 см. Кривые имеют куполообразную форму с максимумом, соответствующим средним величинам. Видно увеличение количества семян в отличие от нормального в области от

1,02 см до 1,23 см. Эмпирическое распределение отличается от нормального по критерию χ^2 .

На рисунке 3 представлены теоретически рассчитанная кривая (1) и эмпирически построенная кривая (2), соответствующие варьированию ширины семени (сбор 2016 года). Минимальная ширина – 0,6 см, максимальная – 0,98 см. Кривые так же имеют куполообразную форму с максимумом, соответствующим средним величинам. Увеличе-

ние количества семян в отличие от нормального в области от 0,80 см до 0,85 см.

Выяснено, что длина и ширина коррелирует между собой, коэффициент корреляции – 0,669.

На рисунке 4 представлены так же теоретически рассчитанная кривая (1) и эмпирически построенная кривая (2), соответствующие варьированию длины семени (сбор 2013 года). Минимальная длина семени составляла 0,75 см, максимальная – 1,15 см. Кривые имеют куполообразную форму с двумя максимумами. Соответственно увеличение количества семян в отличие от нормального в областях от 1,02 см до 1,09 см и от 1,09 см до 1,23 см.

На рисунке 5 представлены кривые, соответствующие варьированию ширины семени (сбор 2013 года) (1 – теоретически рассчитанная кривая, 2 – эмпирически построенная кривая). Минимальная ширина семени составляла 0,46 см, максимальная – 0,84 см. Кривые имеют куполообразную форму с двумя максимумами, соответствующим средним величинам. Увеличение количества семян в отличие от нормального в области от 0,622 см до 0,676 см и от 0,676 см до 0,784 см. Эмпирическое распределение отличается от нормального по критерию χ^2 .

Выяснено, что длина и ширина коррелирует между собой, коэффициент корреляции – 0,77.

Отличие эмпирического распределения длины и ширины семени гледичии от нормального связано с особенностью строения плода. В его проксимальной и дистальной частях имеются сужения, поэтому размеры семян там меньше.

Исследование морфологических и геометрических характеристик семян, сканирование поверхности семян с выявлением точек хрупкости позволяют решить проблему преодоления их твердосемянности, отбор (сортировку) образцов, что обеспечивает устойчивый процесс высева.

Выводы. Таким образом, исходя из результатов исследования, были определены геометрические особенности семян гледичии: минимальная ширина семян, собранных в 2013 году составила 0,46 см, максимальная ширина – 0,84 см; минимальная и максимальная длина семян, собранных в 2013 году, составила 0,75 см и 1,15 см соответственно; минимальная ширина семян, собранных в 2016 году, равна 0,60 см, а максимальная ширина семян этого сбора составила 0,98 см; минимальная и максимальная длина семян, собранных в 2016 году, составила 0,81 см и 1,29 см. Коэффициент корреляции между длиной и шириной для семян, собранных в 2016 году, составил 0,67, а для семян 2013 года – 0,77.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что боб имеет вытянутую плоскую форму, в проксимальных и дистальных частях плода имеются сужения, поэтому по краям располагаются более мелкие семена, а в середине более крупные. Семена гледичии трехколючковой гладкие, бобовидные, вытянутые в длину. На поверхности семенной кожуры этих семян имеются трещины, которые образуются в результате увеличения объема семени.

Литература:

1. Балакина А.А., Нефедьева Е.Э., Ларинова Ю.С. Исследование строения и состава семенной оболочки гледичии и некоторых изменений в ее структуре при набухании // *Аграрный вестник Урала*. 2021. № 3(206). С. 46-52. DOI 10.32417/1997-4868-2021-206-03-46-52
2. Бекузарова С.А., Боме Н.А., Вайсфельд Л.И. Способ предпосевной обработки семян селекционных образцов зерновых культур. Патент № 2461185, 20.09.2012.
3. Булгакова Е. В., Нефедьева Е. Э. Влияние абиотических факторов на прорастание семян гледичии с твердыми покровами / *Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды: Сборник материалов Годичного собрания Общества физиологов растений России, Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых ученых. В 2-х частях, Иркутск, 10–15 июля 2018 года. Часть I.* – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, 2018. С. 159-162. DOI 10.31255/978-5-94797-319-8-159-162
4. Булгакова Е. В., Нефедьева Е. Э., Павлова В. А. Увеличение всхожести семян с твердой семенной кожурой предпосевной обработкой ацетоном // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15475>
5. Васильев М. М., Наумов Е. В., Петров О. Ф. Повышение устойчивости к отрицательным и низким положительным температурам и засухоустойчивости растений зерновых культур после обработки их семян низкотемпературной плазмой // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2016. № 2. С. 26-33.
6. Голованова М.А. Нефедьева Е.Э., Байбакова Е.В. Влияние биопрепаратов аммофос-ф, гуанибифос-ф, амидофос-ф на прорастание семян и рост проростков рапса // *Вестник Казанского технологического университета*. 2016. Т. 19. № 11. С. 194-198.
7. Гричик Е. Л., Жолобова О. О. Влияние скарификации на кинетику прорастания семян с твердыми покровами некоторых видов рода *Gleditsia* при генеративном размножении // *Научно-агрономический журнал*. 2022. № 4(119). С. 115-121. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121. – EDN CMZGNT.
8. Гроздова Н.Б., Некрасов В.И., Глоба-Михайленко Д.А. Деревья, кустарники и лианы: Справочное пособие (под ред. Некрасова В. И.) // *Лесная промышленность*. М.: 1986. С. 117-118. 349 с.
9. Климов А.Д., Кулик Д.К. Репродуктивная способность интродуцированных видов рода *Gleditsia* L. в условиях светло-каштановых почв / *Интеграция науки и производства – стратегия успешного развития АПК в условиях вступления России в ВТО: междунар. науч.-практ. конф.* Волгоград, 2013. С. 307-311.
10. Кружилин И.П., Толоконников В.В., Салдаев А.М. способ предпосевной обработки семян сои. Патент № 2174746, 20.10.2001.
11. Матвеева С.В., Бабакова Т.С., Какоткина М.С. Эффекты солевого стресса на прорастание семян и ранние этапы развития проростков робинии лжеакакии // *Научно-агрономический журнал*. 2022. № 4(119). С. 101-107. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.015.101-107
12. Нефедьева Е.Э., Булгакова Е.В. Анализ влияния ацетона на поверхностное строение семенной кожуры гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos*) // *Вестник технологического университета*. 2017. Т. 20. № 11. С. 162-165.
13. Нефедьева Е.Э., Отрошенко К.В., Байбакова Е.В. Действие биопрепаратов Этафос-Ф и Гуанибифос-Ф

на прорастаніе семян и рост проростков базилика // 2017. Т. 20. № 5. С. 143-146.

14. Павлова В.А., Лысак В.И., Нефедьева Е.Э. Влияние параметров ударно-волнового нагружения на состояние биополимеров и поглощение воды семенами гречихи // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 10. С. 79-84.

15. Соколов С.Я., Стратонович А.И. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. IV. Покрытосеменные. Семейства Бобовые. Гранатовые. С. 52-55. 976 с.

16. Цицина Н.В., Атлас лекарственных растений СССР. Под ред. Цицина Н.В. – М.: Медгиз, 1962. С. 128-129. 704 с.

17. Шиманюк А.П., Дендрология. Москва: Лесная промышленность, 1974. 264 с.

18. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.

19. Fernandez R.D.; Ceballos S.J., Malizia A., Aragón M.R. *Gleditsia triacanthos* (Fabaceae) in Argentina: A review of its

invasion. *Csiro Publishing. Australian Journal of Botany*. 65; 3; 6-2017; 203-213. <http://hdl.handle.net/11336/65266>

20. Ferreras A.E., Funes G., Galetto L. The role of seed germination in the invasion process of Honey locust (*Gleditsia triacanthos* L., Fabaceae): Comparison with a native confamilial. *Plant Species Biology*. 2015; 30(2): 126-136.

21. Leonardo D. Amarilla, Carolina Torres, Dominika Košútová, Leda T. Silvera Ruiz, Reproductive biology of the invasive *Gleditsia triacanthos* L. (Fabaceae). *Flora – Morphology Distribution Functional Ecology of Plants*. 2022; 288(4):152010. DOI:10.1016/j.flora.2022.152010

22. Sabina P.D., Dorin C. Research regarding the influence of the preparing methods on seed germination on *Gleditsia triacanthos* L. *Romanian Biotechnological Letters*. 2015; 20(6.): 11035-11040.

23. Saleh D.O., Kassem I., Melek F.R. Analgesic activity of *Gleditsia triacanthos* methanolic fruit extract and its saponin-containing fraction. *Pharmaceutical Biology*. 2016;54(4):576-80. DOI: 10.3109/13880209.2015.1064450

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.004.22-27

***Gleditsia Triacantos* Seeds Morphological and Biometric Characteristics Investigation to Improve Their Sowing Qualities**

Anastasia A. Dudina^{✉1}, e-mail: as.sklyarova.95@mail.ru, Postgraduate student, ORCID 0000-0002-6551-0533

Alla A. Okolelova, Dr. Sci. (Biol.), Professor, ORCID 0000-0002-2832-5646

Volgograd State Technical University,
400005, Lenin prospect 28, Volgograd, Russia

Abstract. *Gleditsia triacanthos* is one of the hardiest, adaptable and useful tree species. It is drought and frost resistant and grows on all types of soils. This decorative shady tree is suitable for hedges, protective forest belts, alleys, etc., as well as for use in planting to combat soil erosion. The tree grows quite quickly and produces hard-seeded fruits in the fourth or fifth year. Since *gledichia* is reproduced mainly by seeds, the study of the variation in seed sizes affecting the subsequent growth of seedlings is an urgent task. Their biometric parameters were studied to ensure a stable seeding process of *gledichia* seeds. The features of the *gledichia* three-thorned seeds structure are revealed. This paper presents graphs by which it is possible to determine the variation in the length and width of the *gledichia* three-thorned seeds in different years. It is established that the empirical distribution differs from the normal one by criterion χ^2 . The difference is due to the fruit structure peculiarity. There are constrictions in its proximal and distal parts, so the seeds size is smaller there. The minimum and maximum length and width of seeds collected in different years were determined. The correlation coefficient between length and width for seeds collected in 2016 was 0.669, and for seeds collected in 2013 – 0.770. This knowledge will allow us to find effective ways of scarification to overcome hard-seededness.

Keywords: hard-seededness, normal distribution, bean, *Gleditsia triacanthos*, biometric parameters

Citation. Dudina A.A., Okolelova A.A. *Gleditsia Triacantos* Seeds Morphological and Biometric Characteristics Investigation to Improve Their Sowing Qualities. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 22-27. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.004.22-27

Received: 28.02.2023

Accepted: 05.06.2023

References:

1. Balakina A.A., Nefed'eva E.E., Larikova Yu.S. *Issledovanie stroeniya i sostava semennoj obolochki gledichii i nekotorykh izmenenij v ee strukture pri nabukhanii* [Investigation of the *gledichia* seed coat structure and composition and some changes in its structure during swelling]. *Agrarnyj vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2021; 3(206): 46-52. DOI 10.32417/1997-4868-2021-206-03-46-52

2. Bekuzarova S.A., Bome N.A., Vajsfel'd L.I. *Sposob predposevnoj obrabotki semyan selekcionnykh obraztsov zernovykh kul'tur* [Breeding samples of grain crops seeds pre-sowing treatment method]. Russian Federation. Patent 2461185. 20.09.2012.

3. Bulgakova E.V., Nefed'eva E.E. *Vliyanie abioticheskikh faktorov na prorastanie semyan gledichii s tverdymi pokrovami* [The influence of abiotic factors on the *gledichia* seeds germination with hard covers]. *Mekhanizmy ustojchivosti rastenij i mikroorganizmov k neblagopriyatnym usloviyam sredy*: Compilation of materials of the Annual Meeting of the Society of Plant Physiologists of Russia, the All-Russian Scientific Conference with international participation and the school of Young Scientists. Part I. Irkutsk. IG SB RAS Publ. house. 2018. pp 159-162. DOI 10.31255/978-5-94797-319-8-159-162

4. Bulgakova E.V, Nefed'eva E.E, Pavlova V.A. *Uvelichenie vskhozhesti semyan s tverdoj semennoj kozhuroj predposevnoj obrabotkoj atsetonom* [Increase in germination of seeds with hard seed peel by pre-sowing treatment with acetone]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014; 6. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15475>
5. Vasil'ev M.M, Naumov E.V, Petrov O.F. *Povyshenie ustojchivosti k otritsatel'nyh i nizkim polozhitel'nyh temperaturam i zasukhoustojchivosti rastenij zernovykh kul'tur posle obrabotki ikh semyan nizkotemperaturnoj plazmoj* [Increasing resistance to negative and low positive temperatures and drought resistance of grain crops after processing their seeds with low-temperature plasma]. *Problemy agrokhimii i ekologii* [Agrochemistry and ecology problems]. 2016; 2: 26-33.
6. Golovanova M.A. Nefed'eva E.E., Bajbakova E.V. *Vliyanie biopreparatov ammosof-f, guanibifos-f, amidofos-f na prorastanie semyan i rost prorostkov rapsa* [Influence of ammophos-f, guanibifos-f, amidophos-f biological drugs on seed germination and growth of rapeseed seedlings]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2016; 19(110): 194-198.
7. Grichik E.L., Zholobova O.O. *Vliyanie skarifikatsii na kinetiku prorastaniya semyan s tverdymi pokrovami nekotorykh vidov roda Gleditsia pri generativnom razmnozhenii* [The scarification effect on the kinetics of some gleditsia species genus seeds with hard covers germination during generative reproduction]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific agronomy journal]. 2022; 4(119): 115-121. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121 EDN CMZGNT
8. Grozdova N.B., Nekrasov V.I., Globa-Mikhajlenko D.A. *Derev'ya, kustarniki i liany* [Trees, shrubs and lianas]: A reference guide (ed. Nekrasov V.I.). Moscow. *Lesnaya promyshlennost'* Publ. house, 1986, pp. 117-118.
9. Klimov A.D., Kulik D.K. *Reproduktivnaya sposobnost' introdutsirovannykh vidov roda Gleditsia L. v usloviyakh svetlo-kashtanovykh pochv* [Reproductive ability of the genus *Gleditsia* L. introduced species in the light chestnut soils conditions]. In: *Integratsiya nauki i proizvodstva – strategiya uspehnogo razvitiya APK v usloviyakh vstupleniya Rossii v VTO* [Integration of science and production – a strategy for the successful development of agriculture in the context of Russia's accession to the WTO]: international scientific and practical conference. Volgograd. 2013; 307-311.
10. Kruzhilin I.P., Tolokonnikov V.V, Saldaev A.M. *Sposob predposevnoj obrabotki semyan soi* [Method of pre-sowing processing of soybean seeds]. Patent 2174746. 20.10.2001.
11. Matveeva S.V, Babakova T.S, Kakotkina M.S. *Effekty solevogo stressa na prorastanie semyan i rannie etapy razvitiya prorostkov robinii lzheakatsii* [Salt stress effects on robinia pseudoacacia seed germination and early development stages of seedlings]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific agronomy journal]. 2022; 4(119): 101-107. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.015.101-107
12. Nefed'eva E.E, Bulgakova E.V. *Analiz vliyaniya atsetona na poverkhnostnoe stroenie semennoj kozhury gledichii trekhkolyuchkovoj (Gleditsia triacanthos)* [Analysis of the acetone effect on the gledichia three-thorned (*Gleditsia triacanthos*) seed peel surface structure]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2017; 20(11): 162-165.
13. Nefed'eva E.E., Otroshenko K.V., Bajbakova E.V. *Dejstvie biopreparatov Etafos-F i Guanibifos-F na prorastanie semyan i rost prorostkov bazilika* [Effect of Ethafos-F and Guanibifos-F biological drugs on seed germination and growth of basil seedlings]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2017; 20(5): 143-146.
14. Pavlova V.A, Lysak V.I, Nefed'eva E.E. *Vliyanie parametrov udarno-volnovogo nagruzheniya na sostoyanie biopolimerov i pogloshchenie vody semenami grechikki* [Influence of shock-wave loading parameters on the state of biopolymers and water absorption by buckwheat seeds]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2015; 18(10): 79-84.
15. Sokolov S.Ya., Stratonovich A.I. *Derev'ya i kustarniki SSSR. Dikorastushchie, kul'tiviruemye i perspektivnye dlya introduksii* [Trees and shrubs of the USSR. Wild, cultivated and promising for introduction]. Moscow-Leningrad. AS USSR Publ. T. IV. *Pokrytosemennye. Semejstva Bobovye. Granatovye* [Angiosperms. Legume. Pomegranate families], 1958. pp. 52-55.
16. Tsitsina N.V. *Atlas lekarstvennykh rastenij SSSR* [Atlas of medicinal plants of the USSR (Edited by N.V Tsitsina)]. Moscow. "Medgiz" Publ. house, 1962. pp. 128-129.
17. Shimanyuk A.P. *Dendrologiya* [Dendrology]. Moscow. "Lesnaya promyshlennost'" Publ. house, 1974. pp. 264 p.
18. Shmidt V.M. *Matematicheskie metody v botanike* [Mathematical methods in botany]. Leningrad. Leningr. unty Publ house. 1984. 288 p.
19. Fernandez R.D.; Ceballos S.J., Malizia A., Aragón M.R. *Gleditsia triacanthos (Fabaceae) in Argentina: A review of its invasion*. *Csiro Publishing. Australian Journal of Botany*. 65; 3; 6-2017; 203-213. <http://hdl.handle.net/11336/65266>
20. Ferreras A.E., Funes G., Galetto L. *The role of seed germination in the invasion process of Honey locust (Gleditsia triacanthos L., Fabaceae): Comparison with a native confamilial*. *Plant Species Biology*. 2015; 30(2): 126-136.
21. Leonardo D. Amarilla, Carolina Torres, Dominika Košútová, Leda T. Silvera Ruiz, *Reproductive biology of the invasive Gleditsia triacanthos L. (Fabaceae)*. *Flora – Morphology Distribution Functional Ecology of Plants*. 2022; 288(4):152010. DOI:10.1016/j.flora.2022.152010
22. Sabina P.D., Dorin C. *Research regarding the influence of the preparing methods on seed germination on Gleditsia triacanthos L.* *Romanian Biotechnological Letters*. 2015; 20(6.): 11035-11040.
23. Saleh D.O., Kassem I., Melek F.R. *Analgesic activity of Gleditsia triacanthos methanolic fruit extract and its saponin-containing fraction*. *Pharmaceutical Biology*. 2016;54(4):576-80. DOI: 10.3109/13880209.2015.1064450

Авторский вклад. 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.

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

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

УДК: 632.931.2,632.934.1,632.981.5,632.981.12

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.005.28-33

Оценка отзывчивости сортов озимой пшеницы на уровень интенсивности их возделывания

Александр Иванович Прянишников¹, д.с.х.н., член-корреспондент РАН, ORCID: 0009-0001-1467-5960

Илья Николаевич Смит^{✉2}, e-mail: smit-ilya@inbox.ru, аспирант³, ORCID: 0009-0007-0096-4407

Анатолий Фёдорович Мельник², д.с.х.н., профессор, ORCID: 0000-0002-8781-1660

Андрей Анатольевич Зеленов³, к.с.х.н., ORCID: 0000-0003-45447845,

¹АО «Щелково Агрохим», info@betaren.ru, г. Щёлково, Московская обл., Россия

²ООО НПО «Бетагран Семена», г. Щёлково, Московская обл., Россия

³Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина, officel@orelsau.ru, г. Орёл, Россия

Аннотация. Актуальность темы связана с необходимостью составления индивидуальной сортовой технологии, адаптированной к различным почвенным и погодно-климатическим условиям того или иного региона и округа страны за счет применения новых средств защиты растений и удобрений. При отборе перспективных сортов решается задача по выявлению их индивидуальных особенностей, в том числе и по реакции на факторы интенсификации. Изучалась отзывчивость экспериментального материала озимой пшеницы 12 сортов на интенсивность возделывания, которая складывалась из применяемых новых систем защиты растений, уровня минерального питания и листовых обработок микроэлементами и биостимуляторами. Выделены 3 группы сортов, различающихся по характеру формирования продуктивности в ответ на листовые подкормки. Сорта 1-ой группы обладали наивысшей отзывчивостью в варианте технологии «Максимальных возможностей» по урожайности и качеству зерна. Сорт Сократ при урожайности в 11,84 т/га и прибавкой урожайности в 1,27 т/га формировал по отношению к контролю в зерне больше белка на 6,00% и клейковины на 9,27%. Сорта 2-ой группы показывали высокую отзывчивость на технологические подходы по показателям качества зерна. Консервативный в реализации урожайных свойств ДФ 2020 на различных схемах выращивания демонстрировал прибавку по содержанию белка до 6,78% и клейковины до 6,66 %. В 3-ей группе отмечены сорта, обладающие высокой урожайностью и качеством зерна: Система, Интеза, Щелково 2, Щелково 5, Володя, Касар 17, Изумруд Дубовицкого, Ермоловка, Синева. Используемая оценка на основе технологических опытов позволяет расширить уровень информативности об особенностях изучаемых сортов и способствует эффективному отбору перспективных образцов для производства.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, технологии возделывания.

Цитирование. Прянишников А.И., Смит И.Н., Мельник А.Ф., Зеленов А.А. Оценка отзывчивости сортов озимой пшеницы на уровень интенсивности их возделывания // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 28-33. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.005.28-33

Поступила в редакцию: 07.04.2023

Принята к печати: 29.05.2023

Введение. В настоящее время разработаны адаптивные и экономически выгодные технологии возделывания озимой пшеницы, гарантирующие получение устойчивых урожаев [7]. Для повышения продуктивности важным показателем является регуляция роста и развития растения [5]. Позволяющая создать индивидуальную технологию для нового сорта. Действенным приемом улучшения возделывания является применение различных листовых подкормок микроэлементами и биостимуляторами, минеральными удобрениями, которые рассматриваются как один из элементов повышения продуктивности у высоко-технологичных сортов [1; 10]. Интенсификация технологических подходов, позволяет полностью реализовать генетический потенциал сорта даже в сложных погодно-климатических условиях. В связи с аридизацией климата происходит изменение условий вегетации, из-за нестабильных погодных условий региона, сменяющихся засухой или чрезмерным переувлажнением [2; 8]. Поэтому задачей

современного сельского хозяйства является реализация комплекса элементов систем земледелия, позволяющая минимизировать понесенный ущерб в результате изменения погодно-климатических условий [3; 4; 9]. Повышение устойчивости производства должно достигаться рациональным использованием имеющихся ресурсов влаги, а главной задачей аграрной науки является создание прорывных инновационных продуктов, позволяющих вывести сельскохозяйственное производство на новый уровень системных наукоемких решений [6].

В связи с этим целью настоящих исследований стало изучение влияния отзывчивости сортов озимой пшеницы на варианты листовых обработок.

Методика и методы исследований. Опыт проводился на сортах мягкой озимой пшеницы в ООО НПО «Бетагран Семена» Орловской области в 2021-2022 гг. Экспериментальный материал был представлен сортами АО «Щелково Агрохим» (Московская обл.)

Таблица 1. Схема применяемых листовых подкормок и ХСЗР на озимой пшенице в 2021-2022 г.

Периоды вегетации	Вариант - 1	Вариант - 2	Вариант - 3
Весенняя вегетация (апрель-май)			
Кущение	Ультромаг Фосфор Супер - 3 л/га + Гумат Калия Суфлер - 1 л/га + Костандо - 0,2 л/га		
	Ультромаг Комби для зерновых - 1 л/га + Ультромаг Медь - 0,5 л/га + Ультромаг Кальций Актив - 2 л/га + Азорро - 1 л/га + Примадонна - 0,6 л/га + Гранат - 0,015 мг/га		
Выход в трубку	Фаскорд - 0,15 л/га + Агро Прим - 0,5 л/га + ХЭФК, ВР - 0,4 л/га	Биосим Универсал - 2 л/га + Гумат Калия Суфлер - 0,5 л/га + Фаскорд - 0,15 л/га + Агро Прим - 0,5 л/га + ХЭФК, ВР - 0,4 л/га	
Цветение	Карбамид - 10 кг/га + Ультромаг Медь - 0,5 кг/га + Ультромаг Комби для зерновых - 1 л/га + Ультромаг Фосфор Актив - 2 л/га + Гумат Калия Суфлер - 1 л/га + Пиксель - 0,3 л/га + Эйс - 1 л/га		
Летний период вегетации (июнь)			
Колошение	Эйс - 1 л/га + Фаскорд - 0,15 л/га	Карбамид - 10 кг/га + Ультромаг Бор - 1 л/га + Эйс - 1 л/га + Фаскорд - 0,15 л/га	
	УНИК - 1,5 л/га + Триада - 0,6 л/га + Кинфос - 0,2 л/га	Карбамид - 30 кг/га + Биосим Универсал - 1 л/га + УНИК - 1,5 л/га + Триада - 0,6 л/га + Кинфос - 0,2 л/га	
Налив зерна	Ультромаг Бор - 1 л/га + Карбамид - 30 кг/га + Ультромаг Сера - 3 л/га		Ультромаг Бор - 1 л/га + Карбамид - 30 кг/га + Биосим Зерновой - 1 л/га + Ультромаг Сера - 2 л/га + Гумат Калия Суфлер - 0,5 л/га
Молочно-восковая спелость	Карбамид - 10 кг/га + Ультромаг Калий - 5 л/га		

Таблица 2. Метеорологические условия за вегетационный период озимой пшеницы за 2021-2022 г.

Показатели	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	Май	Июнь	Июль
Температура воздуха за 2021-2022 г, t °C	10,4	5,9	2,7	-4,7	-5,1	-1,2	-1,3	10,2	11,5	19,0	21,8
Среднесуточная за 10 лет, t °C	13,3	6,4	1,3	-3,0	-6,8	-5,5	-0,5	7,9	15,4	18,8	20,6
Осадки за 2021-2022 г., мм	130,5	12,5	54,9	54,5	86,3	24,9	19,0	173,8	52,2	51,5	64,2
Среднее количество осадков за 10 лет, мм	53,4	39,8	44,0	58,9	51,3	39,0	38,3	35,3	60,5	63,9	83,9

Схема изучения сортов была представлена 3 технологическими подходами для возделывания озимой пшеницы:

«Традиционная» или общепринятая для условий Орловской области.

Технология «Максимальных возможностей» заключается в использовании средств защиты растений (СЗР), полного комплекса листовых подкормок, дробного азотного питания для реализации максимального генетического потенциала сортов озимой пшеницы на протяжении всех периодов вегетации. Уровень питания по NPK был рассчитан на 100 ц/га.

Технология «Оптимальных решений» – использование СЗР и дробного азотного питания в период наибольшей потребности растений.

В таблице 1 представлена общая схема опыта. Площадь делянки – 152 м², учетная площадь делянок при уборке – 22,5 м². Количество повторностей – 4. Анализ сортов и технологий возделывания озимой пшеницы проведен после расчета среднего арифметического показателя, полученного с сорта. Обработку экспериментальных данных про-

водили двухфакторным дисперсионным анализом без повторений (прикладной пакет к программе Microsoft Excel), кластерным анализом (пакет программ Статистика).

Предшественник – соя. С осени под основную обработку было внесено 200 кг/га аммофоса и 100 кг/га калийной магнезии. Весной в фазу кущения было внесено 150 кг/га аммиачной селитры, а на варианте высоких урожаев дополнительно 150 кг/га сульфат аммония, перед выходом в трубку 150 кг/га аммиачной селитры. В варианте «Максимальных возможностей» в листовых подкормках по колосу и под налив зерна использовали карбамид с нормой в 10 и 20 кг/га соответственно.

Метеорологические условия во время проведения эксперимента представлены в таблице 2.

Сумма активных температур за период возделывания составила – 1316,5 °C. Сумма осадков составила 724,3 мм.рт.с.

Почвы – серые лесные, содержание гумуса – 2,47%, рН – 4,9.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3. Урожайность сортов озимой пшеницы в различных технологических схемах выращивания

№	Сорт/сортобразец	Урожайность, т/га			
		Максимальных возможностей	Оптимальных решений	Традиционная	Среднее
1	Изумруд Дубовицкого	9,69	7,09	6,88	7,89
2	ДФ 2020	8,95	8,95	8,77	8,89
3	Сократ	11,87	11,02	10,15	11,01
4	Щелково 2	11,39	9,69	9,67	10,25
5	Ермоловка	10,79	9,45	9,48	9,91
6	Касар 17	9,08	7,76	8,14	8,33
7	Щелково 5	9,08	7,38	7,03	7,83
8	Володя	8,84	7,38	7,33	7,85
9	Интеза	11,29	7,74	8,14	9,06
10	Система	10,07	8,27	8,57	8,97
11	Синева	11,23	10,30	9,71	10,41
12	Тургеневская 200	11,01	9,61	9,15	9,92
	Среднее по вариантам	10,52	8,86	8,55	9,31
	Стандартное отклонение, %	10,2	10,0	11,1	8,7

Таблица 4. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа технологического опыта сортов озимой пшеницы

Источник вариации	SS	Df	MS	F	F табл	HCP
Сорта	12371,7	55	224,94	4,40	1,45	1,14
Технологии	12543,2	2	6271,60	122,66	3,08	0,26
Погрешность	5624,4	110	51,13			
Итоги	30539,3	167				

Достоверность полученных данных подтверждена в результате проведения статистического анализа, была выявлена достоверность отличий как среди сортов ($F_{\text{опыта}} = 4,40$, HCP = 1,14 т/га), так и по используемым в опыте технологиям ($F_{\text{опыта}} = 122,66$, HCP = 0,265 т/га) (табл. 4).

По результатам исследований установлено, что наибольшие показатели урожайности отмечены

на технологии «Максимальных возможностей» – 10,52 т/га. В варианте «Традиционной» технологии средняя урожайность по сортам составила 8,86 т/га, в варианте «Оптимальных решений» – 8,55 т/га. Влияние отзывчивости образцов озимой пшеницы (в урожайности) на технологические подходы возделывания по сортам селекции АО «Щелково Агрохим» представлено на рисунке 1.

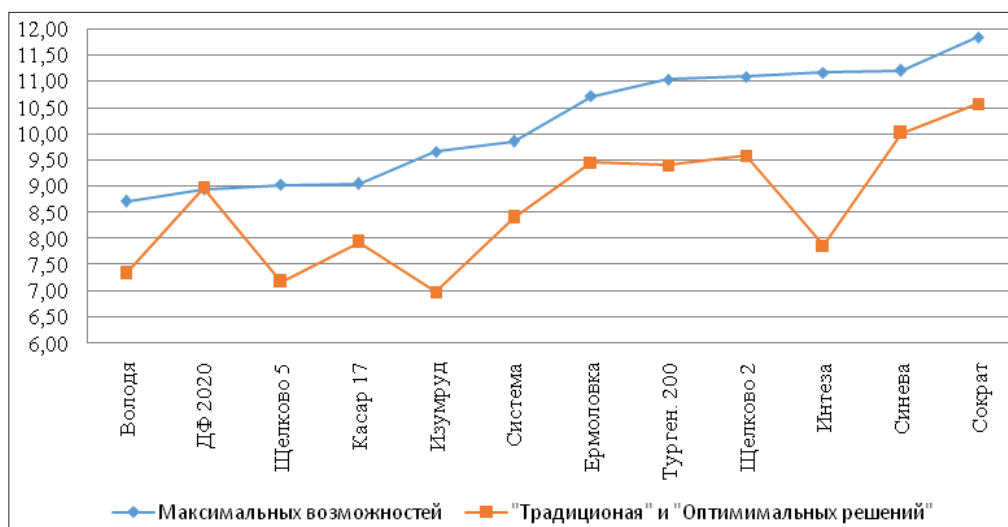


Рис. 1. Урожайность сортов озимой пшеницы в различных технологиях возделывания

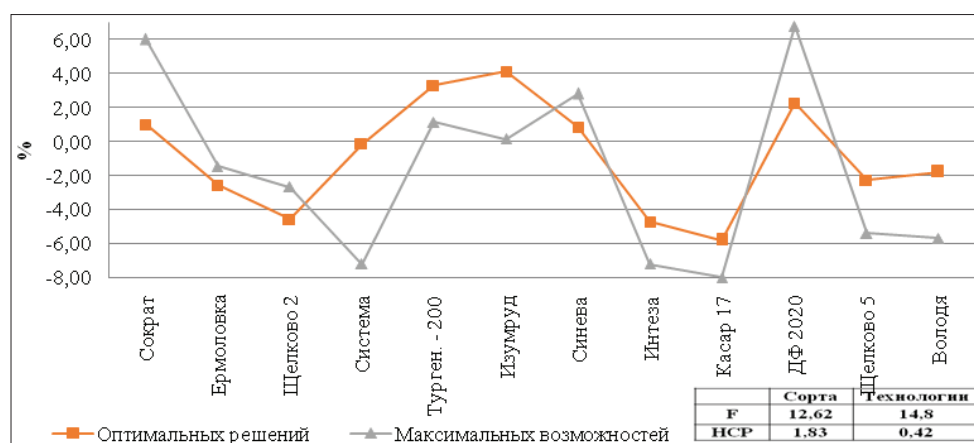


Рис. 2. Отзывчивость сортов на технологию возделывания по содержанию белка в зерне, в % к традиционной технологии



Рис. 3. Отзывчивость сортов на технологию возделывания по содержанию клейковины в зерне, в % к традиционной технологии

Отмечено, что в варианте «Максимальных возможностей» наибольшая урожайность выделена на сорте Сократ – до 11,84 т/га, это на 12,02% выше «Традиционной» технологии.

Из представленных на рисунке 1 сортов наибольшей отзывчивостью выделяются сорта Изумруд Дубовицкого и Интеза, которые при технологии «Максимальных возможностей» сформировали урожайность соответственно на 2,69 и 3,30 т/га выше (или на 38,59 и 41,99%), чем при «Традиционной» технологии. Другие сорта показали прибавку от 12,0 до 25,8%. Это характеризует высокий их уровень по отзывчивости на интенсивные технологии при листовых обработках. На их фоне сорт ДФ 2020 обладал высокой продуктивностью как при низком уровне интенсивности обработок, позволяющих получить урожайность до 9,00 т/га, так и в варианте с «Максимальных возможностей», что позволяет выращивать сорт с минимальными затратами.

На рисунках 2 и 3 показано влияние листовых обработок на показатели качества зерна у сортообразцов селекции АО «Щелково Агрохим».

По результатам оценки показателей качества (рис. 2, 3) выявлено, что наибольшие показатели качества зерна у сортов отмечались на технологии «Максимальных возможностей» – это сорта Сократ и ДФ 2020. Однако на рис. 2 показано, что сорта озимой пшеницы Ермоловка, Щелково 2, Система, Интеза, Касар 17, Щелково 5 и Володя не проявляли достоверных отличий в отзывчивости на листовые обработки. В традиционной технологии прибавка составила от 1,45 до 7,98% белка, а по клейковине – от 2,10 до 15,20 %, в сравнении с технологией «Максимальных возможностей». На графиках эти сорта обладают отрицательными значениями.

В технологии «Оптимальных решений» сорта Тургеневская 200 и Изумруд Дубовицкого проявили значительную прибавку качества в сравнении с «Традиционным» вариантом листовых обработок. Таким образом, у данных сортов прибавки соответственно составила 3,30 и 4,10% белка, и клейковины 3,71 и 3,25 % (рис. 2, 3).

В условиях применения листовых подкормок при технологии «Максимальных возможностей»

наибольшая прибавка отмечена у сортов Сократ и ДФ 2020, у которых выявлена наибольшая отзывчивость на интенсивность листовых обработок, составившая у белка 6,00 и 6,78 %, клейковины 9,27 и 6,66 % соответственно.

Заключение. Изучение отзывчивости сортов на технологические приемы возделывания среди селекционного материала компании АО «Щелково Агрохим» показало на их большое генетическое разнообразие. В год проведения исследований (2021-2022 г.) среди представленных сортов было выделено 3 группы, обладающие различным уровнем отзывчивости на листовые подкормки.

К 1-ой группе относится сорт, обладающий наибольшей отзывчивостью на технологию «Максимальных возможностей» по показателю урожайности и качества полученной продукции:

- сорт Сократ – урожайность 11,84 т/га с прибавкой урожайности 1,27 т/га, белка увеличилось на 6,00%, а клейковины на 9,27 % в сравнении с технологией «Традиционной».

Ко 2 группе относится сорт, обладающий отзывчивостью на показатели качества при технологии «Максимальных возможностей»:

- сорт ДФ 2020 – урожайность 8,94 т/га, уступала на 0,47 т/га в сравнении с «Традиционной технологией», однако количество белка увеличилось на 6,78%, а клейковины на 6,66 %.

В 3-ей группе представлены сорта, обладающие высокой урожайностью и качеством зерна при разных технологиях возделывания: Система, Интеза, Щелково 2, Щелково 5, Володя, Касар 17, Тургеневская 200, Изумруд Дубовицкого, Ермоловка, Синева.

У сортов Система, Интеза, Щелково – 2, Щелково – 5, Володя, Касар – 17 урожайность на «Максимальной технологии» составила от 9,02 до 11,16 т/га. Прибавка урожайности – от 1,12 до 3,30 т на гектар; наибольшая прибавка белка у представленных сортов была получена при «Традиционной технологии» – от 2,67 до 7,97%, при ее сравнении с технологией «Максимальных возможностей», а также клейковины от 3,40 до 15,20 %.

У сорта Тургеневская 200, Изумруд Дубовицкого, Ермоловка, Синева – урожайность при «Максимальной технологии» составила от 9,66 до 11,20 т/га. Прибавкой урожайности – от 1,20 до 2,69 т на гектар; наибольшая прибавка белка у представ-

ленных сортов была получена при технологии «Оптимальных решений» – от 2,57 до 4,10 %, а также клейковины от 1,12 до 3,71 % в сравнении с «Традиционной технологией».

Литература:

1. Каракотов С.Д., Прянишников А.И., Косолапов В.М. и др. Методологические подходы оценки сортов озимой пшеницы в системе экологических испытаний АО «Щелково Агрохим» // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. №1. С. 9-15. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/9-15
2. Мельник А.Ф. Сроки сева в условиях аридизации климата как фактор регулирования продуктивности озимой пшеницы // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences (RJOAS). 2017. 11(71). С. 426-430. DOI:10.18551/rjoas.2017-11.56
3. Мельник А.Ф., Лапина Л.А. Сроки сева – фактор, влияющий на продуктивность озимой пшеницы // Научный журнал молодых ученых. 2016. №1 (6). С. 57-61.
4. Прянишников А.И., Савченко И.В., Мазуров В.Н. Адаптивная селекция: теория и практика отбора на продуктивность // Вестник российской сельскохозяйственной науки. № 3, 2018. – С. 29-32.
5. Павловская Н.Е., Гагарина И.Н., Бородин Д.Б., Попова А.Ю. Исследование действия биопрепарата на основе гуматов и микроэлементов на морфометрические показатели и урожайные данные озимой пшеницы // Вестник аграрной науки. 2023. №1 (100). С. 93-99. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.1.93
6. Савченко И.В., Прянишников А.И., Шабаев А.И. Научное обеспечение устойчивого сельскохозяйственного производства в условиях нарастающей аридизации климата / Доклады Российской академии сельскохозяйственной науки. 2014. № 6. С.18-20.
7. Чурзин В.Н., Дубовченко Д.О. Влияние погодных условий и применения агрохимикатов на осеннее развитие и урожайность озимой пшеницы на черноземах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. №2 (62). С. 102-109. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-11
8. Pelech L. Formation of productivity of winter wheat crops depending on agrotechnical methods of tillage // The Scientific Heritage. 2021. №62-1. С. 5-8.
9. Yodgorov N.G. Influence of irrigation and feeding rates on sprouting and wintering of winter wheat // Вестник науки и образования. 2021. №8(111). Часть 1. С. 30-34. DOI: 10.24411/2312-8089-2021-10801
10. Voloschuk O., Voloschuk I., Stasiv O, Hlyva V., Bastruk-Hlodan L. Regulation of winter wheat productivity. Ukrainian Journal of Ecology. 2021. 11(9). С. 127-130. DOI: 10.15421/2021_306

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.005.28-33

Winter Wheat Varieties Responsiveness on the Intensity of Their Cultivation Level Assessment

Alexander I. Pryanishnikov¹, Dr. Sci. (Agr.), Corresponding member of RAS, ORCID: 0009-0001-1467-5960
Iliya N. Smith², e-mail: smit-ilya@inbox.ru, graduate student³, ORCID: 0009-0007-0096-4407

Anatoly F. Melnik³, Dr. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0002-8781-1660

Andrey A. Zelenov², Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-45447845

¹“Shchelkovo Agrochem”, info@betaren.ru, Moscow, Russia

²Company Scientific Production Association “Betagran Seeds”, Moscow, Russia

³Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, officel@orelsau.ru, Orel, Russia

Abstract. The relevance of the topic is related to the necessity of making an individual varietal technology. Technology must be adapted to different soil and climatic conditions of a particular regions and districts of the country through the applying of new plant protection products and fertilizers. The selection of varieties must be addressed the task of identifying their individual characteristics, including response to intensification factors. We studied the responsiveness of the experimental data of 12 winter wheat varieties to the cultivation intensity. It consists of applying new plant protection systems, the level of mineral nutrition and leaf treatments with micronutrients and biostimulants. There are 3 groups of varieties, differing in the nature of the productivity formation in response to foliar treatments. Varieties of the 1st group had the highest responsiveness in “Maximum potential” technology expressed in yield and grain quality. Socrates variety with a yield of 11.84 t/ha and a yield increase of 1.27 t/ha was formed in the grain more protein per 6.00% and gluten free by 9.27% in relation to the control. Varieties of the 2-nd group showed high responsiveness to technological approaches in terms of grain quality. DF 2020, conservative in the implementation of the productive properties, showed an increase in protein to 6.78% and gluten to 6.66 % on various schemes of cultivation. In the 3rd group varieties with high yield and quality of grain: System, Intesa, Shchelkovo 2, Shchelkovo 5, Volodya, Kasar 17, Dubovitsky’s Emerald, Yermolovka, Blue are marked. Used assessment allows us to expand the information level about the features of the studied varieties on the basis of technological experiments and contributes to the effective selection of promising samples for production.

Keywords: winter wheat, variety, cultivation technologies

Citation. Pryanishnikov A.I., Smith I.N., Melnik A.F., Zelenov A.A. Winter Wheat Varieties Responsiveness on the Intensity of Their Cultivation Level Assessment. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 28-33. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.005.28-33

Received: 07.04.2023

Accepted: 29.05.2023

References:

1. Karakotov S.D., Pryanishnikov A.I., Kosolapov V.M. et al. *Metodologicheskie podkhody otsenki sortov ozimoy pshenitsy v sisteme ekologicheskikh ispytaniy AO “Shchelkovo Agrokhim”* [Methodological approaches to the assessment of winter wheat varieties in the system environmental test of “JSC Shchelkovo Agrokhim”]. *Vestnik Rossijskoj sel’skokhozyajstvennoj nauki* [Vestnik of the Russian Agricultural Science]. 2021. 1. pp. 9-15. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/9-15

2. Mel’nik A.F. *Sroki seva v usloviyakh aridizatsii klimata kak faktor regulirovaniya produktivnosti ozimoy pshenitsy* [Sowing dates in the climate aridization conditions as a factor in the regulation of winter wheat productivity]. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences (RJOAS)*. 2017. 11(71). pp. 426-430. DOI: 10.18551/rjoas.2017-11-56

3. Mel’nik A.F., Lapina L.A. *Sroki seva – faktor, vliyayushchij na produktivnost’ ozimoy pshenitsy* [Sowing dates as factor influencing the winter wheat productivity]. *Nauchnyj zhurnal molodykh uchenykh* [Scientific journal of young scientists]. 2016. 1(6). pp. 57-61.

4. Pryanishnikov A.I., Savchenko I.V., Mazurov V.N. *Adaptivnaya selektsiya: teoriya i praktika otbora na produktivnost’* [Adaptive breeding: theory and practice of selection on productivity]. *Vestnik Rossijskoj sel’skokhozyajstvennoj nauki* [Vestnik of the Russian Agricultural Science]. 3, 2018. pp. 29-32.

5. Pavlovskaya N.E., Gagarina I.N., Borodin D.B., Popova A.Yu. *Issledovanie dejstviya biopreparata na osnove gumatov i mikroelementov na morfometricheskie pokazateli i urozhajnye dannye ozimoy pshenitsy* [Investigation of biological drug based on humates and trace elements effect on morphometric indicators and yield values of winter wheat]. *Vestnik agrarnoj nauki* [Bulletin of Agrarian Science]. 2023. 1(100). pp. 93-99. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.1.93

6. Savchenko I.V., Pryanishnikov A.I., Shabaev A.I. *Nauchnoe obespechenie ustojchivogo sel’skokhozyajstvennogo proizvodstva v usloviyakh narastayushchej aridizatsii klimata* [Scientific support of sustainable agricultural production in conditions of increasing climate aridization]. *Doklady Rossijskoj akademii sel’skokhozyajstvennoj nauki* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Science]. 6, 2014. pp. 18-20.

7. Churzin V.N., Dubovchenko D.O. *Vliyanie pogodnykh uslovij i primeneniya agrokhimikatov na osennee razvitie i urozhajnost’ ozimoy pshenitsy na chernozemakh Volgogradskoj oblasti* [The influence of weather conditions and the use of agrochemicals on the autumn development and yield of winter wheat in the chernozems of the Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional’noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversitetskiy Complex: Science and Higher Professional Education]. 2021. 2(62). pp. 102-109. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-11

8. Pelech L. Formation of productivity of winter wheat crops depending on agrotechnical methods of tillage. *The Scientific Heritage*. 2021. 62-1. pp. 5-8.

9. Yodgorov N.G. Influence of irrigation and feeding rates on sprouting and wintering of winter wheat. [Herald of Science and Education]. 2021. 8-1(111). pp. 30-34. DOI: 10.24411/2312-8089-2021-10801

10. Voloschuk O., Voloschuk I., Stasiv O., Hlyva V., Baistruk-Hlodan L. Regulation of winter wheat productivity. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(9). pp. 127-130. DOI: 10.15421/2021_306

Авторский вклад. 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.

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

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

УДК: 635.6; 581.192

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.006.34-40

Жирнокислотный состав масла и семян бамии (*Abelmoschus esculentus* Moench), выращенной в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах России

Ксения Викторовна Илларионова^{✉1}, к.т.н., доцент, e-mail: elkv@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2563-6094

Виктор Максимович Галаганов¹, ORCID: 0000-0001-9373-2005

Татьяна Васильевна Шеленга², к.б.н., ORCID: 0000-0003-3992-5353

Сергей Владимирович Григорьев², к.с.-х.н., ORCID: 0000-0001-7670-4360

¹ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский Политехнический университет им. Петра Великого,
ул. Политехническая 29, г. Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР),
ул. Б. Морская 42,44, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Бамия – популярная в ряде стран овощная культура. Использование ее в России как сырья имеет перспективу получения продукта с комплексом соединений, эффективных в снижении сердечно-сосудистых заболеваний, уровня холестерина, модулировании ряда ключевых биологических функций энергетического метаболизма у человека. Цель работы – изучение состава жирных кислот (ЖК) образцов масла и семян бамии (*Abelmoschus esculentus*), выращенных в условиях Северо-Кавказского и Южного ФО России. Новизну исследований составляют полученные данные по составу биологически активных ЖК семян и масла, оценка общего влияния суммарной климатической разницы указанных регионов на эти показатели. Изучение ЖК профиля проводили с помощью газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрией на хроматографе Agilent 6850. Результаты обрабатывались с помощью UniChrom и AMDIS. Установлено, что содержание суммы ненасыщенных кислот масла составило 67,67%, что превышает в два раза сумму насыщенных ЖК, а сумма полиненасыщенных жирных кислот – на уровне 37,31%. Возделывание в условиях переходного от умеренно-морского к субтропическому полусухому климату, способствует накоплению суммы ненасыщенных ЖК масла и незначительному увеличению доли биологически ценных полиненасыщенных. В случае континентального полусухого климата в масле семян увеличивается доля насыщенных ЖК, снижается сумма ненасыщенных, незначительно снижается сумма полиненасыщенных и мононенасыщенных ЖК. В условиях локации выращивания с континентальным полусухим климатом юга России в семенах бамии синтезировалось больше свободных ненасыщенных ЖК – линолевой, α -линоленовой, γ -линоленовой и олеиновой кислот, чем в точке с переходным от умеренно-морского к субтропическому полусухому. Выделен образец бамии с высоким содержанием ненасыщенных и полиненасыщенных ЖК с выраженными антиоксидантными свойствами.

Ключевые слова: бамия, полиненасыщенные жирные кислоты (ЖК), свободные ЖК семян, ω -6 линолевая ЖК, ω -3 α -линоленовая ЖК, ω -6 γ -линоленовая ЖК, антиоксиданты.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках ФНТП развития генетических технологий на 2019 – 2027 гг., проект №075-15-2021-1050.

Цитирование. Илларионова К.В., Галаганов В.М., Шеленга Т.В., Григорьев С.В. Жирнокислотный состав масла и семян бамии (*Abelmoschus esculentus* Moench), выращенной в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах России // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 34-40. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.006.34-40

Поступила в редакцию: 05.05.2023

Принята к печати: 13.06.2023

Введение. Бамия (*Abelmoschus esculentus* Moench) культивируется как в тропической, так и в умеренной зонах, распространена в странах Средиземноморского бассейна, Америки [11] и Африки. Культура представляет интерес как источник растительного белка в условиях юго-востока Украины [3]. В Астраханской обл. России созревание семян наступает после 120 суток вегетации [2], которые могут использоваться для производства восточной сладости «бамия» [1].

В питательном отношении самой богатой частью бамии являются высушенные семена. Масло из семян бамии употребляется в пищу, а остаточ-

ная мука после экстракции масла богата белком. По данным исследователей, средние значения диапазона содержания (%) белка, жира, золы, клетчатки и сахара в семенах составило 42,14–38,10, 31,04–17,22, 4,06–3,42, 3,45–3,60 и 8,82–8,65 соответственно. Отмечено, что антиоксидантная активность семян значимо увеличивалась при температурной обработке семян (обжаривании). Усвояемость *in vitro* показала [4], что большая часть антиоксидантной активности была доступна в кишечной фазе желудочно-кишечного тракта. Ряд зарубежных исследователей отмечает, что семена бамии могут явиться источником белка,

жира и антиоксидантов [5]. Предварительная обработка замачиванием и бланшированием привела к повышению выхода белка. Антиоксидантная активность повышалась при замачивании семян. Семена также демонстрировали противовоспалительную, иммуномодулирующую, антибактериальную, противораковую, противодиабетическую и нейрофармакологическую активность. Кроме того, бамия обладает гиполипидемической, ингибирующей трипсин, гемагглютинирующей и антиадгезивной активностью. Плоды и семена хорошо переносятся при употреблении в пищу людьми и при скармливании животным [8].

Цель работы – изучение жирнокислотного состава масла и ряда биологически активных свободных жирных кислот семян бамии пищевого назначения использования, выращенных в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах России.

Материал и методы. Для изучения было использовано 4 оригинальных местных образца семян бамии (*Abelmoschus esculentus* Moench), выращенных в 2022 г. на юге России, таблица 1.

В Северо-Кавказском ФО семена были получены малым фермерским хозяйством в Республике

Дагестан в условиях переходного от умеренно-морского к субтропическому полусухому климата на луговых каштановых почвах при трех поливах напуском воды по бороздам. Средняя температура вегетационного периода составила +21,2°C, среднемесячное количество осадков – 31,0 мм. Средние температуры достигали своего максимума в августе (+23,7°C).

Эти же образцы были выращены в Астраханской обл. Южного ФО РФ в Лиманском районе Астраханской области на пойменных луговых почвах. Полив дождеванием проводился в объеме не более 3500 м³/га воды. Климат региона полусухой – характерный для физико-географической зоны полупустыни. Среднемесячная температура вегетационного периода составила +21,3°C, осадков – 22,3 мм. Средние температуры суток достигали максимума в июле – +32,7°C. Посев образцов бамии проводился вручную по гребням борозд в 3 декаде мая по схеме 90 x 20-1 (одно растение) на глубину 1,5-2 см. Образцы семян были собраны вручную в середине сентября, пассивно высушивались в течение двух месяцев в специально оборудованном сушильном помещении при температуре +20°C и относительной влажности воздуха 17-19%.

Таблица 1. Материал исследований. Образцы бамии *Abelmoschus esculentus* Moench – источники семян, 2022 г.

№	№ инт.	Название	Происхождение
1	642009	Местная	Дербентский р-н, Республика Дагестан
2	642010	Местная	Дербентский р-н, Республика Дагестан
3	642011	Местная	Лиманский р-н, Астраханская обл.
4	642012	Местная	Лиманский р-н, Астраханская обл.

Жирнокислотный состав ЖКС масла семян бамии изучали с помощью газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрией. Пробоподготовку проводили в соответствии с методиками (*Методы биохимического исследования растений (под ред. А. И. Ермакова). Л.: Колос, 1972. С. 216–218*).

Содержание свободных ЖК в семенах бамии определяли с использованием метаболомного подхода в изучении, согласно опубликованной методике [7]. Идентификацию метаболитов обрабатывали с помощью AMDIS (автоматическая система масс-спектральной идентификации). Количественный анализ профилей метаболитов проводили путем расчета площадей суммарных ионных пиков методом внутреннего стандарта с использованием программного обеспечения UniChrom и масс-спектральной библиотеки NIST версии 2.0. Относительное содержание биохимических компонентов выражается в ppm (мкг/г) в сухом веществе. Данные содержания ЖКС обрабатывали с использованием статистического пакета. Достоверные отличия средних показателей изученных признаков у образцов семян установлены при 95% уровне значимости с помощью однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение. Проведенный анализ жирнокислотного состава масла семян бамии всех указанных мест выращивания показал, что наибольшее содержание приходится на диненасыщенную ω6 линолевою, моновенасыщенную ω9 олеиновую и насыщенную пальмитиновую кислоты (35,14; 28,79 и 25,29% соответственно), табл. 2. Биологически активной с тремя двойными связями ω3 α-линоленовой кислоты в масле содержится 2,14%. Исследованиями установлено, что содержание суммы физиологически ценных ненасыщенных кислот масла составило 67,67%, что превышает в два раза сумму насыщенных ЖК. А сумма полиненасыщенных жирных кислот масла семян бамии с выраженной биологической активностью на уровне 37,31%.

Возделывание бамии в двух локациях юга России, различающихся по типу климата, влияет на формирование жирнокислотного состава масла семян. В случае континентального полусухого климата, в масле семян увеличивается доля насыщенных ЖК (рис. 1 А), снижается сумма ненасыщенных ЖК (рис.1 Г), незначительно снижается сумма полиненасыщенных (рис.1 В) и моновенасыщенных ЖК (рис. 1 Б), повышается содержание

лауриновой (рис.1 Д) и пальмитолеиновой ЖК (рис.1 Е). Очевидно, что климат места выращивания семян в Дагестане – переходный от умеренно-морского к субтропическому полусухому – может способствовать накоплению суммы ненасыщенных ЖК масла и незначительному увеличению

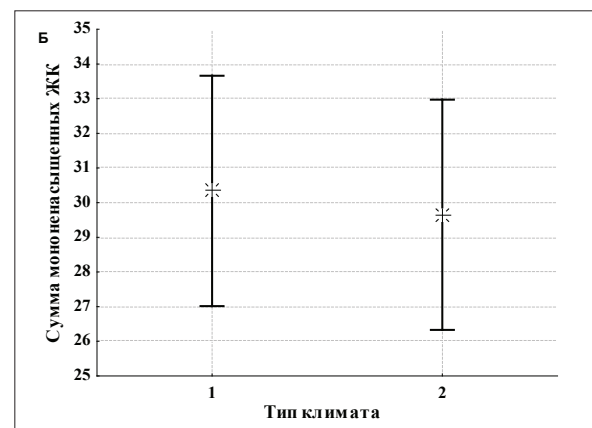
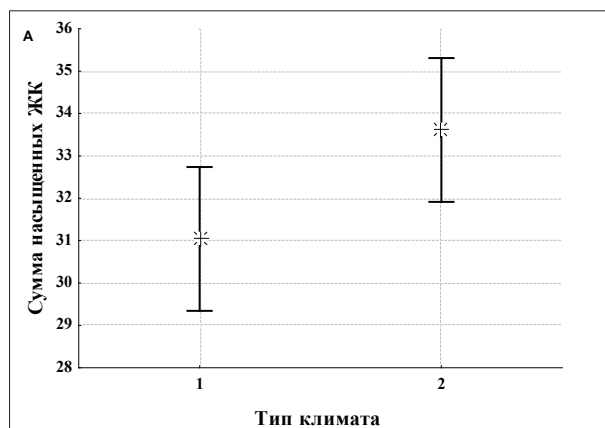
доли полиненасыщенных, что определяет повышенную биологическую ценность бамии.

Из литературных данных известно, что ненасыщенные ЖК обладают выраженным кардиопротекторным эффектом, являются предшественниками различных классов противовоспалительных эйкозаноидов [9; 12].

Таблица 2. Содержание жирных кислот (ЖК) в порядке убывания средних значений в масле исследованных образцов семян бамии (*Abelmoschus esculentus* Moench), %, Урожай 2022 г.

	Жирные кислоты	X	Min	Max	SD
1	Линолевая	35,14	21,76	40,88	4,09
2	Олеиновая	28,79	24,07	50,51	5,37
3	Пальмитиновая	25,29	17,92	29,85	2,63
4	Стеариновая	4,56	3,55	5,91	0,62
5	α -Линоленовая	2,14	0,83	7,38	1,23
6	Вакценовая	1,07	0,67	2,17	0,33
7	Монтановая	0,87	0,31	1,99	0,45
8	Арахидиновая	0,7	0,57	0,86	0,08
9	Бегеновая	0,5	0,18	4,4	0,84
10	Пальмитолеиновая	0,37	0,20	0,53	0,08
11	Лауриновая	0,17	0,12	0,24	0,04
12	Эйкозеновая	0,13	0,08	0,27	0,05
13	Лигноцериновая	0,11	0,04	0,25	0,05
14	Церотиновая	0,06	0,00	0,38	0,09
15	Маргаритиновая	0,04	0,01	0,14	0,04
16	Миристиновая	0,02	0,01	0,24	0,05
17	Эйкозодиеновая	0,02	0,00	0,42	0,09
Сумма насыщенных ЖК		32,33	25,27	37,47	3,07
Сумма моненасыщенных ЖК		29,99	25,68	51,86	5,44
Сумма полиненасыщенных ЖК		37,31	22,62	43,31	4,22
Сумма ненасыщенных ЖК		67,67	62,53	74,73	3,07

Примечание: X – среднее арифметическое; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; SD – стандартное отклонение.



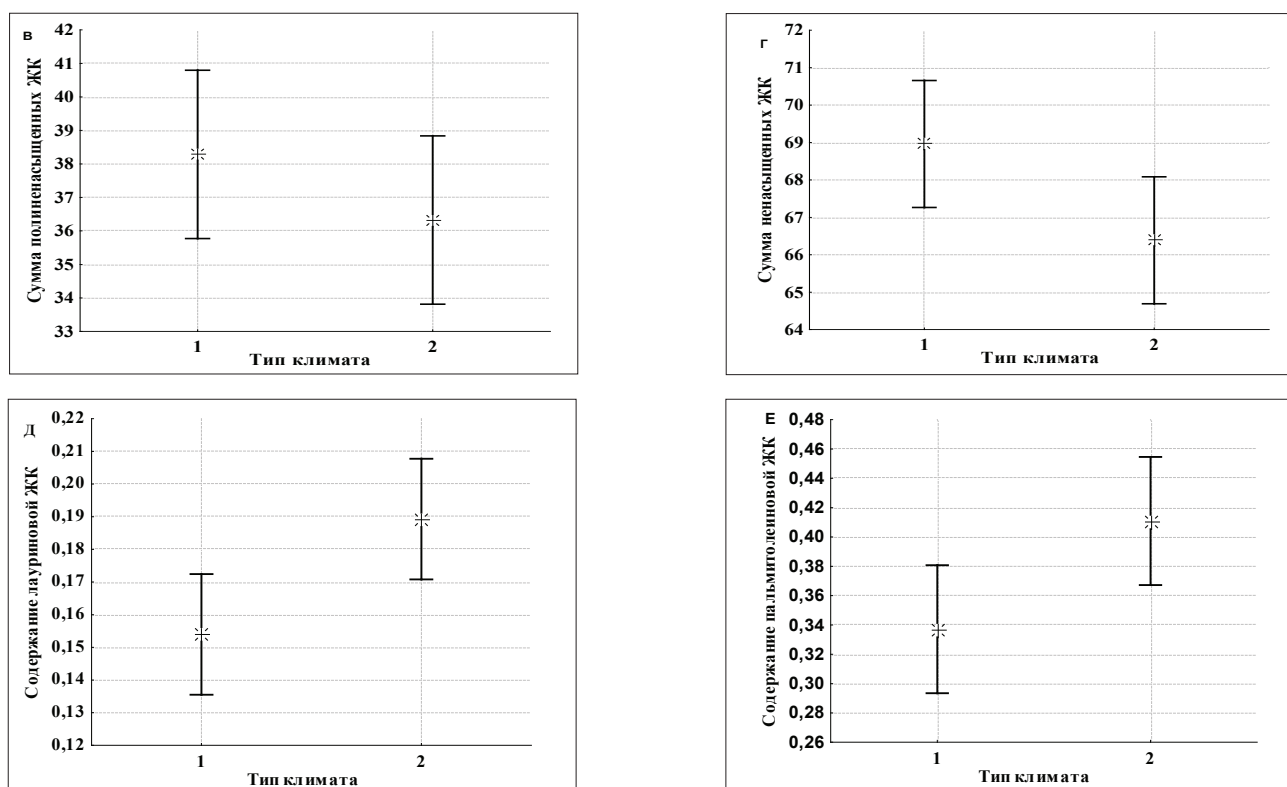


Рисунок 1. Влияние зоны выращивания растений бамии (*Abelmoschus esculentus* Moench) на содержание жирных кислот (ЖК) в масле семян. А – сумма насыщенных ЖК, Б – сумма мононенасыщенных ЖК, В – сумма полиненасыщенных ЖК, Г – сумма ненасыщенных ЖК, Д – сумма лауриновой ЖК, Е – сумма пальмитолеиновой ЖК. Тип климата Юга РФ: 1 – переходный от умеренно-морского к субтропическому полусухому, 2 – континентальный полусухой. Средние значения (%), $\pm 0,95$ SD, $p=0,04$

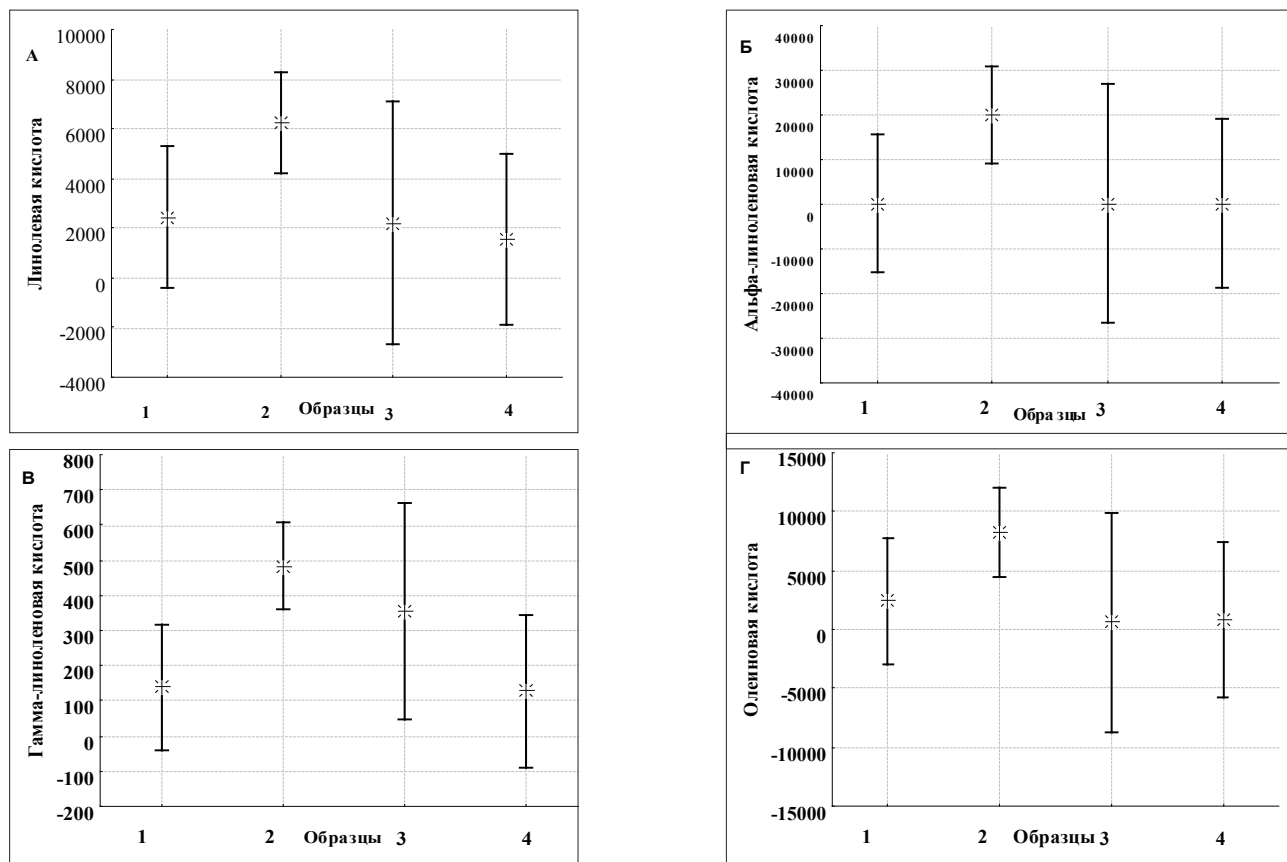


Рисунок 2. Содержание некоторых биологически активных свободных жирных кислот в семенах образцов бамии (*Abelmoschus esculentus* Moench), средние значения (ppm), $\pm 0,95$ SD, $p=0,04$. А – линолевая, Б – α -линоленовая, В – γ -линоленовая, Г – олеиновая ЖК

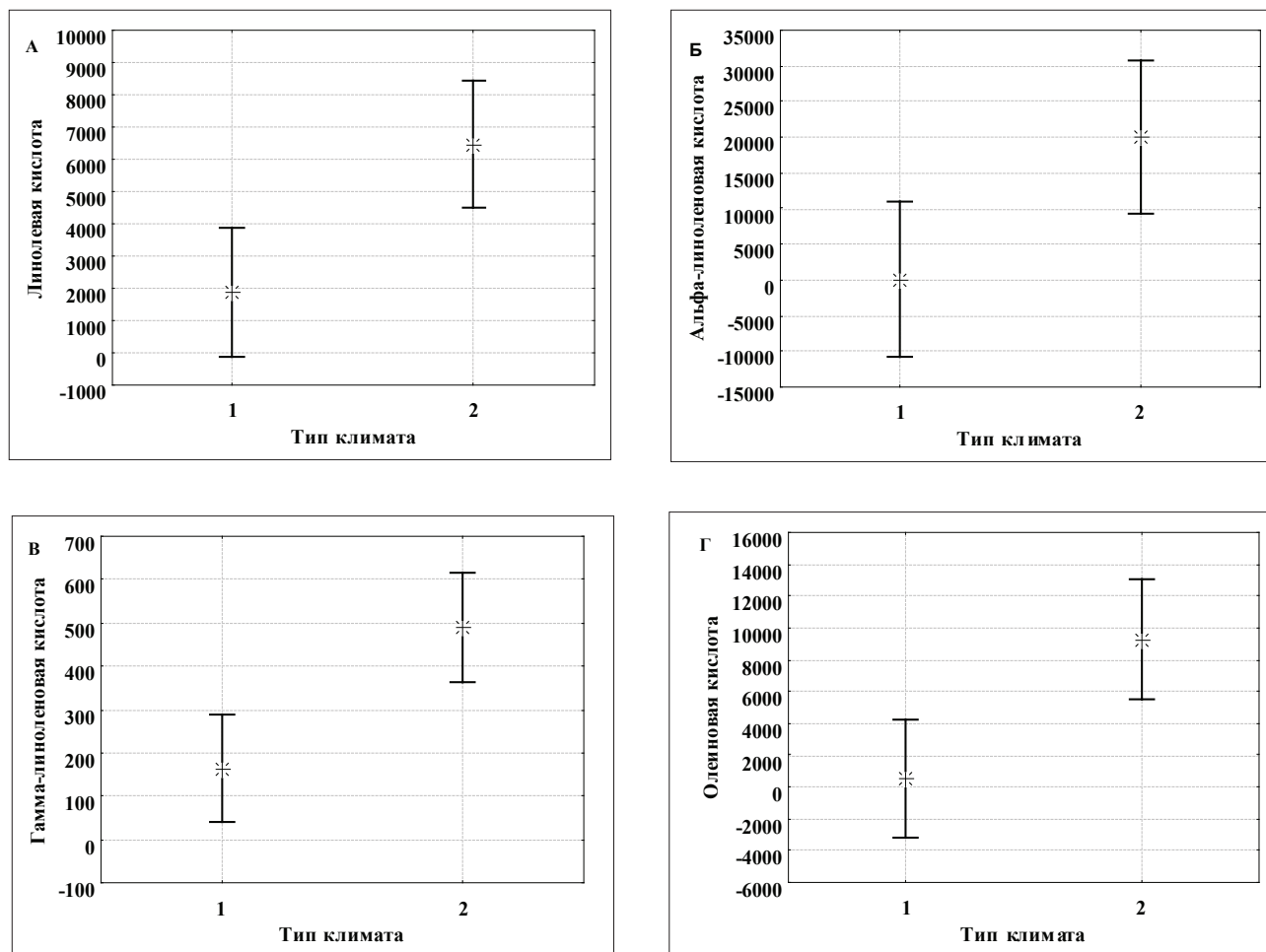


Рисунок 3. Влияние зоны выращивания растений бамии (*Abelmoschus esculentus* Moench) на содержание некоторых биологически активных свободных жирных кислот в семенах, средние значения (ppm), $\pm 0,95$ SD, $p=0,01$.

А – линолевая, Б – α -линоленовая, В – γ -линоленовая, Г – олеиновая.

Тип климата Юга РФ: 1 – переходный от умеренно-морского к субтропическому полусухому, 2 – континентальный полусухой

Методом анализа метаболомного профиля свободных жирных кислот семян бамии было установлено, что изученные образцы отличаются по содержанию ряда биологически активных ЖК, рисунок 2. Так, среди изученных образцов по содержанию диненасыщенной ω -6 линолевой ЖК (рисунок 2 А), содержанию ω -3 α -линоленовой ЖК (рисунок 2 Б), ω -6 γ -линоленовой (рисунок 2 В) и мононенасыщенной олеиновой ЖК (рисунок 2 Г) выделился образец 2.

Как показали проведенные нами исследования, тип климата локации, в котором были выращены образцы растений бамии, значимо влияет на содержание в семенах биологически активных ненасыщенных свободных ЖК. В данных условиях выбранного места выращивания семян с континентальным полусухим климатом юга России, в семенах бамии синтезировалось значимо больше ненасыщенных ЖК – линолевой, α -линоленовой, γ -линоленовой и олеиновой кислот, чем в точке с переходным от умеренно-морского к субтропическому полусухому, рисунок 3. Из опубликованных

данных литературы известно, что свободные жирные кислоты, присутствующие в пище, не только действуют как жизненно важные питательные вещества, но и функционируют как сигнальные молекулы и модулируют ключевые биологические функции благодаря их активному участию во множестве путей энергетического метаболизма у человека [6; 10].

Заключение. Проведенный анализ состава масла семян бамии, выращенной в двух локациях юга РФ показал, что значения сумм насыщенных, полиненасыщенных, ненасыщенных и мононенасыщенных кислот варьируют в пределах 7,1 %. Образцы разных регионов выращивая могут отличаться по содержанию отдельных жирных кислот. Масло семян, выращенных в Дагестане (локация с переходным от умеренно-морского к субтропическому полусухому климату), имеет повышенное содержание эйкозеновой, α -линоленовой и церотиновой жирных кислот. Масло семян из Астраханской обл. (локация с континентальным полусухим климатом) несет в себе больше

монтановой, лауриновой и пальмитолеиновой кислот. Вместе с тем подавляющую долю жирных кислот в масле семян бамии, выращенной на юге РФ, составляют линолевая, пальмитиновая и олеиновая. Показано, что климат влияет на содержание ряда свободных жирных кислот в составе семян бамии. В семенах, полученных в локациях с континентальным полусухим климатом юга России, синтезировалось значительно больше ненасыщенных ЖК – линолевой, α -линоленовой, γ -линоленовой и олеиновой кислот, чем в точке с переходным от умеренно-морского к субтропическому полусухому. Особенности жирнокислотного состава масла и семян бамии из регионов юга РФ предполагает возможность использования культуры в качестве сырья для биологически ценных, инновационных продуктов питания с учетом благоприятных климатических особенностей района выращивания. Выбор локальных условий выращивания может позволить получать сырье с определенным жирнокислотным составом, необходимым для производства инновационных продуктов питания с концептуальным качеством. Больше внимание следует уделить разработке технологий переработки сырья бамии и производству пищевых продуктов на его базе.

Литература:

1. Меликов А.Г. Разработка и исследование устройства для формования тестового полуфабриката восточной сладости бамия // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. № 1(343). С. 97–99.
2. Рыбашлыкова Л.П. Особенности прохождения этапов органогенеза *Hibiscus esculentus* L. при интродукции в полупустынной зоне Астраханской области // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 7. С. 45–46.
3. Третьякова Е.Ю. Экофизиологические и анатомо-морфологические особенности видов рода *Hibiscus* L. в связи с их интродукцией на юго-востоке Украины // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2015. № 1. С. 110–119.
4. Adelakun O.E., Oyelade O.J., Ade-Omowaye B.I., Adeyemi I.A., Van de Venter M. Chemical composition and the antioxidative properties of Nigerian Okra Seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) flour. Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association. 2009; 47(6): 1123–1126. DOI:10.1016/j.fct.2009.01.036
5. Adelakun O.E., Oyelade O.J., Ade-Omowaye B.I., Adeyemi I.A., Van de Venter M., Koekemoer T.C. Influence of pre-treatment on yield chemical and antioxidant properties of a Nigerian okra seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) flour. Food Chem Toxicol. 2009;47(3):657-661. DOI:10.1016/j.fct.2008.12.023
6. Al Mahri S., Malik S.S., Al Ibrahim M., Haji E., Dairi G., Mohammad S. Free fatty acid receptors (FFARs) in adipose: physiological role and therapeutic outlook. Cells. 2022;11(4): 750. DOI:10.3390/cells11040750
7. Grigorev S.V., Illarionova K.V., Konarev A.V., Shelenga T.V. Differences in metabolites of white and naturally colored cotton: implications for biofunctional and aseptic textiles. Journal of Natural Fibers. 2022; 19(13): 7060–7072. DOI: 10.1080/15440478.2021.1941490
8. Islam M.T. Phytochemical information and pharmacological activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*): a literature-based review. Phytotherapy Research. 2019;33(1):72–80. DOI:10.1002/ptr.6212
9. Kim K.B., Nam Y.A., Kim H.S., Hayes A.W., Lee B.M. α -Linolenic acid: nutraceutical, pharmacological and toxicological evaluation. Food Chem Toxicol. 2014; 70:163–178. DOI: 10.1016/j.fct.2014.05.009
10. Loona D.P.S., Das B., Kaur R., Kumar R., Yadav A.K. Free fatty acid receptors (FFARs): emerging therapeutic targets for the management of diabetes mellitus. Curr Med Chem. 2023; 30(30): 3404–3440. DOI:10.2174/0929867329666220927113614
11. Petropoulos S., Fernandes Â., Barros L., Ciric A., Sokovic M., Ferreira I.C.F.R. The chemical composition, nutritional value and antimicrobial properties of *Abelmoschus esculentus* seeds. Food Funct. 2017; 8(12): 4733–4743. DOI:10.1039/c7fo01446e
12. Russo G.L. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. Biochem Pharmacol. 2009;77(6):937-946. DOI: 10.1016/j.bcp.2008.10.020

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.006.34-40

Fatty Acid Composition of Oil and Seeds of Okra (*Abelmoschus esculentus* Moench) Grown in the North Caucasian and Southern Federal Districts of Russia

Ksenia V. Illarionova^{✉1}, e-mail: elkv@mail.ru, Ph.D. (Technical Sciences), ORCID: 0000-0002-2563-6094

Viktor M. Galaganov¹, ORCID: 0000-0001-9373-2005

Tatyana V. Shelenga², Ph.D. (Biological Sciences), ORCID: 0000-0003-3992-5353

Sergey V. Grigoriev², Ph.D. (Agricultural Sciences)

¹Peter the Great Polytechnic University, str. Polytechnicheskaya 29, St. Petersburg, Russia

²N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR), str. B.Morskaya 42,44, St. Petersburg, Russia

Abstract. Okra is a popular vegetable crop in a range of countries. The use of its seeds in Russia as a raw material has the prospect of obtaining a product with a complex of compounds effective in reducing cardiovascular diseases, cholesterol levels,

modulating a number of key biological functions of energy metabolism in humans. The purpose of this work is to study the composition of fatty acids (FA) of oil and seed samples of okra (*Abelmoschus esculentus*) grown in the conditions of the North Caucasian and

Southern Federal Districts of Russia. The novelty of the research is the obtained data on the composition of biologically active FAs of seeds and oil, the assessment of the influence of the climate of plant cultivation on these indicators. The LC profile was studied using gas-liquid chromatography with mass spectrometry on an Agilent 6850 chromatograph. The results were processed using UniChrom and AMDIS. It was found that the content of the total unsaturated acids of the oil was 67.67%, which is twice the amount of saturated fatty acids, and the amount of polyunsaturated fatty acids was at the level of 37.31%. Cultivation in conditions of a transitional climate from temperate maritime to subtropical semi-dry climate contributes to the accumulation of the amount of unsaturated FA oils and a slight increase in the proportion of biologically valuable polyunsaturated ones. In the case of a continental semi-arid climate, the proportion of saturated fatty acids in the seed oil increases, the amount of unsaturated fatty acids decreases, and the amount of polyunsaturated and monounsaturated fatty acids decreases slightly. In the growing location with the continental semi-arid climate of southern Russia, okra seeds synthesized more free unsaturated fatty acids - linoleic, α -linolenic, γ -linolenic and oleic acids than at the point with the transition from temperate marine to subtropical semi-dry. An accession of okra with a high content of unsaturated and polyunsaturated fatty acids with pronounced antioxidant properties has been suggested.

Keywords: okra, polyunsaturated fatty acids (FA), free FA, ω -6 linoleic FA, ω -3 α -linolenic FA, ω -6 γ -linolenic FA, antioxidants

Funding. The work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Federal Scientific and Technical Program for the development of genetic technologies for 2019–2027, project No. 075-15-2021-1050.

Citation. Illarionova K.V., Galaganov V.M., Shelenga T.V., Grigoriev S.V. Fatty Acid Composition of Oil and Seeds of Okra (*Abelmoschus esculentus* Moench) Grown in the North Caucasian and Southern Federal Districts of Russia. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 34-40. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.006.34-40

Received: 05.05.2023

Accepted: 13.06.2023

References:

- Melikov A.G. Development and research of a device for molding a test semi-finished product of eastern sweet "bamia". *Food technology*. 2015; 1(343): 97–99.
- Rybashlykova L.P. Features of stages of organogenesis of *Hibiscus esculentus* L. during introduction in the semi-desert zone of the Astrakhan Region. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2015; 7: 45-46.
- Tretyakova E.Yu. Ecophysiological and anatomical-morphological features of species of the genus *Hibiscus* L. in connection with their introduction in the south-east area of Ukraine. *Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2015; 1: 110-119.
- Adelakun O.E., Oyelade O.J., Ade-Omowaye B.I., Adeyemi I.A., Van de Venter M. Chemical composition and the antioxidative properties of Nigerian Okra Seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) flour. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*. 2009; 47(6): 1123-1126. DOI:10.1016/j.fct.2009.01.036
- Adelakun O.E., Oyelade O.J., Ade-Omowaye B.I., Adeyemi I.A., Van de Venter M., Koekemoer T.C. Influence of pre-treatment on yield chemical and antioxidant properties of a Nigerian okra seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) flour. *Food Chem Toxicol*. 2009; 47(3): 657-661. DOI:10.1016/j.fct.2008.12.023
- Al Mahri S., Malik S.S., Al Ibrahim M., Haji E., Dairi G., Mohammad S. Free fatty acid receptors (FFARs) in adipose: physiological role and therapeutic outlook. *Cells*. 2022; 11(4): 750. DOI:10.3390/cells11040750
- Grigorev S.V., Illarionova K.V., Konarev A.V., Shelenga T.V. Differences in metabolites of white and naturally colored cotton: implications for biofunctional and aseptic textiles. *Journal of Natural Fibers*. 2022; 19(13): 7060-7072. DOI: 10.1080/15440478.2021.1941490
- Islam M.T. Phytochemical information and pharmacological activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*): a literature-based review. *Phytotherapy Research*. 2019;33(1):72-80. DOI:10.1002/ptr.6212
- Kim K.B., Nam Y.A., Kim H.S., Hayes A.W., Lee B.M. α -Linolenic acid: nutraceutical, pharmacological and toxicological evaluation. *Food Chem Toxicol*. 2014; 70:163-178. DOI: 10.1016/j.fct.2014.05.009
- Loona D.P.S., Das B., Kaur R., Kumar R., Yadav A.K. Free fatty acid receptors (FFARs): emerging therapeutic targets for the management of diabetes mellitus. *Curr Med Chem*. 2023; 30(30): 3404-3440. DOI:10.2174/0929867329666220927113614
- Petropoulos S., Fernandes Â., Barros L., Ciric A., Sokovic M., Ferreira I.C.F.R. The chemical composition, nutritional value and antimicrobial properties of *Abelmoschus esculentus* seeds. *Food Funct*. 2017; 8(12): 4733-4743. DOI:10.1039/c7fo01446e
- Russo G.L. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochem Pharmacol*. 2009; 77(6): 937-946. DOI: 10.1016/j.bcp.2008.10.020

Авторский вклад. 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.

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

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агроресомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК: 630*160.2

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.007.41-45

Особенности предпосевной обработки семян гледичии обыкновенной для её питомниководства

Алия Шамильевна Хужахметова, к.с.-х.н., в.н.с., ORCID 0000-0001-5127-8844
Кристина Андреевна Мельник[✉], e-mail: melnik-k@vfanc.ru, м.н.с., ORCID 0000-0002-7103-6436
Анна Ивановна Передриенко, ORCID: 0000-0002-1717-1725 –

Лаборатория биоэкологии древесных растений

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

Аннотация. Основным способом размножения представителей рода *Gleditsia* L. является семенной способ. Ценные виды для защитных и озеленительных насаждений на территории Нижневолжского региона, в том числе, гледичия обыкновенная, ее бесколючковая форма, толерантны к температурным стресс-факторам в летний период, отличаются стабильным плодоношением. Цель исследований – выявить эффективные способы предпосевной подготовки семян гледичии обыкновенной. В лабораторных условиях установлена жизнеспособность семян при разных способах их подготовки. Рентгеновским методом выявлены особенности развития вредителя – жука-зерновки *Megabruchidius dorsalis*, а также выделена IV стадия личинки, на которой отмечается значительное повреждение эндосперма. *M. dorsalis* имеют чувствительность к низким температурам, поэтому семена следует хранить при минусовых температурах, таким образом прекращая развитие личинки. При химической (H_2SO_4) и термической (вода, 100°C) обработке всхожесть семян составляет от 85% до 98%. Получены данные о положительном эффекте дополнительной процедуры обработки семенного материала препаратом Имидор (АО «Щелково Агрохим»).

Ключевые слова: семена, *Gleditsia* L., жизнеспособность, всхожесть, способы предпосевной обработки, *Megabruchidius dorsalis*.

Финансирование. Исследования проведены в рамках выполнения ГЗ №FNFE-2021-0001 «Научные основы и технологии обогащения дендрофлоры лесомелиоративных комплексов хозяйственно ценными древесными и кустарниковыми растениями в целях предотвращения деградации и опустынивания территорий» (Регистрационный номер 121041200197-8), финансирование Министерства науки и высшего образования РФ.

Цитирование. Хужахметова А.Ш., Мельник К.А., Передриенко А.И. Особенности предпосевной обработки семян гледичии обыкновенной для её питомниководства // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 47-51. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.007.41-45

Поступила в редакцию: 05.04.2023

Принята к печати: 30.05.2023

Введение. Предпосевная подготовка семян играет одну из важных задач для семенного размножения деревьев рода *Gleditsia* L. [3; 4; 6]. Они имеют потенциальную устойчивость к вредителям, но всё же могут повреждаться насекомыми. Галлица гледичиевая листовая *Dasineura gleditchiae* (Cecidomyiidae Newman) и жук-зерновка *Megabruchidius dorsalis* (Crysolimidae Latreille) являются типичными вредителями *Gleditsia* L. [1,2]. Личинки *Dasineura gleditchiae* развиваются в листьях *Gleditsia* L., тем самым повреждая зеленую массу растения. В процессе развития личинка *M. dorsalis* повреждает большую часть семян, что делает невозможным дальнейшее прорастание семян *Gleditsia* L. Для уменьшения появления вредителей для данного семейства рекомендуют проводить ряд мероприятий, а именно опрыскивание инсектицидами до начала цветения, промораживание семенного материала (при минусовой температуре), обеззараживание хранилища семян [5; 7; 12].

Megabruchidius dorsalis – растительноядные

жуки, развивающиеся за счет ряда групп растений, но наиболее тесно связанные с бобовыми (*Leguminosae*), несколько видов специализировано на зонтичных, вьюнковых, ладанниковых, сложноцветных и парнолистниковых. *M. dorsalis* паразитирует на таких растениях, как *Amorpha fruticosa*, *Desmanthus virgatus*, *Errazurizia rotundata*, *Glycyrrhiza* L., *Lotus* L., *Parryella trifolia* [8; 10].

Megabruchidius dorsalis характеризуются как олигофаги, которые питаются в основном растениями из семейства *Fabaceae* и *Caesalpinaceae* [9;11].

Цель исследований – выявить эффективные способы предпосевной подготовки семян гледичии обыкновенной.

Материалы и методы исследования. Семенной материал заготовлен с деревьев *Gleditsia triacanthos* (ФНЦ Агроэкологии РАН, город Волгоград, кадастр. № 34:34:000000:122).

Предварительная подготовка семян включала рентгеновский контроль ПРДУ, который применяется во многих отраслях биологии и экологии и по-

зволяет получить актуальную информацию о внутреннем строении и наличие скрытых дефектов и повреждений изучаемых объектов. При контактной съемке предметный столик располагается непосредственно на приемнике изображения (ГОСТ Р 59603-2021). На его поверхность укладывается не более 6 рамок с семенами *Gleditsia triacanthos*. При проекционной съемке рамку с семенами располагают в центре предметного столика. Для обеспечения необходимого коэффициента увеличения изображения предметный столик располагают на соответствующем расстоянии от приемника изображения. Съемку семян проводят путем включения рентгеновской установки при соответствующих для данного вида семян режимах съемки. Полученные цифровые рентгеновские изображения сохраняют на жестком диске компьютера в формате *.BMP или *.TIFF.

Разрушение физиологического покоя семян происходило двумя способами:

1. Термический способ (ошпаривание) – семена *Gleditsia triacanthos* заливали кипятком на 5 минут

(6-и кратная повторность) и после оставляли в воде комнатной температуры на 10 часов для набухания.



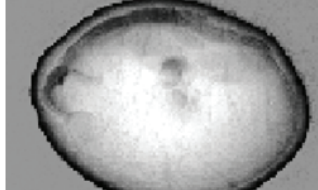
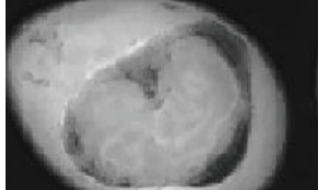

2. Химический способ (обработка кислотой) – семена *Gleditsia triacanthos* обрабатывали серной кислотой (H_2SO_4) на 120 минут. После обработки семена промывали водой и оставляли на 10 часов для набухания [6].

Для группы семян *Gleditsia triacanthos* во избежание появления вредителей использовали препарат Имидор (Щелково Агрохим, Россия) в качестве протравителя согласно инструкции по применению. Для древесных растений брали 0,1 л воды на 20 мл раствора.

Результаты исследований и их обсуждение.

При химической (H_2SO_4) и термической (вода, 100°C) обработке количество зараженных семян составило от 2,67% до 11,67 %. Предварительная оценка повторностей по цифровым рентгеновским изображениям выявила недостатки, скрытые дефекты семян (зараженность, травмированность) и повреждения жуком-зерновкой (табл. 1).

Таблица 1. Основные типы скрытых дефектов семян *Gleditsia triacanthos*

Характеристика	Фото-фиксация
Нормальное семя – полностью сформированное семя без дефектов: эндосперм, область зародыша и оболочки равномерно светлые, без нерегулярных затемнений.	
Поврежденность насекомыми – каналы, в виде темных пятен на светлом фоне неповрежденной ткани эндосперма.	
Травмированность – затемнения в области зародыша с контрастной границей с эндоспермом.	
Скрытая зараженность – внутри каналов видны светлые проекции личинок.	
Энзимо-микозное истощение (ЭМИС) – темные полосы различной ширины вдоль краев семени и сторон бороздки.	

Личинка *M. dorsalis* II стадии развития появляется уже внутри семени. Тело разнообразное, бело-желтого цвета. На теле есть редкие мелкие волоски, которые видны только при увеличении. Всё тело чётко разделено на сегменты. Грудь значительно шире брюшка. Голова маленькая и втянута в грудной отдел. При увеличении хорошо видны два маленьких глаза. Ротовой аппарат четко выделяется на голове и имеет коричневый цвет. У личинки есть три пары конечностей, они представлены небольшими заострёнными выростами [10; 11].

Длина тела взрослой особи составляет около 6,0 мм. При «повторном развитии» были отмечены жуки-зерновки с длиной тела до 3 мм. Личинки *Megabruchidius dorsalis* развиваются при эффективных температурах (от +5 °С) от IV стадии разви-

тия до взрослого насекомого при благоприятных условиях проходят около 3-4 суток. Насекомые выходят, когда им недостаточно корма. Тело жука-зерновки овальной формы. Всё покрыто мелкими волосками. Надкрылья пёстрые, преимущественно тёмного цвета. Покрытые коричневыми волосками с небольшими пятнами белых волосков. На нижнем крае переднеспинки есть большое белое пятно [12]. Щиток у *M. dorsalis* тоже белый, покрыт волосками, по форме напоминает овал.

При предпосевной обработке химическим и термическим способами личинка погибает, а жизнеспособность семян сохраняется, так как вредитель не успевает значительно повредить эндосперм. Личинки III и IV стадии практически не отличаются друг от друга внешне. Эти личинки похожи на II стадию, но крупнее (рис. 1).

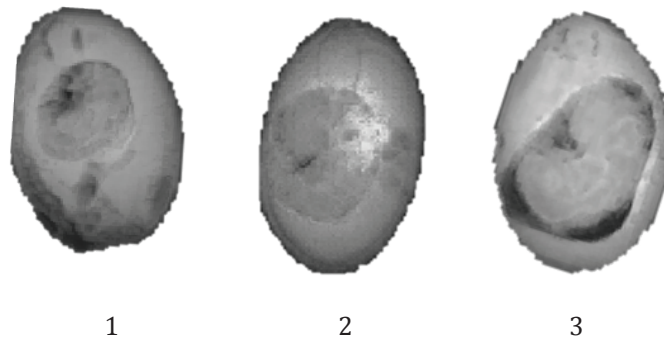
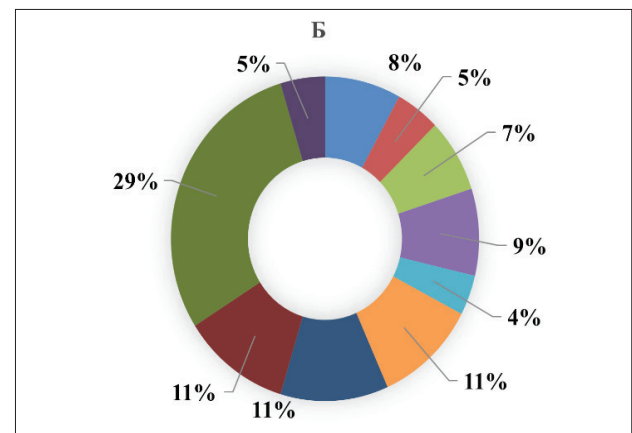
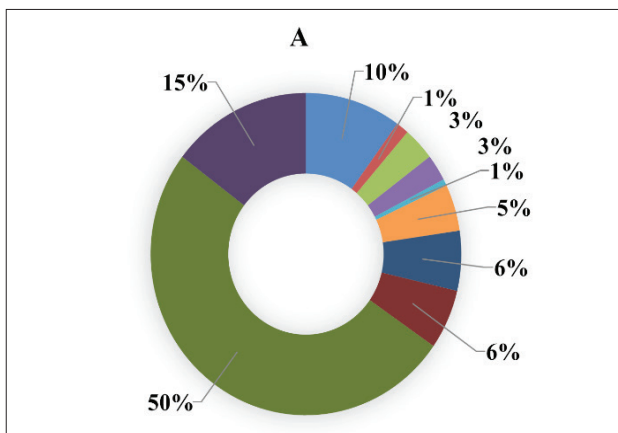


Рисунок 1. Стадии формирования личинки *M. dorsalis* в семенах *G. triacanthos* (1 – II стадия, 2 – III стадия, 3 – IV стадия развития)

Многочисленное ошпаривание семян *Gleditsia triacanthos* показало, что семена, обработанные протравителем, имеют меньшее процентное ко-

личество не набухших семян в 3,5 раза, чем семена без обработки (рис. 2).



- процент набухших семян за один раз ошпаривания
- процент набухших семян за два раза ошпаривания
- процент набухших семян за третий раз ошпаривания
- процент набухших семян за четвертый раз ошпаривания
- процент набухших семян за пятый раз ошпаривания

- процент набухших семян за шестой раз ошпаривания
- процент набухших семян за седьмой раз ошпаривания
- процент набухших семян за восьмой раз ошпаривания
- процент набухших семян за 10 ч в воде после ошпаривания
- процент не набухших семян

Рисунок 2. Результаты ошпаривания семян *Gleditsia triacanthos* (А – семена, не обработанные протравителем, Б – семена, обработанные протравителем)

Обработка серной кислотой семян *Gleditsia triacanthos* показала, что при использовании концентрации 95,72% процент набухших семян составляет от 95. Дополнительная обработка семян *Gleditsia triacanthos* протравителем показала несущественное увеличение (на 2,67 %) набухших семян в этом варианте (табл. 2).

Таблица 2. Влияние серной кислоты на семена *Gleditsia triacanthos*

Вариант	Процент набухших семян
Семена, не обработанные протравителем	96,00 ±1,94
Семена, обработанные протравителем	98,67 ±1,83

Обработка серной кислотой и кипятком необработанных семян *Gleditsia triacanthos* показала, что серная кислота разрушает физиологическую оболочку покоя семян, а также разъедает вредителя (IV стадия личинки), если он там находится. При ошпаривании поврежденные семена вредителями (IV стадии личинки) раздуваются.

Заключение. В ходе предварительного контроля семян перед обработкой был установлен жизненный цикл *Megabruchidius dorsalis* в лабораторных условиях, проведено описание внешнего вида имаго. *M. dorsalis* имеют чувствительность к низким температурам, поэтому семена следует хранить при минусовых температурах, таким образом прекращая развитие личинки.

Предварительная обработка препаратом Иmidор (Щелково Агрохим, Россия) улучшила репродуктивные качества семян на 2,67 % при химическом способе. Необработанные семена при термическом способе имели большее количество не набухших семян, чем семена с обработкой – на 10 %.

Семена, не обработанные протравителем, при термическом способе имели большее количество не набухших семян, чем семена с обработкой – на 10 %.

Обработка зараженных семян *Gleditsia triacanthos* химическим и термическим способами привела к гибели насекомых на IV стадии развития личинки, однако семена не способны к прорастанию. Личинки на II стадии развития не успевают значительно повредить эндосперм и при гибели насекомого у семени сохраняется жизнеспособность.

Литература:

1. Балакина А. А., Нефедьева Е. Э., Ларикина Ю. С. Исследование строения и состава семенной оболочки гледичии и некоторых изменений в ее структуре при набухании // Аграрный вестник Урала. 2021. №3 (206). С. 46-52. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-206-03-46-52

2. Белицкая М. Н. Инвазивные вредители древесных растений семейства *Fabaceae* в насаждениях Нижневолжского региона // Научно-агрономический журнал. 2019. № 3(106). С. 19-23. DOI 10.34736/FNC.2019.106.3.006

3. Закирова Р.П., Асатова С.С., Сафарова Н.Р., Ташпулатова Ф.Ш. Изучение ростостимулирующей активности полисахаридов растений *Gleditsia triacanthos*, *Crotalaria alata* и *Crotalaria sp.* // Аграрная наука. 2020. №1. С. 52-55. DOI 10.32634/0869-8155-2020-334-1-52-55

4. Мельник К.А., Хужахметова А.Ш. Особенности плодородия интродуцированных представителей родового комплекса *Gleditsia* в возрастном аспекте // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4(68). С. 184-193. DOI 10.32786/2071-9485-2022-04-21. – EDN YWSHZO

5. Никулина Т.В., Мартынов В.В. Современное распространение и особенности биологии жука-зерновки *Megabruchidius dorsalis* (Fähræus 1839) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) в восточном Причерноморье // Зоологический журнал. 2022. Т. 101. № 4. С. 424-438. DOI: 10.31857/S0044513422040080

6. Семенютина А.В., Мельник К.А. Генеративные и репродуктивные качества у таксонов рода *Gleditsia* в засушливых условиях // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2021. Т. 11. № 1. С. 88-102. DOI 10.25726/r1830-4544-9621-0

7. Темрешев И.И., Валиева Б.Г. *Megabruchidius dorsalis* Fähræus, 1839 - инвазивный вид в фауне зерновок (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) Казахстана // Евразийский энтомологический журнал. 2016. Т. 15. № 2. С. 139-142.

8. Chen S-Y, Zhao R-N, Li Y, Li H-P, Xie M-H, Liu J-F, Yang M-F and Wu. Cold tolerance strategy and cryoprotectants of *Megabruchidius dorsalis* in different temperature and time stresses. *Sec. Invertebrate Physiology*. 2023. № 13. С. 1-11. DOI 10.3389/fphys.2022.1118955

9. Chen S., Xu F., Wang X. Ultrastructure of the sensilla on the antennae and mouthparts of bean weevils, *megabruchidius dorsalis* (Coleoptera: Bruchinae). *Insects*. 2021. Vol. 12. №12. DOI 10.3390/insects12121112

10. György Z., Tuda M. Host-plant range expansion to *Gymnocladus dioica* by an introduced seed predatory beetle *Megabruchidius dorsalis*. *Entomological Science*. 2020. Vol. 23. No. 1. pp. 28-32. DOI 10.1111/ens.12393

11. Horvat E., Sajna N. First record of the Asian seed beetle *Megabruchidius dorsalis* (Fähræus, 1839) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in Croatia. *BioInvasions Records*. 2021. № 10(2). pp. 477-482. DOI 10.3391/bir.2021.10.2.25

12. Lezhenina I., Vasylijeva Yu.V. *Megabruchidius dorsalis* (Fähræus, 1839) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) is a new adventive species in the Kharkiv Region (Ukraine). *The Kharkov Entomological Society Gazette*. 2018. Т. 26. № 2. С. 15-18. DOI 10.36016/khesg-2018-26-2-3

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.007.41-45

Features of *Gledichia Vulgaris* Seeds Pre-Sowing Treatment for Nursery

Aliya Sh. Khuzhakhmetova, Cand. Sci. (Agr), ORCID 0000-0001-5127-8844

Kristina A. Mel'nik[✉], e-mail: melnik-k@vfanc.ru, Junior Researcher, ORCID 0000-0002-7103-6436

Anna I. Peredrienko, ORCID: 0000-0002-1717-1725

Laboratory of woody plants bioecology, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FSC of agroecology RAS), info@vfanc.ru, 400062, prospect Universitetskij, 97, Volgograd, Russia

Abstract. The main *Gleditsia* L. genus representatives reproduction method is a seed method. Valuable species for protective and landscaping plantings in the territory of the Lower Volga region, including *Gledichia vulgaris*, its pricklyless form, tolerant to temperature stress factors in the summer, characterized by stable fruiting. The purpose of the research is to identify effective ways of *Gledichia vulgaris* seeds pre-sowing preparation. The seeds viability changes with different methods of their preparation has been established in laboratory conditions. The X-ray method revealed the development features of the pest - the grain beetle *Megabruchidius dorsalis*, and also identified the IV stage of the larva, at which there is significant damage to the endosperm. *M. dorsalis* are sensitive to low temperatures, so the seeds should be stored at subzero temperatures, thus stopping the larva development. With chemical (H₂SO₄) and thermal (water, 100°C) treatment, seed germination ranges from 85% to 98%. Data were obtained on the positive effect of an additional procedure for processing seed material with Imidor (“Shchelkovo Agrochem”).

Keywords: seeds, *Gleditsia* L., viability, germination rate, pre-sowing treatment methods, *Megabruchidius dorsalis*

Funding. The research was carried out within the framework of the State Task No.FNFE-2021-0001 «Scientific foundations and technologies for enriching the dendroflora of forest reclamation complexes with economically valuable woody and shrubby plants in order to prevent degradation and desertification of territories» (Registration number 121041200197-8) implementation, funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

Citation. Khuzhakhmetova A.Sh., Mel'nik K.A., Peredrienko A.I. Features of *Gledichia Vulgaris* Seeds Pre-Sowing Treatment for Nursery. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 41-45. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.007.41-45

Received: 05.04.2023

Accepted: 30.05.2023

References:

1. Balakina A.A., Nefed'eva E.E., Larikova Yu. S. *Issledovanie stroeniya i sostava semenoj obolochki gledichii i nekotorykh izmenenij v ee strukture pri nabukhanii* [Investigation of the structure and composition of the gledichia seed coat and some changes in its structure during swelling]. *Agrarny vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2021; 3(206): 46-52. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-206-03-46-52
2. Belitskaya M. N. *Invazivnye vrediteli drevesnykh rastenij semejstva Fabaceae v nasazhdeniyakh Nizhnevolzhskogo regiona* [Invasive pests of the *Fabaceae* family woody plants in the Lower Volga region plantings]. *Scientific Agronomy Journal*. 2019; 3(106): 19-23. DOI 10.34736/FNC.2019.106.3.006

3. Zakirova R.P., Asatova S.S., Safarova N.R., Tashpulatova F.Sh. *Izuchenie rostostimuliruyushchej aktivnosti poliskharidov rastenij Gleditsia triacanthos, Crotalaria alata i Crotalaria sp.* [Study of polysaccharide growth-stimulating activity of *Gleditsia triacanthos*, *Crotalaria alata* and *Crotalaria sp. plants.*] *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science]. 2020; 1: 52-55. DOI 10.32634/0869-8155-2020-334-1-52-55

4. Mel'nik K.A., Khuzhakhmetova A.Sh. *Osobennosti plodonosheniya introdutsirovannykh predstavitelej rodovogo kompleksa Gleditsia v vozrastnom aspekte* [Fruiting features of introduced representatives of the *Gleditsia* generic complex in the age aspect]. *Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversitetskiy Complex: Science and Higher Professional Education*. 2022; 4(68): 184-193. DOI 10.32786/2071-9485-2022-04-21. – EDN YWSHZO

5. Nikulina T.V., Martynov V.V. *Sovremennoerasprostranenie i osobennosti biologii zhuka-zernovki Megabruchidius dorsalis (Fåhraeus 1839) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) v vostochnom Prichernomor'e* [Contemporary distribution and biological features of the grain beetle *Megabruchidius dorsalis* (Fåhraeus 1839) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in the Eastern Near-Black Sea region]. *Zoologicheskij zhurnal* [Zoological Journal]. 2022; 101(4): 424-438. DOI: 10.31857/S0044513422040080

6. Semenyutina A.V., Mel'nik K.A. *Generativnyye i reproduktivnyye kachestva u taksonov roda Gleditsia v zasushlivykh usloviyakh* [Generative and reproductive properties in taxa of the genus *Gleditsia* in arid conditions]. *Nauka. Mysl'* [Nauka. Thought]: electronic periodical. 2021; 1(11): 88-102. DOI 10.25726/r1830-4544-9621-o

7. Temreshev I.I., Valieva B.G. *Megabruchidius dorsalis Fahreus, 1839 – invazivnyj vid v faune zernovok (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) Kazakhstana* [*Megabruchidius dorsalis* Fahreus, 1839 is an invasive species in the Kazakhstan grain beetles (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) fauna]. *Evrasijskij entomologicheskij zhurnal* [Eurasian Entomological Journal]. 2016; 2(15): 139-142.

8. Chen S-Y, Zhao R-N, Li Y, Li H-P, Xie M-H, Liu J-F, Yang M-F and Wu. Cold tolerance strategy and cryoprotectants of *Megabruchidius dorsalis* in different temperature and time stresses. *Sec. Invertebrate Physiology*. 2023; 13: 1-11. DOI 10.3389/fphys.2022.1118955

9. Chen S., Xu F., Wang X. Ultrastructure of the sensilla on the antennae and mouthparts of bean weevils, *megabruchidius dorsalis* (Coleoptera: Bruchinae). *Insects*. 2021; 12(12). DOI 10.3390/insects12121112

10. György Z., Tuda M. Host-plant range expansion to *Gymnocladus dioica* by an introduced seed predatory beetle *Megabruchidius dorsalis*. *Entomological Science*. 2020; 1(23): 28-32. DOI 10.1111/ens.12393

11. Horvat E., Sajna N. First record of the Asian seed beetle *Megabruchidius dorsalis* (Fåhræus, 1839) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in Croatia. *BioInvasions Records*. 2021; 10(2): 477-482. DOI 10.3391/bir.2021.10.2.25

12. Lezhnenina I., Vasylieva Yu.V. *Megabruchidius dorsalis* (Fåhræus, 1839) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) is a new adventive species in the Kharkiv Region (Ukraine). *The Kharkov Entomological Society Gazette*. 2018; 26(2): 15-18. DOI 10.36016/khesg-2018-26-2-3

Авторский вклад. 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.

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

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агроресомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 630*181.351

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.008.46-50

Влияние экологической обстановки на семенную продуктивность *Pinus Sylvestris* L. в степной зоне Центрально-Черноземного района России

Алина Петровна Дегтярева✉, e-mail: ali.serdyukova@yandex.ru, м.н.с., ORCID 0000-0001-9583-2368
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, e-mail: ilgis@lesgen.vrn.ru, ул. Ломоносова, д.105, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена высокими темпами ухудшения экологической ситуации в Центрально-Черноземном районе и потеплением климата в степной лесорастительной зоне региона. Кумулятивное воздействие данных факторов оказывает негативное влияние на состояние основной лесообразующей породы – сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), выполняющей средообразующую, полезащитную, противозероэрозийную и оздоровительную функции. Целью исследования являлся анализ семенной продуктивности сосны под воздействием негативных факторов окружающей среды. Объектом исследования стало насаждение сосны обыкновенной, произрастающее на территории Кантемировского лесничества в черте посёлка Кантемировка. Насаждение находится в неблагоприятной экологической среде в окружении автодороги, сельскохозяйственных полей, электросетей и испытывает высокую рекреационную нагрузку. Сбор данных осуществлялся в разные по климатическим условиям годы: 2017 – оптимальный, 2019 – засушливый, 2020 и 2021 гг. – относительно в соответствии с региональной нормой. Показатели семенной продуктивности оценивали по следующим признакам: полнозернистость семян, число семян на шишку, гибель оплодотворённых семян, число пустых семян на шишку. По результатам исследования установлено, что, начиная с 2019 г., когда в регионе отмечалась ранняя засуха, биопродуктивность шишек в насаждении начала снижаться. Уровень полнозернистости семян снизился с 66,5% (в оптимальном 2017 г.) до 15,7% (2021 г.), увеличилась гибель оплодотворённых семян с 76,4% (2017 г.) до 931,3% (2021). Из-за наложения двух негативных факторов – неблагоприятной экологической среды и потепления климата – ежегодно снижаются все изученные показатели биопродуктивности шишек сосны обыкновенной.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, сосна обыкновенная, семенная продуктивность, полнозернистость, гибель оплодотворённых семян

Цитирование. Дегтярева А.П. Влияние экологической обстановки на семенную продуктивность *Pinus Sylvestris* L. в степной зоне Центрально-Черноземного района России // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 46-50. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.008.46-50

Поступила в редакцию: 12.04.2023

Принята к печати: 26.05.2023

Введение. Проблема экологического состояния природной среды в настоящее время является актуальной для большинства городов и стран мира. Глобальные проблемы экологического характера связаны с антропогенным воздействием на природу, что влечёт за собой изменение климата, истощение озонового слоя атмосферы, деградацию лесов, опустынивание, загрязнение атмосферы, гидросферы и почвы. Экономическое развитие человечества неразрывно связано с повышением уровня антропогенной нагрузки на биосферу. Для урбанизированных территорий характерна деградация природной среды.

В последние годы повсеместно отмечается потепление климата [14]. Данный факт учёные связывают с изменением состава атмосферы под воздействием хозяйственной деятельности человека. На фоне глобального потепления формируются экстремальные условия для развития лесной растительности. Такие газы как диоксид углерода, метан, оксид азота, озон способствуют развитию парникового эффекта техногенного

происхождения [1; 13].

Центрально-Чернозёмный район (ЦЧР) является активно развивающимся промышленным регионом, играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности России. Здесь на состояние природной среды оказывают влияние предприятия агропромышленного комплекса, черная металлургия, химическая промышленность, машиностроение, пищевая промышленность. Экологическую ситуацию в ЦЧР можно назвать крайне сложной не только из-за нарастающего влияния промышленности на природную среду, но и усиливающейся в последние десятилетия засушливости климата данного региона. Лесные экосистемы способны оказать благоприятное воздействие на состояние природной среды, сохранить водные и почвенные ресурсы. Повышение лесистости региона позволит создать благоприятный экологический каркас устойчивого природопользования [6].

Сосна обыкновенная занимает обширную территорию, является одной из основных лесообразующих пород страны, имеет большую хозяй-

ственную ценность [9]. В Воронежской области сосновые леса, расположенные на землях лесного фонда, занимают 86,7 тыс. га общей площади, покрытой лесной растительностью. Это означает, что на долю сосновых лесов приходится 25,1% от всех лесообразующих пород Воронежской области [12].

Неблагоприятные факторы окружающей среды способны оказывать негативное воздействие на состояние женской репродуктивной сферы сосны обыкновенной. К неблагоприятным факторам можно отнести загрязнение природной среды техногенными выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, повышение температуры окружающей среды, снижение количества осадков в чувствительный период эмбриогенеза сосны обыкновенной, формирование атмосферных и почвенных засух. Вследствие чего происходит накопление тяжелых металлов в хвое и древесине сосны, что наряду с воздействием высоких температур препятствует нормальному прохождению физиолого-биохимических процессов в растениях.

Известно, что с ухудшением условий среды происходит снижение жизненного состояния насаждения, снижается интенсивность репродуктивного процесса: уменьшается выход из шишек полных семян, происходит снижение их жизнеспособности. Особенностью репродуктивного цикла сосны является его большая продолжительность, по сравнению с другими видами хвойных, что обуславливает негативное проявление воздействия окружающей среды на любые стадии этого цикла [3; 5].

Изучение особенностей состояния генеративной сферы сосны под воздействием неблагоприятной природно-климатической среды важно для понимания способов и механизмов адаптации вида к современным лесорастительным условиям.

Целью работы является оценка семенной продуктивности *Pinus Sylvestris* L. под воздействием негативных факторов окружающей среды.

Материалы и методика исследования. Исследования проводили в насаждении сосны обыкновенной на юге Воронежской области (степная лесорастительная зона) на территории питомника Кантемировского лесничества, в черте пос. Кантемировка (географические координаты 49.680931, 39.855078). Через данный участок проходят высоковольтные линии электропередач, насаждение граничит с автодорогой, сельскохозяйственными полями и районными электросетями, испытывает высокую рекреационную нагрузку. Данные факторы обеспечивают относительно неблагоприятную экологическую обстановку места произрастания сосны обыкновенной. По данным Кантемировского лесничества насаждение заложено в 1999 г. однолетними сеянцами сосны обыкновенной, почвы представлены черноземами обыкновенными маломощными слабосмытыми тяжелосуглинистыми.

Сбор растительных материалов для исследований проводился на популяционной выборке из

30 случайно отобранных деревьев. Объем пробы с каждого дерева составил 10-15 шишек. Каждая шишка помещалась в индивидуальную ячейку, высушивалась при комнатной температуре для дальнейшего извлечения семян и анализа параметров семенной продуктивности. Образцы отбирали в 2017, 2019, 2020 и 2021 гг.

Семенную продуктивность сосны оценивали по четырём признакам: полнозернистость семян, общее число семян в шишке, гибель оплодотворённых семяпочек, число пустых семян в шишке. Полнозернистость вычисляли как отношение числа полных семян к общему их числу [8]. Гибель оплодотворённых семяпочек вычисляли как отношение числа пустых семян к числу полных [4; 2].

Статистическая обработка данных выполнена с помощью пакета программного обеспечения MS Excel-2013.

Результаты и их обсуждение. Изучаемая территория южной части Воронежской области относится к степной лесорастительной зоне, что обуславливает более сухой и засушливый климат региона исследования [7]. Внешние факторы стресса, такие как температура, влажность и неблагоприятные экологические условия местности, накладываясь друг на друга, могут оказывать негативное влияние на развитие генеративной сферы сосновых насаждений [4]. Ранее в наших исследованиях установлено, что за исследуемый период 2017-2021 гг., наиболее оптимальными климатическими условиями весенне-летнего сезона отличался 2017 г., а наиболее засушливыми – 2019 г., когда превышение температуры в июне достигало +7,6°C, а осадки полностью отсутствовали на протяжении 7 недель [10]. В 2020 и 2021 гг. также присутствовали те или иные незначительные климатические отклонения, однако в целом погода соответствовала норме.

Анализ средних показателей признаков семенной продуктивности объекта по годам (таблица) показал, что самые высокие значения по количеству семян в шишке наблюдались в 2020 г.: 25,9 шт. Самый высокий уровень полнозернистости семян за период исследований отмечен в 2017 г.: 65,4%. Минимальное число пустых семян на шишку наблюдалось в том же урожайном 2017 г.: 5,1 шт. Самый низкий уровень гибели оплодотворённых семяпочек у изучаемого насаждения сосны отмечен также в 2017 г. (76,4%). Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшая продуктивность в насаждении была зафиксирована в относительно оптимальном по погодным условиям 2017 г.

Также в 2020 г. отмечалось максимальное число пустых семян на шишку: 21,7 шт. Минимальные показатели по общему числу семян в шишке зафиксированы в 2017 г.: 14,2 шт.

В изучаемом насаждении, произрастающем под воздействием антропогенной нагрузки, после 2017 г. происходит ежегодная редукция урожайности сосны.

Таблица. Статистические показатели семенной продуктивности исследуемого насаждения *Pinus Sylvestris* L. в 2017-2021г

Признак	X±Sx	Min	Max	R	Cv, %
2017					
Полнозернистость, %	65,4±3,7	20,2	94,7	74,5	31
Общее число семян в шишке, штук	14,2±1,2	4,2	30,1	25,9	45
Гибель оплодотворённых семяпочек, %	76,4±16,2	5,5	395,8	390,3	117
Число пустых семян в шишке, штук	5,1±0,7	0,5	14,6	14,1	68
2019					
Полнозернистость, %	40±3,1	13,1	73,9	60,8	42
Общее число семян в шишке, штук	18,1±1,5	5,8	35,8	30	45
Гибель оплодотворённых семяпочек, %	206,9±28,2	35,3	663,8	628,5	75
Число пустых семян в шишке, штук	10,7±1,0	3,8	22,8	19	53
2020					
Полнозернистость, %	16,2±1,7	3,5	42,1	38,6	59
Общее число семян в шишке, штук	25,9±1,7	10,7	49,3	38,6	35
Гибель оплодотворённых семяпочек, %	776±110,2	137,5	2736,4	2598,9	78
Число пустых семян в шишке, штук	21,7±1,4	6,6	38,1	31,5	35
2021					
Полнозернистость, %	15,7±1,9	1,7	57,6	55,9	68
Общее число семян в шишке, штук	14,9±1,0	3,3	29,5	26,2	36
Гибель оплодотворённых семяпочек, %	931,3±189	73,7	5633	5559,3	111
Число пустых семян в шишке, штук	12,7±0,9	2,8	26,1	23,3	40

*Примечание: X±Sx – среднее арифметическое ± стандартная ошибка; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; R – размах признака; Cv – коэффициент вариации.

На рисунке показана погодичная динамика снижения изученных параметров. Так, уровень полнозернистости семян снизился с 66,5% до 15,7%, а гибель оплодотворённых семяпочек увеличилась с 76,4% до 931,3%, соответственно в 2017 и 2021 гг. По-видимому, такая деградация семенной продуктивности в насаждении связана с потеплением регионального климата и с ежегодным нако-

плением токсических веществ, препятствующих нормальному функционированию растительного организма [11; 15]. Небольшой подъём общего числа семян в шишке в 2020 г. сопровождался ростом числа пустых семян и снижением полнозернистости, что означает увеличение общего количества семян за счёт пустых.

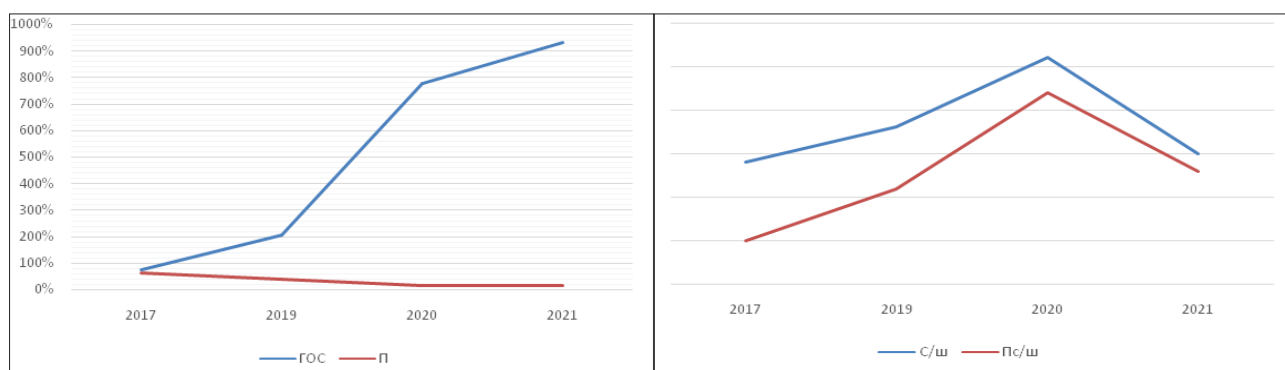


Рисунок. Изменение показателей продуктивности сосны обыкновенной в 2017-2021 гг, где ГОС – гибель оплодотворённых семяпочек, %; П – полнозернистость семян, %; С/ш – число семян в шишке, штук; Пс/ш – число пустых семян в шишке, штук

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о том, что изученное насаждение сосны обыкновенной, произрастающее на урбанизиро-

ванной территории, находится под воздействием двух факторов – давлением неблагоприятной экологической обстановки и гидротермического

стресса степного района ЦЧР. Эти факторы оказывают сильное влияние на биопродуктивность шишек. Известно, что экологические факторы могут негативно влиять на качество пыльцы, снижая её оплодотворяющую способность, приводят к увеличению частоты хромосомных мутаций, снижению жизнеспособности семян. За время проведения исследований с 2017 по 2021 гг. полнотернистость в изучаемом насаждении снизилась в 4 раза, число пустых семян в шишках возросло в 2,5 раза, а гибель оплодотворенных семяпочек увеличилась в 12 раз. При этом погодные условия в одни годы (2019 г.) характеризовались как засушливые, а в другие были близки к региональной норме. Тем не менее снижение семенной продуктивности ежегодно прогрессирует. Таким образом, можно сделать вывод, что такие резкие изменения продуктивности сосны обыкновенной связаны с кумулятивным действием негативных факторов природной среды: неблагоприятной экологии местности и климата степной лесорастительной зоны с периодически повторяющимися засухами.

Литература:

1. Бондаренко Л.В., Маслова О.В., Белкина А.В., Сухарева К.В. Глобальное изменение климата и его последствия // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2018. Т. 98. № 2. С. 84-93.
2. Дегтярева А. П. Мониторинг семенной продуктивности сосны обыкновенной на фоне изменяющегося климата степи ЦЧР // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 2(69). С. 92-96.
3. Иванов В.П., Марченко С.И., Глазун И.Н., Паничева Д.М., Иванов Ю.В. Формирование женских шишек и семян *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в зоне воздействия выбросов цементного производства (Брянская обл.) // Растительные ресурсы. 2013. Т. 49. № 4. С. 547-557.
4. Иванов В.П., Марченко С.И., Иванов Ю.В. Влияние погодных условий на женскую генеративную сферу сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2015. №3 (31). С.114-129.
5. Кистерный Г.А. Женская репродуктивная сфера сосны обыкновенной при воздействии ослабляющих

лесопатологических факторов в насаждениях Брянской области // Лесной журнал. 2016. № 4. С. 89-100.

6. Крупко А.Э., Нестеров Ю.А. Устойчивое развитие и экологическая ситуация в регионах Центрально-Черноземного района России // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2020. Т. 14. № 1. С. 80-92. DOI: 10.31161/1995-0675-2020-14-1-80-92
7. Кузнецова Н. Ф. Засухи в лесостепной зоне Центрально-Черноземного региона и критерии оценки их интенсивности // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2019. Т. 19. № 3. С. 142-148. DOI: 10.18500/1819-7663-2019-19-3-142-148
8. Кузнецова Н.Ф. Особенности семеношения сосны обыкновенной на территории ЦЧР в засуху 2010 г. // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т.30. № 3-4. С.270-276.
9. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. – М.: Наука, 1964. 192 с.
10. Сердюкова А.П. Оценка состояния защитных лесных насаждений сосны обыкновенной в засуху 2019 года в степной зоне Воронежской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 4(63). С. 77-80.
11. Хромова Л.В., Романовский М.Г. Режим опыления и выживаемость семяпочек сосны в условиях промышленного загрязнения воздуха цементной пылью // Лесоведение. 2002. № 3. С. 3-11.
12. Лесной план Воронежской области от 15 ноября 2021 г. №200-у. <https://pravo.govvrn.ru/sites/default/files/docgub200-16112021.pdf>
13. Kumar S., Akash Bhowmik P., Islam R., MacFarlane G. Pollution status and ecological risk assessment of metal(loid)s in the sediments of the world's largest mangrove forest: A data synthesis in the Sundarbans. *Marine Pollution Bulletin*. 2023. Vol. 187. 114514. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.114514
14. Li Ch., Chen J., Li L. and other Persistent effects of global warming on vegetation growth are regulated by water in China during 2001-2017. *Journal of Cleaner Production*. 2022. 381. 135198. DOI:10.1016/j.jclepro.2022.135198
15. Tatuško-Krygier N., Diatta J., Chudzińska E., Waraczewska Z., Gawroński D., Youssef N. Bioactive levels of Zn, Pb, Cu, Cd and Mg, Fe in pollution sensitive and tolerant Scots pines needles – Is survival mineral-dependent? *Ecological Indicators*. 2023. Vol. 146. 109751.

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.008.46-50

Environmental Conditions Influence on *Pinus Sylvestris* L. Seed Productivity in the Steppe Zone of the Central Chernozem Region of Russia

Alina P. Degtyareva✉, e-mail: ali.serdyukova@yandex.ru, Junior Researcher, ORCID: 0000-0001-9583-2368
All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Voronezh, Russia

Abstract. The relevance of the study is due to the high rates of the ecological situation deterioration in the Central Chernozem region and the climate warming in the steppe forest zone of the region. The cumulative effect of these factors has a negative impact on the state of the main forest-forming species – Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). At the same time pine stands performs environmental, protective, anti-erosion and health functions. The aim of the study was to analyze

pine seed productivity under the influence of negative environmental factors. The object of the study was the scots pine planting, which grows on the Kantemirovsky forestry territory in the village of Kantemirovka. The plantation is located in an unfavorable environmental conditions surrounded by highways, agricultural fields, power grids and is experiencing a high recreational load. Data collection was carried out in different climatic conditions in the years: 2017 – optimal, 2019

– arid, 2020 and 2021 – relatively in accordance with the regional norm. Seed productivity indicators were evaluated according to the following criteria: full grain size of seeds, the number of seeds per cone, the death of fertilized ovules, the number of empty seeds per cone. According to the results of the study, it was found that, starting in 2019, when an early drought was observed in the region, the cones bioproductivity in the plantation began to decrease. The level of full grain of seeds decreased from 66.5% (in optimal 2017) to 15.7% (2021), the death of fertilized ovules increased from 76.4% (2017) to 931.3% (2021). All the studied indicators of pine cones bioproductivity decrease annually due to the superposition of two negative factors (an unfavorable ecological environment factors and climate warming).

Keywords: anthropogenic load, Scots pine, seed productivity, full grain size, death of fertilized seeds

Citation. Degtyareva A.P. Environmental Conditions Influence on *Pinus Sylvestris* L. Seed Productivity in the Steppe Zone of the Central Chernozem Region of Russia. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 46-50. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.008.46-50

Received: 12.04.2023

Accepted: 26.05.2023

References:

- Bondarenko L.V., Maslova O.V., Belkina A.V., Sukhareva K.V. *Global'noye izmeneniye klimata i yego posledstviya* [Global climate changing and its after-effects]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova* [Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics]. 2018; 98(2): 84-93.
- Degtyareva A. P. *Monitoring semennoy produktivnosti sosny obyknovennoy na fone izmenyayushchegosya klimata stepi TSCHR* [Monitoring of Scots pine seed productivity against the steppe climate changing background of the Central Chernozem Region]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University]. 2022; 2(69): 92-96.
- Ivanov V.P., Marchenko S.I., Glazun I.N., Panicheva D.M., Ivanov Yu.V. *Formirovaniye zhenskikh shishek i semyan Pinus sylvestris (Pinaceae) v zone vozdeystviya vybrosov tsementnogo proizvodstva (Bryanskaya obl.)* [The development of female cones and seeds in *Pinus Sylvestris* (Pinaceae) in the emission zone of cement factory (Bryansk Region)]. *Rastitel'nyye resursy* [Plant resources]. 2013; 49(4): 547-557.
- Ivanov V.P., Marchenko S.I., Ivanov Yu.V. *Vliyaniye pogodnykh usloviy na zhenskuyu generativnyuyu sferu sosny obyknovennoy (Pinus Sylvestris L.)* [Weather conditions influence on the female generative sphere of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Tomsk State University Journal of Biology]. 2015; 3 (31). 114-130.
- Kisterny G.A. *Zhenskaya reproduktivnaya sfera sosny obyknovennoy pri vozdeystvii oslablyayushchikh lesopatologicheskikh faktorov v nasazhdeniyakh Bryanskoy oblasti* [Female Reproductive Structure of Scots Pine Under the Degradation Forest Pathology Factors Influence in the Plantations of the Bryansk Region]. *Lesnoy zhurnal* [Russian Forestry Journal]. 2016; 4: 89-100
- Krupko A.E., Nesterov Yu.A. *Ustoychivoye razvitiye i ekologicheskaya situatsiya v regionakh Tsentral'no-Chernozemnogo rayona Rossii* [Sustainable Development and Environmental Situation in Regions of the Central Chernozemic Region of Russia]. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Yestestvennyye i tochnyye nauki* [Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences]. 2020; 14(1): 80-92.
- Kuznetsova N. F. *Zasukhi v lesostepnoy zone Tsentral'no-Chernozemnogo regiona i kriterii otsenki ikh intensivnosti* [Droughts in the Forest-Steppe Zone of Central Chernozemic Region and Criteria for their Intensity Evaluation]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Nauki o Zemle* [Izvestiya of Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences]. 2019; 19(3): 142-148.
- Kuznetsova N.F. *Osobennosti semenosheniya sosny obyknovennoy na territorii TSCHR v zasukhu 2010 g.* [Peculiarities of Scots pine seed production on the territory of the Central Chernozemic Region during the drought of 2010]. *Khvoynyye boreal'noy zony* [Conifers of the boreal zone]. 2012; 3-4(30): 270-276.
- Pravdin L.F. *Sosna obyknovennaya. Izmenchivost', vnurividovaya sistematika i selektsiya* [Common pine. Variability, intraspecific taxonomy and selection]. Moscow: "Nauka" Publ. house, 1964. 192 p.
- Serdyukova A.P. *Otsenka sostoyaniya zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy sosny obyknovennoy v zasukhu 2019 goda v stepnoy zone Voronezhskoy oblasti* [Protective forest plantations of Scots pine state assessment in the drought of 2019 in the steppe zone of the Voronezh region]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsky State Agrarian University]. 2020; 4 (63): 77-80.
- Khromova L.V., Romanovskiy M.G. *Rezhim opyleniya i vyzhivayemost' semyapochek sosny v usloviyakh promyshlennogo zagryazneniya vozdukha tsementnoy pyl'yu* [Pollination regime and survival rate of pine ovules under conditions of industrial air pollution with cement dust]. *Lesovedeniye* [Russian Journal of Forest Science]. 2002; 3: 3-11.
- Lesnoy plan Voronezhskoy oblasti ot 15 noyabrya 2021 g. №200-u [Forest plan of the Voronezh region dated November 15, 2021 №200-u]. <https://pravo.govrn.ru/sites/default/files/docgub200-16112021.pdf>
- Kumar S., Akash Bhowmik P., Islam R., MacFarlane G. *Pollution status and ecological risk assessment of metal(loid) s in the sediments of the world's largest mangrove forest: A data synthesis in the Sundarbans.* *Marine Pollution Bulletin*. 2023; 187: 114514.
- Li Ch., Chen J., Li L. and other *Persistent effects of global warming on vegetation growth are regulated by water in China during 2001-2017.* *Journal of Cleaner Production*. 2022; 381: 135198.
- Tatuško-Krygier N., Diatta J., Chudzińska E., Waraczewska Z., Gawroński D., Youssef N. *Bioactive levels of Zn, Pb, Cu, Cd and Mg, Fe in pollution sensitive and tolerant Scots pines needles – Is survival mineral-dependent?* *Ecological Indicators*. 2023; 146: 109751.

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.

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.

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агроресомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 631

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.009.51-56

Оценка современной структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области с применением ГИС-технологий

Штефан Матвеев✉, e-mail: matveev-sh@vfanc.ru, ORCID: 0000-0001-8873-2799

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

Аннотация. Изменение структуры и характеристик земель сельскохозяйственного назначения в процессе производства продукции может привести к потере плодородия и, как следствие, к прекращению их использования. В связи с этим определение их современного состояния актуально для планирования работ по восстановлению плодородия этих угодий. В исследовании использовался анализ данных дистанционного зондирования Земли (спутники Sentinel 2, Landsat-5) и анализ программного обеспечения ГИС (QGIS 3.28) для картографирования границ сельскохозяйственных угодий и анализа их текущего состояния, включая качество почвы, состояние растительности и количество осадков. Получены актуальные данные о пространственном размещении, состоянии и характеристиках сельскохозяйственных угодий, использовании изображений высокого разрешения и морфометрического анализа для расчета показателей их продуктивности, текущего состояния и рисков деградации. В результате работы анализировалось 1062 участка обрабатываемой пашни площадью 104,8 тыс. га и 18 участков залежей площадью 656,9 га. По полученным данным с помощью геоинформационного анализа на исследуемой территории наблюдается рациональное использование угодий для ведения сельского хозяйства. На участках, неподверженных водной эрозии, располагается более 98% пашен Цимлянского района Ростовской области. Преобладающими направлениями являются угодья, расположенные на южной (46,1%), юго-западной (25,5%) и юго-восточной (16,9%) экспозиции склонов. Использование ГИС-технологий в данных исследованиях необходимо для разработки устойчивых методов ведения сельского хозяйства.

Ключевые слова: картография, геоинформатика, мониторинг, космоснимки, агроландшафт.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН НИР № 122020100406-6 «Теоретические основы и математико-картографические модели функционирования агроресомелиоративных систем в защите почв от дефляции».

Цитирование. Матвеев Ш. Оценка современной структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области с применением ГИС-технологий // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 51-56. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.009.51-56

Поступила в редакцию: 03.04.2023

Принята к печати: 17.05.2023

Введение. В настоящее время ГИС-технологии являются одним из самых перспективных средств для выявления структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий в существующих условиях региона исследований, а также их геоморфологических и морфометрических характеристик. Актуальность работы обусловлена отсутствием обобщенных данных как по использованию сельскохозяйственных угодий на территории исследований, так и по их состоянию. Работа с использованием ГИС-технологий для определения характеристик сельскохозяйственных угодий включает в себя ряд этапов, важнейшим из которых является векторизация их границ, а также последующего вычисления показателей их продуктивности, современного состояния, оценивании рисков деградации [1; 6; 8; 10].

Цель работы – получение современных данных о пространственном размещении, состоянии и характеристиках сельхозугодий при их оценке с использованием ГИС-технологий. Для проведения

исследований были поставлены следующие задачи: проведение геоинформационного картографирования сельскохозяйственных угодий; анализ их характеристик на территории Цимлянского района Ростовской области с использованием сравнения актуальных и архивных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Материалы и методы. Объект исследования – сельскохозяйственные угодья Цимлянского района Ростовской области. Площадь района составляет 255,3 тыс. га. Большую часть территории (64,9 тыс. га) здесь занимает Цимлянское водохранилище. На территории района расположен Государственный природный заказник «Цимлянский» площадью 45 тыс. га, который является частью Дно-Цимлянских песков.

Для оценки структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий и их картографирования на территории Цимлянского района использована методика геоинформационного анализа изображений, полученных в результате космической съемки

территории исследований [7; 9]. Были использованы снимки высокого пространственного разрешения (10 м и 30 м) со спутников Sentinel-2 за 2021 год и Landsat-5 1986 года соответственно. Дешифрирование границ сельскохозяйственных угодий проводилось методом визуальной интерпретации цветосинтезированного изображения снимка спутника Sentinel-2 с использованием комбинации каналов №2, №3, №4 (RGB), спутника Landsat-5 с комбинацией каналов №1, №2, №3 (RGB) в базовом масштабе 1:1 000 [2; 3; 5]. Использованные тайлы и даты снимков спутника Sentinel 2 на территорию Цимлянского района: T37UGP_20210917, T37TFN_20210917, T37UGN_20210914. Космоснимок спутника Landsat-5 – тайл 173027_1986/08/04. Геоинформационная обработка каналов для получения цветосинтезированного изображения, векторизация границ сельскохозяйственных угодий, а также анализ их современного состояния проводился с использованием программного комплекса QGIS 3.28. В результате разрабатывались аналитические картографические слои пространственного размещения, состояния и геоморфологических (по данным цифровой модели местности SRTM 1) и морфометрических характеристик сельскохо-

зяйственных угодий.

Результаты и их обсуждение. В результате дешифрирования было определено 1 080 объектов, для которых при помощи инструмента «добавить векторный объект» программного комплекса QGIS 3.28 построены полигоны сельскохозяйственных угодий, суммарная площадь которых составила 105491 га. (рис.1). Площадь таких угодий составляет 41% от общей площади Цимлянского района. Проведено сравнение площади векторных полигонов сельскохозяйственных угодий, разработанных на основе спутниковых снимков Sentinel-2 с площадью по данным Федеральной службы государственной статистики за 2021 год. Площадь векторных полигонов составила 105,5 тыс. га, а по официальным данным – 74,5 тыс. га (База данных показателей муниципальных образований. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst60/DBInet.cgi> (дата обращения: 27.04.23). Разница составляет 31 тыс. га.

В результате исследований территории Цимлянского района на 2021 год установлено 1062 участка обрабатываемой пашни площадью 104,8 тыс. га и 18 участков залежей площадью 656,9 га.

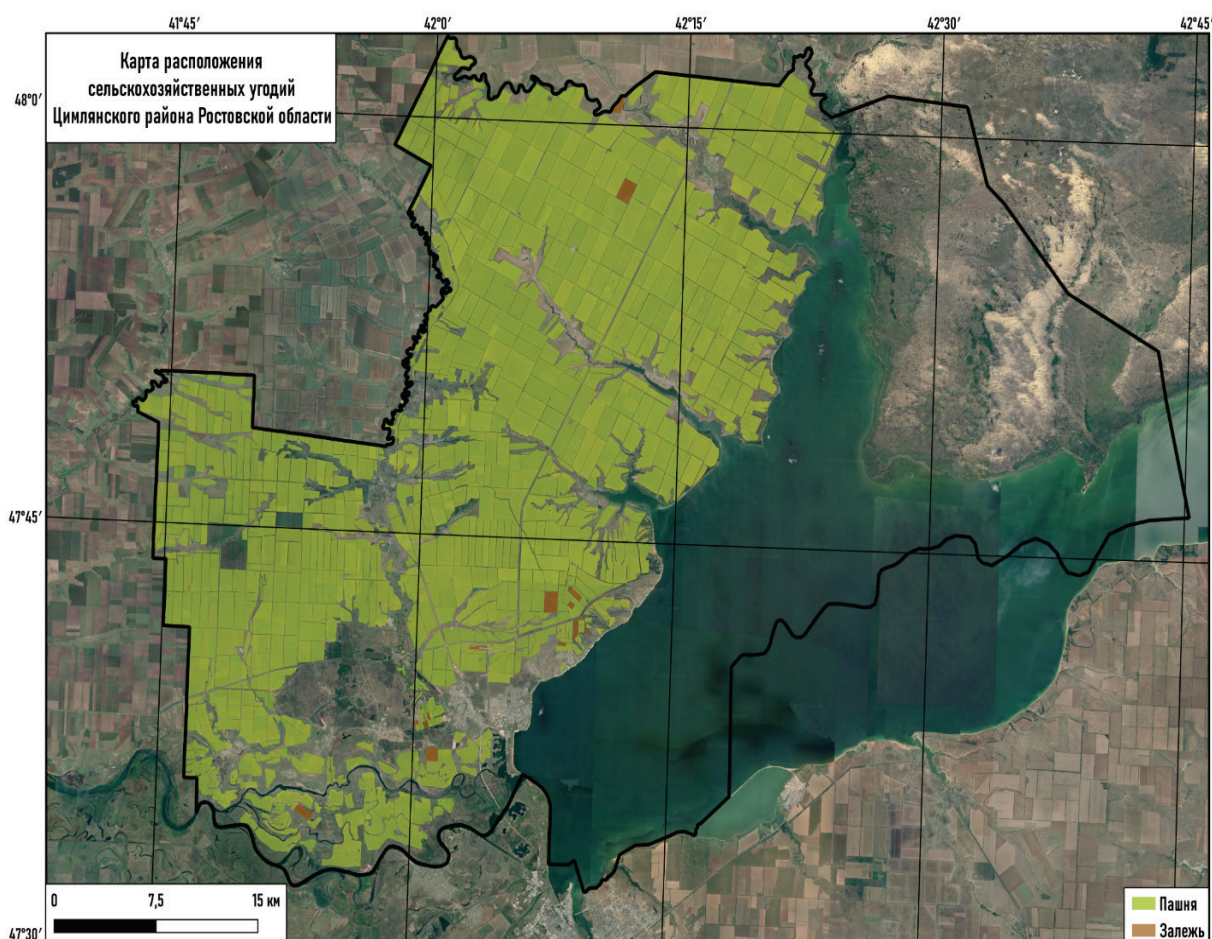


Рисунок 1. Карта распределения сельскохозяйственных полей на территории Цимлянского района Ростовской области

Для определения значений суммарного годового количества осадков на территорию Цимлянско-го района на каждый картографируемый объект по данным метеостанций за 2021 год была проведена интерполяция точечных значений величины осадков методом ОВР [4]. Результат интерполяции представлен на рисунке 2. Полученная карта дает возможность оценить дифференциацию метеорологических условий по осадкам на территории исследований.

Почвенные условия на территории исследований определялись на основе векторной почвенной

карты Ростовской области М: 1:2500000, на основе которой были созданы атрибуты почв к базовому геоинформационному картографическому слою сельскохозяйственных угодий (Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. URL. <https://egrpr.esoil.ru/content/1sem.html> (дата обращения 27.04.23)). На территории исследований преобладают почвы чернозёмов солонцеватых и черноземов южных. В пойме Дона на выделенных сельхоз угодьях присутствуют пойменные слабокислые и нейтральные почвы (рис.3).

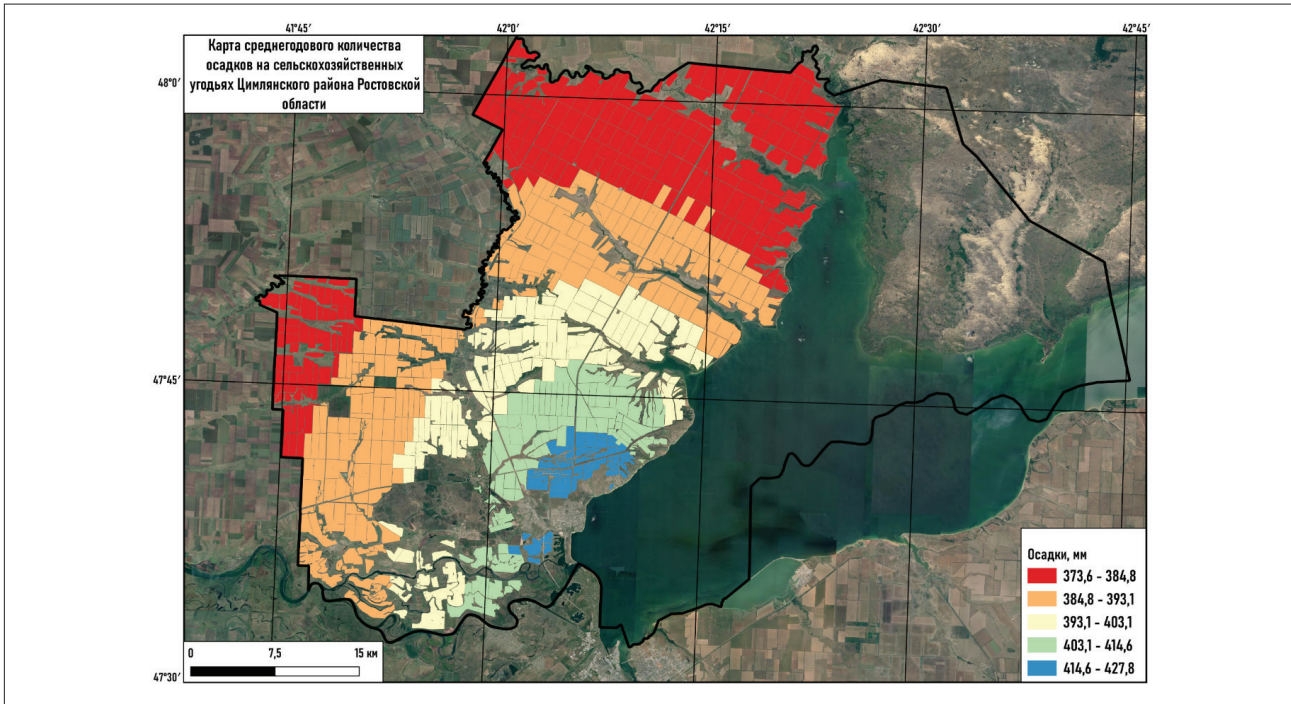


Рисунок 2. Карта суммарных годовых осадков на сельскохозяйственных полях Цимлянского района Ростовской области по данным метеостанций за 2021 год

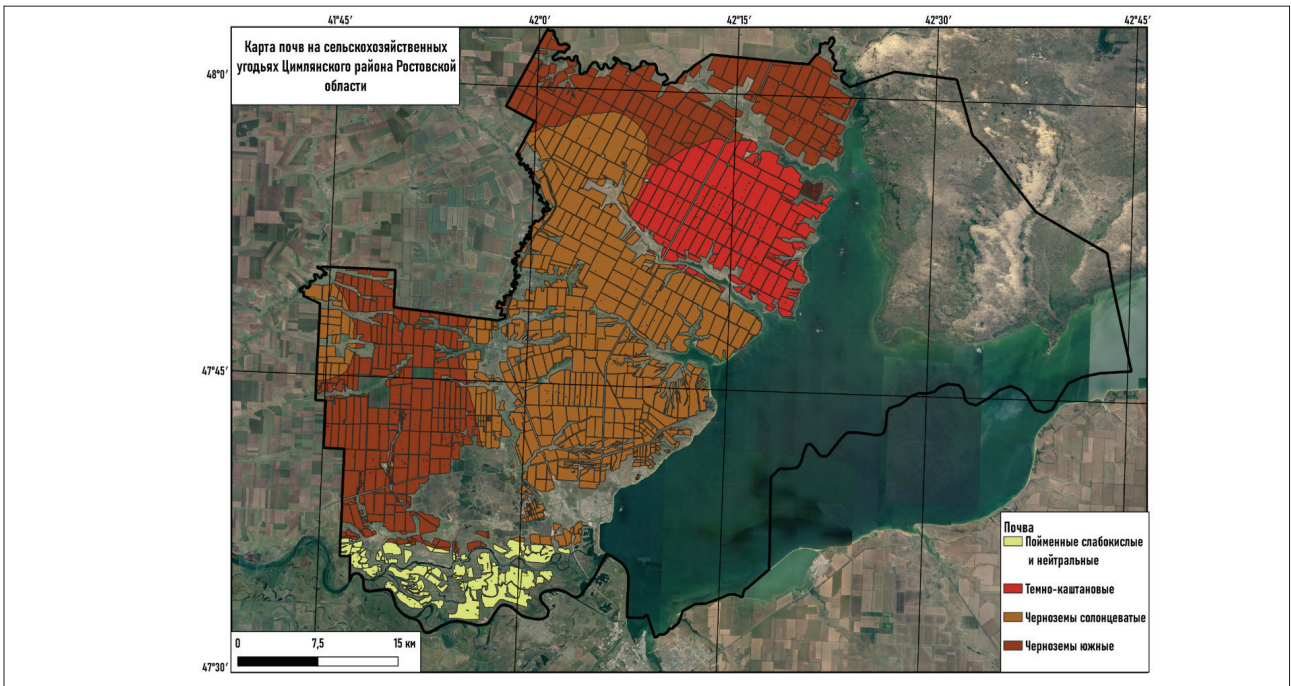


Рисунок 3. Карта распределения почв на выделенных сельскохозяйственных угодьях Цимлянского района Ростовской области

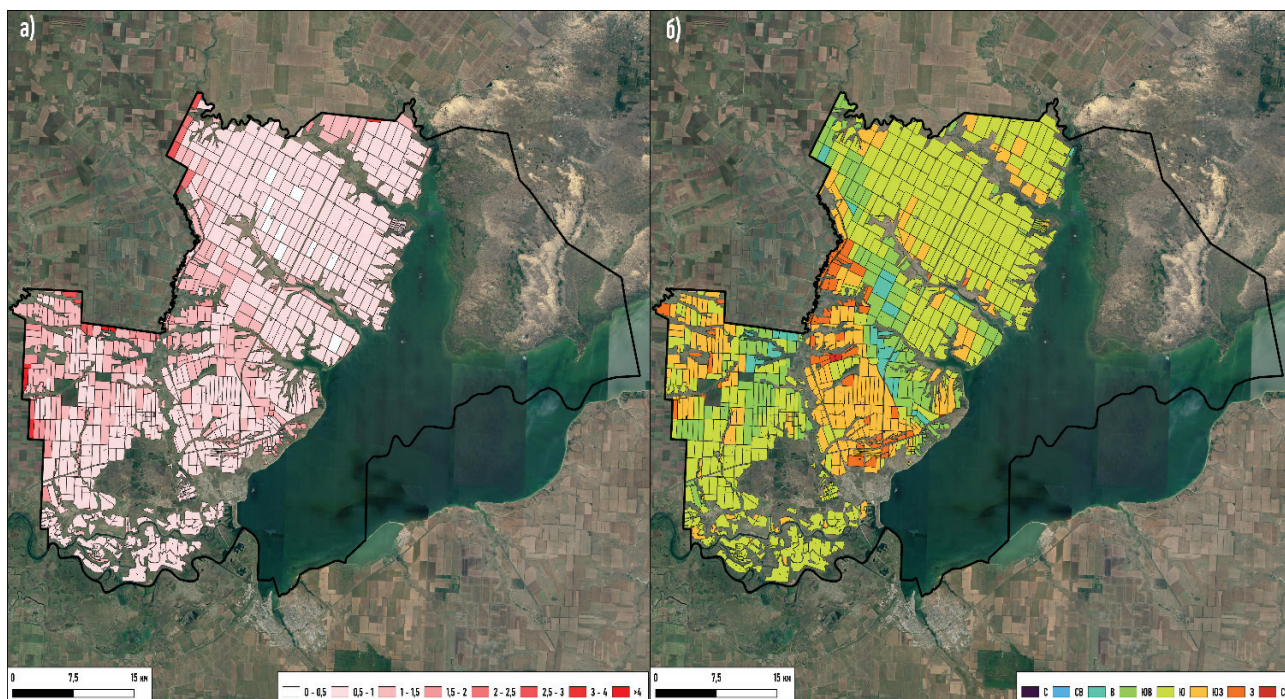


Рисунок 4. Карта-схема крутизны (а) и экспозиции склонов (б) сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области

Таблица 1. Распределение сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области по крутизне

Крутизна средняя, °	0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-4,0	> 4
Количество полей	16	686	298	52	13	5	4	6
Площадь пашни, га	1758,8	76176,9	23555	2121,9	797	559	277,2	244,8
%	1,5	63,5	27,6	4,8	1,2	0,5	0,4	0,6

Таблица 2. Распределение сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области по экспозиции

Экспозиция, румб	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Количество	39	183	498	275	79	6
Площадь пашни, га	3270,3	16182,5	58862,3	22792,9	4237,6	145,0
%	3,6	16,9	46,1	25,5	7,3	0,6

Для проведения геоморфологического и морфометрического анализа сельскохозяйственных угодий использовался геоинформационный программный комплекс QGIS 3.28. Необходимые показатели рассчитывались на основе цифровой модели местности (ЦММ) SRTM 1 с пространственным разрешением 1». Для каждого контура вычислены средняя крутизна и экспозиция склонов и составлены соответствующие карты (рисунок 4).

По полученным морфометрическим данным были составлены таблицы распределений сельскохозяйственных угодий Цимлянского района по средней крутизне и экспозиции склонов (табл.1-2). Геоинформационный анализ средней крутизны

склонов демонстрирует, что большинство сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области не подвержены эрозионным процессам, их средняя крутизна в пределах границ каждого поля, в большинстве случаев не превышает 2°. Большинство выделенных сельскохозяйственных угодий имеют среднюю крутизну склонов от 0,5° до 1° (63,5%). Наименьшее количество угодий приходится на среднюю крутизну склонов от 3° до 4° (0,4%).

Геоинформационный анализ средней экспозиции склонов демонстрирует неравномерное распределение сельскохозяйственных угодий. Сельскохозяйственные угодья с северной и север-

но-восточной экспозицией отсутствуют в данном районе. Преобладают угодья с южной (46,1%) юго-западной (25,5%) и юго-восточной (16,9%) экспозицией склонов.

Заключение. Таким образом, оценка современной структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий, проведенная с использованием геоинформационного картографирования и анализа данных ДЗЗ, а также геоморфологический и морфометрический анализ сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области позволяют сделать вывод о том, что для производства сельскохозяйственной продукции используется 99,4% существующих полей, что свидетельствует о благоприятных условиях функционирования агроландшафтов. Геоморфологические условия обуславливают незначительную эрозионную деградацию, что способствуют сохранению плодородия почв. Однако недостаточно развитая система противоэрозионных насаждений обусловила наличие участков, подверженных водной эрозии. На территории района создана система полезавитных лесных насаждений, которые в настоящее время имеют хороший уровень сохранности, однако их размещение не полностью соответствует агролесомелиоративным нормам, что может привести к развитию дефляции. Применение агролесомелиоративных технологий сохранения плодородия почв даст возможность совершенствовать и развивать сельскохозяйственные технологии для увеличения продуктивности сельскохозяйственных угодий на территории. ГИС-технологии позволяют проводить детальный анализ и мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий, что способствует эффективной оценке возможности развития сельского хозяйства в Цимлянском районе.

Литература:

1. Берденгалиева А.Н., Берденгалиев Р.Н. Связь сезонной динамики озимой пшеницы и рельефа в подзоне южных черноземов Волгоградской области // Научно-

агрономический журнал. 2022. №3 (118). С. 49-56. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.007.49-56

2. Васильченко А.А. Пространственный анализ инфраструктуры орошаемых полей Волго-Ахтубинской поймы на территории Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4(119). С. 12-18. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.002.12-18.

3. Матвеев Ш. Геоинформационное картографирование современного состояния сельскохозяйственных территорий Новоаннинского района Волгоградской области // Природные системы и ресурсы. 2022. Т. 12, № 2. С. 36-42. DOI 10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.5. – EDN QYKLBK.

4. Матвеев Ш. Оценка точности глобальных климатических данных температур воздуха Cru TS на территории Ростовской области // Грани познания. 2022. № 3(80). С. 88-92. EDN KMSTMO.

5. Мелихова А.В. Морфометрический анализ агроландшафтов переходной зоны южных черноземов и темнокаштановых почв Волгоградской области // Природные системы и ресурсы. 2022. Т. 12, № 4. С. 26-33. DOI 10.15688/nsr.jvolsu.2022.4.3. EDN MZPTYL.

6. Рулев А.С., Шинкаренко С.С., Бодрова Н.В., Сидорова Н.В. Геоинформационные технологии в обеспечении точного земледелия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4(52). С. 115-122. DOI 10.32786/2071-9485-2018-04-15

7. Юфев В. Г., Кулик К.Н., Рулев А.С., Мушаева К.Б., Кошелев А.В., Дорохина З.П. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации. – Волгоград. ВНИАЛМИ. 2010. 102 с.

8. Юфев В. Г., Беляев А.И., Синельникова К.П. Опустынивание земель сельскохозяйственного назначения в Черноземельском районе Калмыкии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4(68). С. 465-473. DOI 10.32786/2071-9485-2022-04-55. EDN LAEWWU

9. Loupian E., Burtsev M., Proshin A. et al. Usage experience and capabilities of the vega-science system. Remote Sensing. 2022. Vol. 14. No 1. DOI 10.3390/rs14010077

10. Yuferev V.G., Pleskachev Y.N., Vdovenko A.V. et al. Degradation of landscapes in the south of the Privolzhsky Upland. Journal of Forest Science. 2019. Vol. 65. No. 5. pp. 195-202. DOI: 10.17221/141/2018-JFS. – EDN FJSSHY

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.009.51-56

Assessment of the Contemporary Structure and Characteristics of Agricultural Land in the Tsimlyansk District of the Rostov Region Using Gis Technologies

Shtefan Matveev✉, e-mail: matveev-sh@vfanc.ru, ORCID: 0000-0001-8873-2799

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»(FSC of agroecology RAS), info@vfanc.ru, 400062, prospect Universitetskij 97, Volgograd, Russia

Abstract. Changing the structure and characteristics of agricultural land in the process of production can lead to a loss of fertility and, as a result, to the termination of their use. In this regard, the determination of

their current state is relevant for planning work to restore the fertility of these lands. The study used Earth remote sensing data analysis (Sentinel 2, Landsat-5 satellites) and GIS software analysis (QGIS

3.28) to map the boundaries of agricultural land and analyze its current state, including soil quality, vegetation state and rainfall. Up-to-date data on the spatial distribution, condition and characteristics of agricultural lands, the use of high-resolution images and morphometric analysis to calculate indicators of their productivity, current state and degradation risks were obtained. As a result of the work, 1062 plots of cultivated arable land with an area of 104.8 thousand ha and 18 plots of fallow land with an area of 656.9 ha were analyzed. According to the data obtained with the help of geoinformation analysis, there is a rational use of land for agriculture in the study area. More than 98% of arable lands of the Tsimlyansky district of the Rostov region are located in areas not subject to water erosion. The prevailing directions are the lands located on the southern (46.1%), southwestern (25.5%) and southeastern (16.9%) exposure of the slopes.

Keywords: cartography, geoinformatics, satellite imagery, monitoring, agricultural landscape

Funding. The work was carried out within the framework of the state task of the FSC of Agroecology RAS No. 122020100406-6 "Theoretical foundations and mathematical and cartographic models of the agroforestry systems functioning in protecting soils from deflation".

Citation. Matveev Sh. Assessment of the Contemporary Structure and Characteristics of Agricultural Land in the Tsimlyansk District of the Rostov Region Using GIS Technologies. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 51-56. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.009.51-56

Received: 03.04.2023

Accepted: 17.05.2023

References:

1. Berdengalieva A.N., Berdengaliyev R.N. *Sviaz sezonnoi dinamiki ozimoi pshenitsy i relefa v podzone iuzhnykh chernozemov Volgogradskoi oblasti* [Relationship between seasonal dynamics of winter wheat and relief in the subzone of southern chernozems of the Volgograd region]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific Agronomic Journal]. 2022; 3(118): 49-56. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.007.49-56
2. Vasilchenko A. A. *Prostranstvennyi analiz infrastruktury oroshaemykh polei Volgo-Akhtubinskoi poimy na territorii Volgogradskoi oblasti* [Spatial analysis of the infrastructure of irrigated fields of the Volga-Akhtuba floodplain in the territory of the Volgograd region]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific Agronomic Journal]. 2022; 4(119): 12-18. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.002.12-18
3. Matveev Sh. *Geoinformatsionnoe kartografirovaniye sovremennogo sostoianiia selskokhoziaistvennykh territorii Novoanninskogo raiona Volgogradskoi oblasti* [Geoinformation mapping of the current state of agricultural territories of the Novoanninsky district of the Volgograd region]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural systems and resources]. 2022; 2(12): 36-42. DOI 10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.5. EDN QYKLB
4. Matveev Sh. *Otsenka tochnosti globalnykh klimaticheskikh dannykh temperatur vozdukha Cru TS na territorii Rostovskoi oblasti* [Estimation of the accuracy of global climatic data of air temperatures Cru TS on the territory of the Rostov region]. *Grani poznaniia* [Facets of knowledge]. 2022; 3(80): 88-92. EDN KMSTMO
5. Melikhova A.V. *Morfometricheskii analiz agrolandshtaftov perekhodnoi zony iuzhnykh chernozemov i temno-kashtanovykh pochv Volgogradskoi oblasti* [Morphometric analysis of agrolandscapes of the transitional zone of southern chernozems and dark chestnut soils of the Volgograd region]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources] 2022; 4(12): 26-33. DOI 10.15688/nsr.jvolsu.2022.4.3 EDN MZPTYL
6. Rulev A.S., Shinkarenko S.S., Bodrova V.N., Sidorova N.V. *Geoinformatsionnye tekhnologii v obespechenii tochnogo zemledeliia* [Geoinformation technologies in providing precision farming]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education]. 2018; 4(52): 115-122. DOI 10.32786/2071-9485-2018-04-15
7. Yuferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S., Mushaeva K.B., Koshelev A.V., Dorokhin Z.P., Berezovikova O.Yu. *Geoinformatsionnye tekhnologii v agrolesomeliatsii* [Geoinformation technologies in agroforestry]. Volgograd. VNIALMI [Volgograd. VNIALMI]. 2010: 102.
8. Yuferev V.G., Belyaev A.I., Sinelnikova K.P. *Opustynivanie zemel selskokhoziaistvennogo naznachenii v Chernozemelskom raione Kalmykii* [Desertification of agricultural land in the Chernozemelsky region of Kalmykia]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* [News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education]. 2022; 4(68): 465-473. DOI 10.32786/2071-9485-2022-04-55 EDN LAEWWU
9. Loupian E., Burtsev M., Proshin A. et al. Usage experience and capabilities of the vega-science system. *Remote Sensing*. 2022; 1(14). DOI 10.3390/rs14010077
10. Yuferev V.G., Pleskachev Y.N., Vdovenko A.V. et al. Degradation of landscapes in the south of the Privolzhsky Upland. *Journal of Forest Science*. 2019; 5(65): 195-202. DOI: 10.17221/141/2018-JFS EDN FJSSHY

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.

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.

Посвящается Петрову Владимиру Ивановичу (10.10.1937 – 02.06.2023)



На 86 году жизни закончился земной путь выдающегося ученого, академика Российской академии наук Петрова Владимира Ивановича, внесшего огромный вклад в агролесомелиоративную науку, доктора с.-х. наук, творческая жизнь которого неразрывно была связана с ВНИАЛМИ.

Владимир Иванович родился 10 октября 1937 года в селе Васильевка Воронежской области. В 1955 году успешно окончил Новочеркасскую среднюю мужскую школу, в 1960 году – лесохозяйственный факультет Новочеркасского инженерно-мелиоративного института (ныне Новочеркасская государственная мелиоративная академия), и был направлен по распределению в Ачикулакскую научно-исследовательскую лесную опытную станцию (НИЛОС) Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (ВНИАЛМИ), где проработал до 1973 года на должностях лесничего, младшего, затем старшего научного сотрудника и заместителя директора по научной работе.

В 1971 году Владимир Иванович защитил кандидатскую диссертацию, в 1990 – докторскую.

Свою основную научную деятельность он сосредоточил на проблемах управления природно-ресурсным потенциалом хрупких аридных экосистем лесомелиоративными методами. Научно-технические разработки Петрова В. И. и руководимого им коллектива ученых были ориентированы на решение актуальных проблем агролесомелиорации, агроэкологии и агросферы в целом. На основе разработанной под руководством Петрова В. И. методики проведено агролесомелиоративное картографирование 200 млн га аридных территорий в бывшем СССР, 17 млн га – в Сирийской Арабской Республике и 0,4 млн га – в Республике Мали.

Петров Владимир Иванович в 1993 году был избран член-корреспондентом РАСХН, в 1995 году – академиком РАСХН. Создал школу высококвалифицированных исследователей из специалистов и аспирантов, работающих во ВНИАЛМИ и его опытной сети, в координируемых учреждениях страны и за рубежом. Владимир Иванович подготовил целый ряд кандидатов и докторов наук: в 2000 году ему было присвоено звание профессора.

Видный ученый-лесовод с 2013 года являлся академиком Российской академии наук.

За время долгой и плодотворной научной деятельности им созданы новые технологии трансформации деградирующих и опустыненных земель в агролесные, агролесопастбищные, лесопастбищные и другие адаптивные лесоаграрные ландшафты. Им опубликовано более 250 научных работ, в том числе 10 книг, более 20 методических указаний и научных рекомендаций, он – автор 5 свидетельств и 13 патентов на изобретения.

Владимир Иванович имел активную общественную позицию, был председателем Научного совета по агроэкологическим проблемам Прикаспия при Россельхозакадемии, был заместителем председателя диссертационного совета во ВНИИ агролесомелиорации, лектором и экспертом международных учебных курсов и семинаров для специалистов стран Азии, Африки по линии ЮНЕП.

Петров В. И. достойно представлял отечественную агролесомелиоративную науку в государственных и неправительственных организациях в Индии, Мали, Кении и Таиланде. Пользовался заслуженным авторитетом среди отечественных и зарубежных ученых и специалистов.

Владимир Иванович увлеченно работал над созданием технологий рекультивации земель европейского севера Российской Федерации, обеспечивающих восстановление и наращивание продуктивности растительного покрова, а также повышение зоотехнической комфортности оленьих пастбищ. Он был глубоко убежден, что ареал научных интересов ВНИАЛМИ как организации российского уровня не должен ограничиваться аридным поясом юга России и что разработки ученых института найдут применение и в бескрайних тундровых просторах нашей Родины.

Владимир Иванович – лауреат Государственной премии СССР «За разработку и внедрение методов облесения песков юга и юго-востока европейской части СССР», дважды лауреат премии Волгоградской области в сфере науки и техники, награжден золотой, серебряной и 3 бронзовыми медалями ВДНХ, медалью «Ветеран труда», медалью имени А.В. Альбенского, почетными грамотами Главы Администрации Волгоградской области, Россельхозакадемии, является заслуженным деятелем Республики Калмыкия.

Коллектив ФНЦ агроэкологии РАН скорбит в связи с уходом коллеги и выражает искренние соболезнования родным и близким.

Погребение состоялось 07.06.2023 на кладбище посёлка Горная Поляна.

Светлая память о Петрове Владимире Ивановиче сохранится в сердцах тех, кто имел возможность работать, общаться и учиться у него, а его имя навсегда останется в истории агролесомелиоративной науки, результаты научных трудов послужат его соратникам, последователям и молодым коллегам во благо нашего Отечества.

Коллектив ФНЦ агроэкологии РАН
Редакция журнала «Научно-агрономический журнал»

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 с помощью сервиса www.antiplagiat.ru), подтвержденные отчетом с указанного сервиса.

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:// zhurnal.vfanc.ru/](https://zhurnal.vfanc.ru/)

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; ORCID, 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