

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 2 (50), 2024 г.

Журнал СМИ основан в 2012 году.

Периодичность издания – 4 номера в год.

ISBN 9 785905 402036

Учредитель и издатель – **Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»**

Главный редактор

Зотиков Владимир Иванович – член-корр. РАН

Заместитель главного редактора

Сидоренко Владимир Сергеевич – к. с.-х. наук

Ответственный секретарь

Грядунова Надежда Владимировна – к. биол. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Амелин Александр Васильевич, д. с.-х. наук

Баталова Галина Аркадьевна, академик РАН

Бобков Сергей Васильевич, к. с.-х. наук

Бударина Галина Алексеевна, к. с.-х. наук

Васин Василий Григорьевич, д. с.-х. наук

Вишнякова Маргарита Афанасьевна, д. биол. наук

Возиян Валерий Иванович, д. с.-х. наук, Молдова

Головина Екатерина Владиславовна, д. с.-х. наук

Задорин Александр Михайлович, к. с.-х. наук

Косолапов Владимир Михайлович, академик РАН

Панарина Вероника Игоревна, к. с.-х. наук

Полухин Андрей Александрович, д.э.н., профессор РАН

Привалов Фёдор Иванович, д.с.-х.н., член-корр. НАН Беларуси

Прянишников Александр Иванович, член-корр. РАН

Серекпаев Нурлан Амангельдинович, д. с.-х. наук, Казахстан

Суворова Галина Николаевна, к. с.-х. наук

Ушачев Иван Григорьевич, академик РАН

Фенг Байли, доктор наук, профессор, Китай

Фесенко Алексей Николаевич, д. биол. наук

Шевченко Сергей Николаевич, академик РАН

Яговенко Герман Леонидович, д. с.-х. наук

Научный редактор, корректор

Грядунова Н.В.

Технический редактор

Хмызова Н.Г.

Перевод на английский язык **Стефанина С.А.**

Фотомаериал **Черненький В.А.**

Журнал зарегистрирован в
Федеральной службе по надзору в
сфере связи, информационных
технологий и массовых
коммуникаций

Реестровая запись СМИ

ПИ №ФС77-77939

от 19 февраля 2020 г.

Журнал включен ВАК при
Минобрнауки РФ в Перечень
рецензируемых научных изданий
категории К2, в которых должны
быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени
кандидата и доктора наук

Полные тексты статей
в формате pdf доступны на сайте
журнала: <https://journal.vniizbk.ru>

Журнал включен в
библиографическую базу данных
Российский индекс научного
цитирования (РИНЦ)
<http://eLIBRARY.RU>
и Международную базу данных
AGRIS ФАО ООН <http://agris.fao.org>

Адрес редакции, издателя,
типографии:
302502, Орловская область,
Орловский район, пос. Стрелецкий,
ул. Молодежная, д.10, корп.1
тел.:(4862) 40-32-24, 40-30-04
E-mail: office@vniizbk.ru,
jurnalzbk@mail.ru
Сайт: <https://vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 21.06.2024 г.
Формат А4.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ «ФНЦ ЗБК»
Цена свободная.

ZERNOBOBOVYE I KRUPÂNYE KUL'TURY (Legumes and Groat Crops) No. 2 (50), 2024

Scientific journal founded in 2012 year.

Frequency of publication 4 issues per year.

ISBN 9 785905 402036

Founder and Publisher – **Federal State Budgetary Scientific Institution**
«Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops» (FSBSI FSC LGC)

Editor-in-Chief: **Zotikov, Vladimir I.** – Corresponding Member, Russian Academy of Sciences

Deputy Editor-in-Chief: **Sidorenko, Vladimir S.** – Deputy Director for breeding work, FSBSI FSC LGC, Cand. Sci. (Agric.)

Assistant Editor: **Gryadunova, Nadezhda V.** – Leading Researcher Lab. NTI, FSBSI FSC LGC, Cand. Sci. (Biol.)

EDITORIAL TEAM

Amelin, Aleksandr V. – Collective Use Center «Plant Genetic Resources and Their Use» – N.V. Parakhin GAU, Orel; Dr. Sci. (Agric.).

Batalova, Galina A. – FSBSI Rudnitsky FANTs Severo-Vostoka, Deputy Director, Member, Russian Academy of Sciences.

Bobkov, Sergei V. – FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Physiology and Biochemistry of Plants, Cand. Sci. (Agric.).

Budarina, Galina A. – FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Agricultural Technology and Plant Protection, Cand. Sci. (Agric.).

Vasin, Vasily G. – Samara State Agrarian University, Head. Department of Crop Production and Agriculture, Dr. Sci. (Agric.).

Vishnyakova, Margarita A. – FSBSI N.I. Vavilov FITS VIGR, Head of Department, Dr. Sci. (Biol.).

Voziyan, Valeriy I. – NIIPK «Selection» Rep. of Moldova, Dr. Sci. (Agric.).

Golovina, Ekaterina V. – FSBSI FSC LGC, Dr. Sci. (Agric.).

Zadorin, Aleksandr M. – FSBSI FSC LGC, Cand. Sci. (Agric.).

Kosolapov, Vladimir M. – FSBSI V.R. Williams FNTs Feed Production and Agroecology, Director, Academician, Russian Academy of Sciences.

Panarina, Veronika I., FSBSI FSC LGC, Deputy Director for Research, Cand. Sci. (Agric.).

Polukhin, Andrei A. – FSBSI FSC LGC, Director, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Russian Academy of Sciences

Privalov, Fedor I. – Dr. Sci. (Agric.), Corresponding Member, National Academy of Sciences of Belarus, Professor

Pryanishnikov, Alexander I. – JSC «Schelkovo-Agrochem», Head of the Department of Selection and Seed Production of Agricultural Crops, Corresponding Member, Russian Academy of Sciences

Serekpaev, Nurlan A. – S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, vice-rector, Dr. Sci. (Agric.).

Suvorova, Galina N. – FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Genetics and Biotechnology, Cand. Sci. (Agric.).

Ushachev, Ivan G. – FSBSI FSC VNII Agr.Economics, Academician, Russian Academy of Sciences

Feng Baili – Ph. D., Professor, Northwest A & F University, P.R. China

Fesenko, Aleksei N. – FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Buckwheat Breeding, Dr. Sci. (Biol.).

Shevchenko, Sergei N. – Samarskii NIISKh, Director, Member, Russian Academy of Sciences.

Yagovenko, German L. – All-Russian Research Institute of Lupine – a branch of FSBSI V.R. Williams FNTs Feed Production and Agroecology, Director, Dr. Sci. (Agric.).

Scientific editor: **Gryadunova, Nadezhda V.**

Layout, design: **Khmyzova, Natal'ya G.**

English translation: **Stefanina, Svetlana A.**

Photo: **Chernen'kii, Vitalii A.**

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

Media registry record
ПН №ФС77-77939
dated 19.02 2020

The journal is included by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Education and Science of the Russian Federation in the List of peer-reviewed scientific publications of category K2, in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate and doctor of sciences should be published

Full texts of articles
in pdf format are available at:
<https://journal.vniizbk.ru>

Journal is included in the bibliographic database Russian Science Citation Index (RSCI)

<http://eLIBRARY.RU>
and in the International Database AGRIS FAO UN <http://agris.fao.org>

Editorial office, publisher,
printing address:
302502, Orlovskaja oblast',
Orlovskij rajon, pos. Streleckij,
ul. Molodezhnaja, d.10, korp.1
phone:(4862) 40-32-24, 40-30-04
E-mail: office@vniizbk.ru,
jurnalzbk@mail.ru
Site: <https://vniizbk.ru>

Date of publication: 21.06.2024

Format A4.

Font Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Printed at FSBSI «FSC LGC»

Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

Зотиков В.И., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г., Стефанина С.А. О новом статусе журнала «Зернобобовые и крупяные культуры»	5
Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Филогенетические аспекты прогрессивной селекции <i>Pisum sativum</i> L. Обзорная статья	11
Мазалов В.И., Небытов В.Г., Панарина В.И., Мерцалов Е.Н. Исследования адаптивных свойств сортов вики посевной яровой в условиях Орловской области	20
Головина Е.В., Леухина О.В. Экзогенная регуляция симбиотической деятельности новых сортов сои в условиях ЦЧР	30
Ятчук П.В., Наумкин В.В. Изучение влияния некоторых агроприемов на продуктивность новых сортов сои	40
Глазова З.И. Перспектива использования новых гербицидов в посевах чечевицы	51
Медведев А.М., Горянина Т.А. О перспективах улучшения озимых и яровых тритикале в Российской Федерации	61
Шабалкин А.В., Иванова О.М., Кутепова И.А. Новый сорт озимой тритикале Акинак	69
Ибрагимова З.Ш. Параметры водного режима и содержание свободного пролина в листьях образцов озимой тритикале при водном стрессе	74
Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Кирдин В.Ф., Щуклина О.А., Конорев П.М. Влияние удобрений и норм высева люпина на продуктивность люпино-ячменной смеси на сенаж и зерно при разных погодных условиях в Центральном Нечерноземье.....	80
Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С., Ланочкина М.А., Малафеева Ю.В., Аскарова А.А. Содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя	88
Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П., Дудова Е.В. Продуктивность севооборотов на чернозёме типичном в северо-восточном регионе Центрального Черноземья	97
Лящева С.В., Кулеватова Т.Б., Злобина Л.Н., Сергеева А.И. Оценка параметров экологической адаптивности озимой мягкой пшеницы по индексам реологических свойств теста и урожайности	102
Мирошниченко Е.В., Перчук И.Н., Нестерова Т.А., Бурляева М.О. Влияние погодных условий и агротехники на продуктивность и качество семян вигны в условиях Астраханской области	110

Трибуна молодых ученых

Башкирова К.А., Бобков С.В. Содержание фотосинтетических пигментов и активность антиокислительной системы в образцах различных таксонов гороха	120
Асадбеков А.К., Резвякова С.В. Влияние подготовки семян и листовой подкормки на урожайность новых сортов гороха посевного	126

CONTENTS

Zotikov V.I., Gryadunova N.V., Khmyzova N.G., Stefanina S.A. On the new status of the journal «Legumes and groat crops»	5
Zelenov A.N., Zelenov A.A. Phylogenetic aspects of progressive breeding <i>Pisum sativum</i> L. Review article	11
Mazalov V.I., Nebytov V.G., Panarina V.I., Mertsalov E.N. Studies of adaptive properties of varieties of spring vetch in the conditions of the Orel region	20
Golovina E.V., Leukhina O.V. Exogenous regulation of symbiotic activity of new soybean varieties in the conditions of the Central Chernozem Region	30
Yatchuk P.V., Naumkin V.V. Study of influence of some agronomic practices on productivity of new soybean varieties	40
Glazova Z.I. Prospect of using new herbicides in lentil crops	51
Medvedev A.M., Goraynina T.A. On the prospects for improving winter and spring triticale in the Russian Federation	61
Shabalkin A.V., Ivanova O.M., Kutepova I.A. New variety of winter triticale Akinak	69
Ibrahimova Z.Sh. Parameters of water regime and content of free proline in leaves of winter triticale samples under water stress	74
Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O., Tulinova E.A., Kirdin V.F., Shchuklina O.A., Konorev P.M. Influence of fertilizers and lupin seeding rates on the productivity of lupin-barley mixture on haylage and grain under different weather conditions in the Central Non-Black Earth Region	80
Blokhin V.I., Nikiforova I.Yu., Ganieva I.S., Lanochkina M.A., Malafeeva Yu.V., Askarova A.A. Crude protein content in grain of spring barley varieties	88
Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P., Dudova E.V. Productivity of crop rotations on chernozem typical in the northeastern region of the Central Chernozem region	97
Lyashcheva S.V., Kulevatova T.B., Zlobina L.N., Sergeeva A.I. Assessment of the parameters of ecological adaptability of winter soft wheat according to the indices of rheological properties of the dough and yield	102
Miroshnichenko E.V., Perchuk I.N., Nesterova T.A., Burlyayeva M.O. The influence of weather conditions and agrotechnics on the productivity and quality of vigna seeds in the Astrakhan region	110
Young Scientists' Tribune	
Bashkirova K.A., Bobkov S.V. Content of photosynthetic pigments and activity of antioxidation system in accession from various pea taxons	120
Asadbekov A.K., Rezvyakova S.V. Effect of seed preparation and leaf fertilization on yield of new varieties of pea plants	126

DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-5-10

УДК: 002

О НОВОМ СТАТУСЕ ЖУРНАЛА «ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ»

В.И. ЗОТИКОВ, член-корреспондент РАН, ORCID ID: 0000-0001-5713-7444

Н.В. ГРЯДУНОВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0009-0002-9390-0464,

E-mail: gryadunova.zbk@yandex.ru

Н.Г. ХМЫЗОВА, кандидат педагогических наук, ORCID ID: 0000-0001-7125-6976

С.А. СТЕФАНИНА, ведущий специалист, ORCID ID: 0009-0006-8767-3452

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

В статье представлены сведения о деятельности научного издания – Всероссийский научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» за период с 2012 по 2023 годы, а также в связи с изменением его статуса на основе проведенной оптимизации и актуализации Перечня научных журналов ВАК.

Ключевые слова: научный журнал, статус, перечень ВАК, метаданные, категорирование, импакт-фактор РИНЦ.

Для цитирования: Зотиков В.И., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г., Стефанина С.А. О новом статусе журнала «Зернобобовые и крупяные культуры». *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):5-10. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-5-10

ON THE NEW STATUS OF THE JOURNAL «LEGUMES AND GROAT CROPS»

V. I. Zotikov, N.V. Gryadunova, N.G. Khmyzova, S.A. Stefanina

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: *The article presents information about the activities of the scientific publication - All-Russian Scientific and Production Journal "Legumes and Groat Crops" for the period from 2012 to 2023, as well as in connection with the change of its status on the basis of optimization and updating of the List of scientific journals of the Higher Attestation Commission.*

Keywords: scientific journal, status, List of scientific journals of the Higher Attestation Commission, metadata, categorization, RSCI impact factor.

Всероссийский научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» издаётся на основании лицензии Роскомнадзора **ПН № ФС 77-77939** от 19 февраля 2020 года. **ISSN 2309-348X**.

Его основной целью является всестороннее и целенаправленное информирование научного сообщества о биологических особенностях и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. С 2012 года все организационные и финансовые затраты на его выпуск осуществляются учредителем и издателем – ФГБНУ «ФНЦ зернобобовых и крупяных культур». Периодичность выпуска – 4 номера в год [1].

Полные тексты статей доступны на сайте журнала в Интернете по адресу <https://journal.vniizbk.ru> для бесплатного чтения и скачивания.

С первого декабря 2015 года журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

В течение последних трех лет Список журналов, утвержденных в официальном Списке перечня ВАК, постоянно обновлялся и вносились серьезные изменения – большое

количество изданий было исключено и лишь некоторые из них были восстановлены. Утверждение издания в официальном Списке ВАК – это многоэтапная процедура от подготовки комплекта документов и соблюдение необходимых критериев (это периодичность, информационная открытость, четкая система рецензирования, размещение журналов в системе РИНЦ, издаваться не менее 2-х лет).

25 января 2024 года Постановлением Правительства Российской Федерации № 62 внесены изменения в Положение о присуждении учёных степеней и другие документы. Данным Постановлением на законодательном уровне вводится система категорирования отечественных научных журналов, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Постановление создает условия для роста значимости Перечня рецензируемых научных изданий как инструмента оценки научной квалификации, в том числе при подготовке кандидатской диссертации в виде научного доклада, а также при создании разовых диссертационных советов, что в свою очередь было закреплено решением Правительства Российской Федерации в октябре 2023 г. [2].

С 1 января 2024 года изменился статус Всероссийского научно-производственного журнала «Зернобобовые и крупяные культуры».

В 2023 году произошли изменения в сфере государственной научной аттестации и категорировании изданий, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК. С учётом экспертной оценки, проведённой экспертными Советами ВАК по каждой научной специальности, по которой журнал входил в Перечень рецензируемых научных изданий, сформирован итоговый список изданий, распределённый по категориям – K1, K2, K3, утверждённый с 01. 01. 2024 г. Министерством науки и высшего образования РФ сроком на 3 года. Журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» отнесён к второй категории – K2 **по пяти специальностям:**

1.5.7. Генетика (сельскохозяйственные науки);

1.5.9. Ботаника (сельскохозяйственные науки);

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (биологические науки);

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки);

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки) [3].

Статьи в научных журналах будут приниматься диссертационным советом в зависимости от установленной для каждого издания категории по результатам анализа его научной значимости, который включает многоэтапную оценку изданий с учетом количественных (наукометрических) показателей, а также качественной (экспертной) оценки по каждой научной специальности, представленной в журнале.

Журналы, входящие в международные базы данных Web of Science, включая RSCI, Scopus, PubMed, MathSciNet, zbMATH и другие, приравниваются **к изданиям категории K1**, в том числе российские и зарубежные журналы, индексируемые в Q1, Q2, Q3, ANCI, RSCI и одновременно входящие в Перечень рецензируемых научных изданий. При этом требование об обязательности наличия публикаций в журналах, индексируемых в указанных базах данных, в настоящее время не применяется. **К категории K2** отнесены журналы перечня ВАК на основании рейтингования и российские журналы, индексируемые в Q4 и ESCI. **К категории K3** отнесены журналы перечня ВАК на основании рейтингования и зарубежные журналы, индексируемые в Web of Science, включая RSCI, Scopus и в Q4 [4].

Категорирование научных изданий повысит статус состоявшихся авторитетных рецензируемых изданий, систематически публикующих результаты передовых научных исследований, проводимых ведущими учёными, а также будет являться стимулом для развития научных изданий.

Перечень формируется по отраслям науки, для удобства пользователей на сайте предусмотрен расширенный поиск по предметной области.

На протяжении всего времени редакция журнала «Зернобобовые и крупяные культуры» придерживается политики повышения уровня публикаций, пропаганды отечественной науки, основываясь на этических нормах и принципах в подготовке к публикации в научно-информационное пространство.

В журнале публикуются результаты завершённых фундаментальных и прикладных исследований, аналитические обзоры, информационные сообщения о новых селекционных достижениях, об организации и проведении Центром различных научных мероприятий: съездов, конференций, научно-методических семинаров, Дней поля, круглых столов. **Журнал индексируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) <http://eLIBRARY.RU>.** По данным научно-электронной библиотеки ELIBRARY.RU за 2012-2024 гг. опубликовано 49 номеров журнала, общее число статей – 958, среднее число статей в выпуске – 20.

С 2018 года статьям, публикуемым в журнале «Зернобобовые и крупяные культуры», присваивается цифровой идентификатор объекта **DOI** или современный стандарт обозначения представления информации в сети Интернет, используемый всеми крупнейшими международными научными организациями и издательствами. При присвоении научной работе **DOI** её название, аннотация и используемые в ней ключевые слова направляются во всемирную общедоступную базу научных данных, в результате чего работа становится доступной для поиска ученым всего Мира. **DOI** повышает вероятность цитирования работы, а рост количества цитируемости статей автора автоматически повышает его индекс цитирования и личный индекс Хирша – важнейшие наукометрические показатели на современном этапе развития науки.

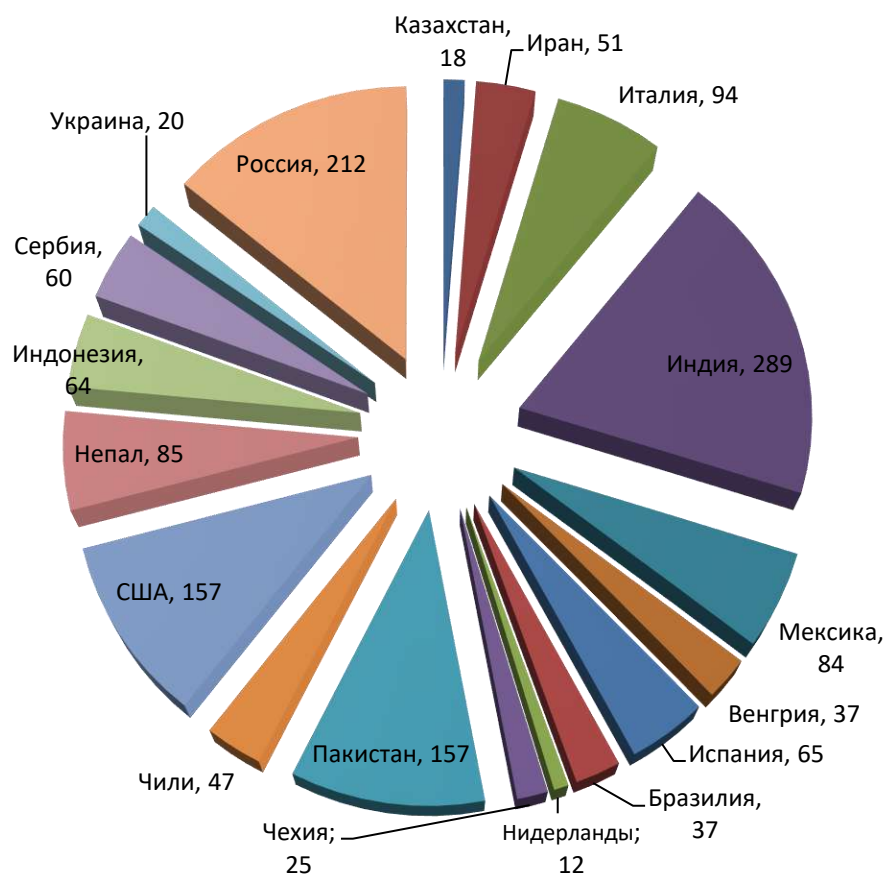
За годы деятельности журнала изменялся и Импакт-фактор РИНЦ – это численный показатель важности журнала, который рассчитывается на основе данных по цитированию его в РИНЦ за предыдущие два года или пять лет. Иными словами это численный показатель цитируемости статей, опубликованных в данном научном журнале. **Импакт-фактор РИНЦ журнала (2022 г.) = 1,070 [5].**

Публикации в журнале «Зернобобовые и крупяные культуры» имеют определённое влияние на многие наукометрические показатели, по которым отчитываются не только авторы статей, но и организации о научной продукции.

С 2013 года метаданные всех выпусков журнала индексируются в базе Международной информационной системы AGRIS ФАО ООН <http://agris.fao.org>

AGRIS (Agricultural Research Information System) – это международная информационная система по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям, действующая под эгидой ФАО (международной организации по сельскому хозяйству и продовольствию при ООН). Система была создана странами-членами ФАО с целью распространения знаний о передовых способах ведения сельского хозяйства и начала функционировать в 1975 г. В настоящее время АГРИС индексирует книги, журнальные статьи, монографии, включая научные и технические отчёты, диссертации, доклады конференций в области продовольствия и сельского хозяйства.

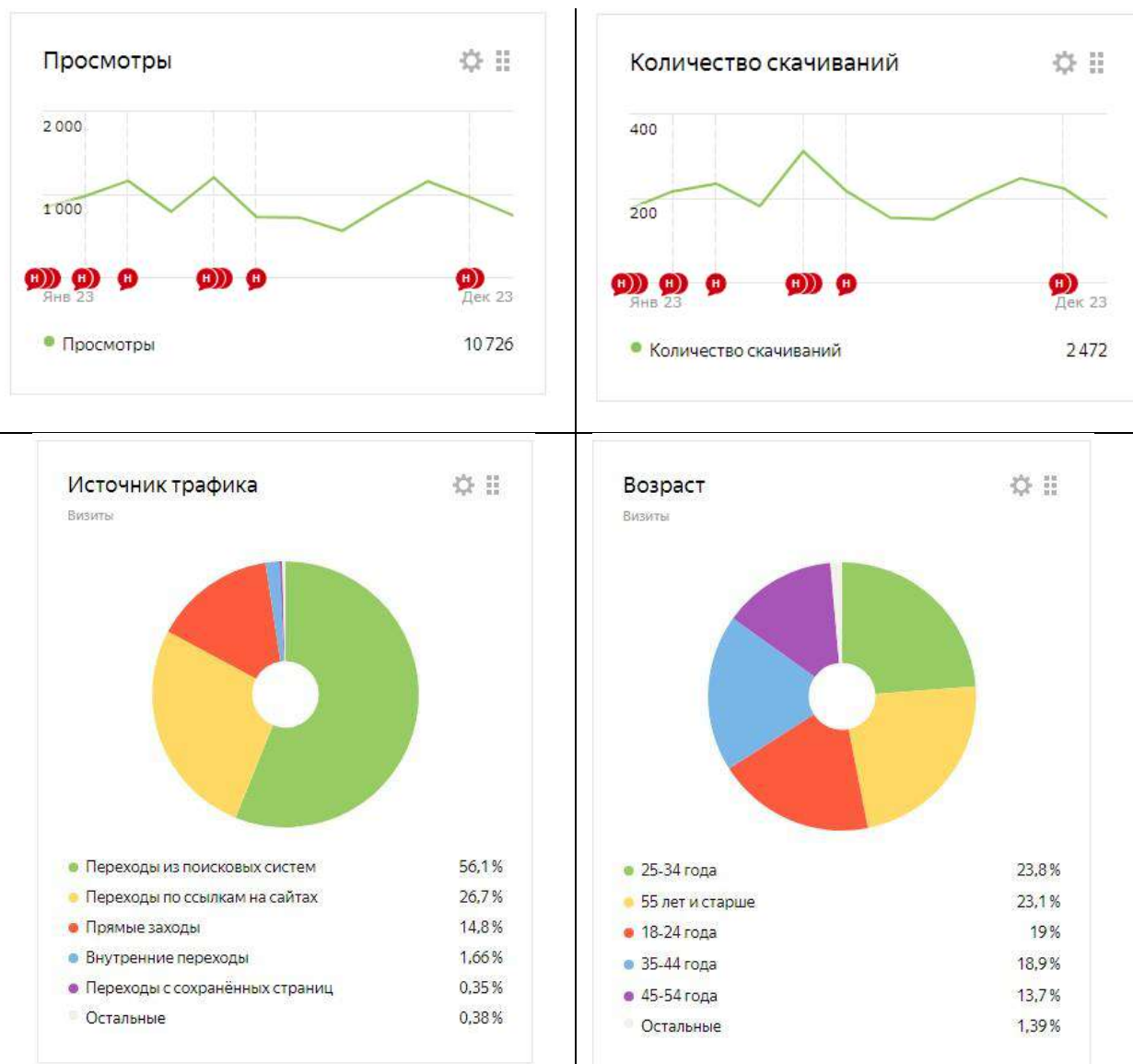
Посетителям сайта AGRIS сегодня доступны метаданные 749 научных статей журнала «Зернобобовые и крупяные культуры», включая № 1 (49) за 2024 г. [6]. Нашу страницу RU6 просматривали представители зарубежных стран: Казахстан, Иран, Италия, Индия, Мексика, Венгрия, Испания и другие. На рисунке представлено количество просмотров метаданных журнала «Зернобобовые и крупяные культуры», размещенных в базе данных AGRIS за 2013 – 2023 годы.



В январе 2024 года журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» награжден знаком активного провайдера базы данных AGRIS.



Одним из важных показателей для журнала является количество скачиваний и просмотров посетителями. Для примера можно привести данные Яндекс-метрики по скачиванию научных статей с сайта <https://journal.vniizbk.ru> за 2023 год (рис.). Так, было 10726 просмотров и 2472 скачивания, причём скачивание не ограничивалось территорией России, отмечено скачивание Белоруссией, Украиной, Азербайджаном, Казахстаном, США, Китаем, Турцией.



Публикация статей в престижном журнале играет важную роль, чтобы представить результаты широкой аудитории, получение финансирования научных исследований, обязательное условие для получения допуска к защите кандидатской и докторской диссертации. Редакция журнала «Зернобобовые и крупяные культуры» приглашает уважаемых авторов к публикации статей и надеется на взаимовыгодное сотрудничество с научными учреждениями для оформления подписки на журнал. Правила и требования к публикации статьи представлены на сайте журнала.

Литература

1. Грядунова Н.В. О деятельности журнала «Зернобобовые и крупяные культуры» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 4 (20). – С.4-6.
2. Правительство Российской Федерации утвердило постановление о категорировании российских научных изданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rier.ru/activity/events/sobytiya/3996589/> (Дата обращения 28.04.2024)
3. Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (по состоянию на 20.02.2024 года) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=91107547002&f=22243> (Дата обращения 28.03.2024)

4. Итоговое распределение журналов Перечня ВАК по категориям К1, К2, К3 в 2023 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=92685697002&f=22459> (Дата обращения 28.03.2024)
5. Информация об издании журнала «Зернобобовые и крупяные культуры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elibrary.ru/title_profile.asp?id=37602 (Дата обращения 28.03.2024)
6. AGRIS - International System for Agricultural Science and Technology. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://agris.fao.org/search/en?filters=%7B%22providers%22:\[%7B%22operator%22:%22any%22,%22values%22:\[%22122399%22\]%7D\]%7D&](https://agris.fao.org/search/en?filters=%7B%22providers%22:[%7B%22operator%22:%22any%22,%22values%22:[%22122399%22]%7D]%7D&) (Дата обращения 28.03.2024)

References

1. Gryadunova N.V. About activities of journal «Legumes and Groat Crops»./ *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, -2016, no. 4(20), pp.4-6. (In Russ.)
2. The Government of the Russian Federation approved the resolution on the categorization of Russian scientific publications [Electronic resource]. – Available at: <https://riep.ru/activity/events/sobytiya/3996589/> (accessed 28.04.2024)
3. List of peer-reviewed scientific editions in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of sciences, for the degree of doctor of sciences should be published (as of 20.02.2024) Available at: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=91107547002&f=22243> (accessed 28.03.2024)
4. Final distribution of High Attestation Commission List journals by K1, K2, K3 categories in 2023. Available at: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=92685697002&f=22459> (accessed 28.03.2024)
5. Information about the publication of the journal "Legumes and groat crops" [Electronic resource]. – Available at: https://www.elibrary.ru/title_profile.asp?id=37602 (accessed 28.03.2024)
6. AGRIS - International System for Agricultural Science and Technology. Available at: [https://agris.fao.org/search/en?filters=%7B%22providers%22:\[%7B%22operator%22:%22any%22,%22values%22:\[%22122399%22\]%7D\]%7D&](https://agris.fao.org/search/en?filters=%7B%22providers%22:[%7B%22operator%22:%22any%22,%22values%22:[%22122399%22]%7D]%7D&) (accessed 28.03.2024)

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОГРЕССИВНОЙ СЕЛЕКЦИИ *Pisum sativum L.*

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

А.Н. ЗЕЛЕНОВ, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0001-6909-0161

А.А. ЗЕЛЕНОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0003-4544-7845

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

*ООО «ПЛАСТИЛИН», Москва

E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

В настоящей работе переломные этапы прогрессивной селекции гороха обозначены как селекционные поколения. Первое представлено длинностебельными, полегающими листочковыми сортами. Переход на короткостебельность листочковых сортов второго поколения вдвое увеличил семенную продуктивность и несколько снизил полегаемость. Усатые сорта третьего поколения обеспечили относительную устойчивость ценоза, но биологически стебель остался лианообразным. Все преобразования прошли путём повышения до биологически возможного предела $K_{хоз}$ при неизменном уровне биоэнергетического потенциала, который в первом приближении оценивается величиной общей биомассы.

Дальнейший прогресс осуществляется за счёт вовлечения в селекцию форм гороха с предковыми признаками, архитектура листа и фотосинтетический потенциал которых контролируется двумя супергенами: хамелеон (*af uni^{tac}*), рассечённолисточковая (*af tac^A*), многократно непарноперистая (*af tl^W*). Однако, они недостаточно устойчивы к полеганию. Допущенные к использованию в России сорта морфотипа хамелеон Спартак и Ягуар представляют четвертое селекционное поколение.

Радикальное преобразование *Pisum L.* следует ожидать от неотенической, филогенетически гетерофильной формы Трифоль, с использованием которой уже получены высокопродуктивные, неполегающие линии. Принимая во внимание синтению *Medicago Truncatula* с геномом гороха и наличие у него ряда сходных признаков, высказано предположение о происхождении *Pisum L.* от одного из представителей *Medicago L.*

Ключевые слова: горох, филогенез, неотения, биоэнергетический потенциал, прогрессивная селекция, морфотип, сорта.

Для цитирования: Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Филогенетические аспекты прогрессивной селекции *Pisum sativum L.* Обзорная статья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):11-19. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-11-19

PHYLOGENETIC ASPECTS OF PROGRESSIVE BREEDING *Pisum sativum L.* REVIEW ARTICLE

A.N. Zelenov, A.A. Zelenov*

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

*ООО «PLASTILIN», Moscow

Abstract: In this paper, the turning points of progressive pea breeding are designated as breeding generations. The first is represented by long-stemmed, lodging leafy varieties. Switching to short-stemmed leafy varieties of the second generation doubled seed production and slightly reduced lodging. Third-generation tendrill varieties provided relative cenosis stability, but

biologically the stem remained liana-like. All transformations took place by increasing to the biologically possible limit of harvest index at the same level of bioenergy potential, which in the first approximation is estimated by the value of total biomass.

Further progress is being made by involving in breeding pea forms with ancestral traits whose leaf architectonics and photosynthetic potential are controlled by two supergenes: chameleon (af uni^{tac}), dissected leaflet (af tac^A), multipinnate (af tl^W). However, they are not resistant enough to lodging. The chameleon morphotype varieties Spartak and Jaguar, approved for use in Russia, represent the fourth breeding generation.

A radical transformation of Pisum L. should be expected from the neotenic, phylogenetically heterophyllic form Trifol, with the use of which highly productive, non-lodging lines have already been obtained. Taking into account the synteny of Medicago Truncatula with the pea genome and the presence of a number of similar characters in it, it has been suggested that Pisum L. originated from one of the representatives of Medicago L.

Keywords: pea, phylogeny, neoteny, bioenergy potential, progressive breeding, morphotype, varieties.

«Настоящее своим существованием обязано прошлому, и часто можно проследить поразительные связи сквозь горы времени, [...] преемственность между климатами и ландшафтами разных эпох. А осознав, что так было в прошлом, мы начинаем думать о будущем...».

А.А. Гангнус «Через горы времени», 1973

Сформулированный Н.И. Вавиловым более ста лет назад (1920) *Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости* стал эффективным руководством по поиску, мобилизации и использованию генетических ресурсов для селекции. При этом великий биолог обратил внимание на «глубокую эволюционную сущность сходства наследственной изменчивости у родственных организмов. Всеобщность этого явления определяется прежде всего генетическим единством эволюционного процесса и происхождения, родством». Отражение этого Закона проявляется во вновь обнаруженных признаках предковых форм, которые способствовали прогрессу современных сортов.

Прогресс в селекции определяется прежде всего увеличением продуктивности. Для этого «если исходить из того, что человек был уже вторым после природы селекционером, то не следует ли с учётом современных потребностей и возможностей тщательно проанализировать все варианты не только искусственного, но и естественного отбора растений» (А.А. Жученко, 2009).

Детальное исследование результатов искусственного отбора в селекции гороха провели физиологи ФНЦ зернобобовых и крупяных культур и выявили переломные этапы эволюционного развития в культуре [1, 2]. Эти этапы были увязаны со временем создания сортов: 1930-1940, 1960-1970, 1980-1990. В литературе, начиная, пожалуй, с выдающегося для послевоенного времени сорта Рамонский 77, вновь созданные сорта часто стали обозначать просто «сортами нового поколения». В последующем ни один из них не «постарел».

Для большей определенности предлагаем, как это принято в технике, классифицировать поколения создаваемых сортов гороха в хронологическом порядке в соответствии с их биологическими и хозяйственными характеристиками. Отправной («нулевой») точкой отсчёта поколений считаем возделывавшиеся в России ещё в самом начале прошлого века сорта народной селекции: белый, серый, крупносемянный, мелкосемянный, скороспелый, «пучковый», «тычковый», «сахарный», «ползунок» (Л.И. Говоров, 1937).

Сорта гороха **первого селекционного поколения** создавали, в основном, в первой половине XX столетия. Стебель длинный: в условиях Среднерусской лесостепи 90-140 см, полегающий. Листья листочковые («обычные»). Соцветия 1-2 цветковые. Максимальная урожайность семян порядка 30 ц/га. В опытах ФНЦ ЗБК уборочный индекс ($K_{хоз}$) составлял

25-30%. Уборка двухфазная: скашивание, затем подбор и обмолот валков. Сорта: Капитал (Швеция); Рамонский 77, Красноуфимский 70, пелюшка Малиновка (СССР, Россия); Уладовский 303, Неосыпающийся 1 (СССР, Украина).

Сорта **второго селекционного поколения** отличаются укороченным до 60-70 см стеблем, контролируемым аллелем *le*. Благодаря этому, повысилась устойчивость растений к полеганию. Они стали пригодными для прямого комбайнирования. $K_{хоз}$ увеличился до 45-50%, а максимальная урожайность возросла до 60 ц/га. Листья листочковые. Сорта: Орловчанин, Темп, Флагман (детерминантный – *deh*), укосная пелюшка Зарянка (СССР, Россия); Смарагд (Чехия), Флаванда (Нидерланды).

Сорта **третьего селекционного поколения** характеризуются усатым типом листа, контролируемым аллелем *af*, и короткостебельностью (*le*). Сцепленные развитыми усиками растения в большинстве случаев не полегают до самой уборки. Однако, лианообразная жизненная форма стебля все же сохраняется. Коллекционные образцы за долгие годы пересева без отбора усиливают склонность к полеганию. В связи с активным продукционным процессом, несмотря на сократившуюся ассимиляционную поверхность, по урожайности семян усатые сорта не уступают листочковым второго поколения. Однако, их $K_{хоз}$ достигал 55-65% [3]. Сорта: Орлус, Батрак (*deh*), Флагман 5 (*deh*), Мультик, Таловец 70, усатые пелюшки Алла, Флора (СССР, Россия); Норд, Фараон (Россия, Украина); Мадонна (Германия), Вельвет (Чехия), Рокет (Дания).

Прогресс в селекции на увеличение семенной продуктивности сортов первых трех селекционных поколений проходил путем совершенствования морфофизиологической структуры растения и перераспределения донорно-акцепторных отношений за счет увеличения использования семенами элементов питания и повышения $K_{хоз}$, который достиг биологически возможного предела. Но при этом *величина общей биомассы растения (биоэнергетического потенциала) не изменилась*.

Рост урожайного потенциала сопровождался ослаблением устойчивости к биологическим и абиотическим стрессорам и снижением массовой доли белка в семенах [4, 5]. Отмечено, что «высокий индекс урожая [...] обычно снижает экологическую устойчивость растений» вследствие того, что «в процессе селекции человек изменил направление ассимилятов, направив их значительную часть на формирование урожая, [...] в результате чего значительно сократился биоэнергетический потенциал защитно-компенсаторных реакций культурных растений» (А.А. Жученко, 2009).

Поэтому в разработанной А.А. Жученко системе адаптивной селекции при моделировании перспективных сортов сельскохозяйственных культур величина уборочного индекса должна оставлять место для формирования адаптивного потенциала, реализуемого путем фотосинтеза за счет даровой солнечной энергии. Критерием селекционного прогресса должно быть увеличение биоэнергетического потенциала растения в целом.

Таким требованиям соответствует гетерофильная форма *хамелеон*, представляющая **четвертое селекционное поколение** гороха. Гетерофиллия у неё обусловлена рецессивным эпистазом аллеля *af* по отношению к аллелю усиковой акации *uni^{lac}* при высокой концентрации продуктов ассимиляции в конусе нарастания стебля. В связи с удвоением числа функционирующих генов все хлорофилл-содержащие органы превосходят листочковые и усатые формы по концентрации пигментов и по фотохимической активности хлоропластов.

В условиях интенсивной агротехнологии они превышают другие морфотипы по общей биомассе и урожайности семян при меньшем уборочном индексе. Так, в опытах 2020-2022 гг. средняя урожайность листочковых сортов составила 37,5 ц/га, усатых – 39,2, хамелеонов – 43,9 ц/га. $K_{хоз}$, соответственно, был равен 44,2; 47,8 и 41,0%. Вследствие этого растения морфотипа хамелеон, в целом, отличаются повышенной стрессоустойчивостью, а также накапливают больше белка в семенах [6, 7]. В Российской Федерации допущены к использованию созданные в ФНИЦ ЗБК сорта Спартак (совместно с Орловским госагроуниверситетом им Н.В. Парахина) и Ягуар. Их максимальная урожайность семян в госиспытании превышает 65 ц/га.

В настоящее время селекционеры работают над созданием сортов гороха как второго, так и третьего и четвёртого поколений. Их принадлежность к тому или иному поколению сроками создания не определяется. Так, в ФНЦ ЗБК в 2005 г. одновременно были созданы и переданы на государственное испытание листочковый сорт второго поколения Темп, усатый сорт третьего поколения Фараон и сорт четвертого поколения Спартак. В итоге все три сорта нашли свою агроэкологическую нишу, успешно прошли госиспытание и были допущены к использованию.

В поиске дальнейшего прогресса наше внимание было обращено на выбор типа листа с эффективно функционирующим фотосинтезом. В.Л. Комаров высоко оценивал достоинства листьев из семейства бобовых. «От листа плауновых до листа гороха пройден сложный и долгий путь, приведший к выработке прекрасного, пластичного, сообразно условиям среды, аппарата фотосинтеза; фотосинтез же, как известно, – это главный физиологический процесс зелёных растений» (В.Л. Комаров, 1961).

Р. Арел (1994) считает, что в нынешнее время глобального потепления с повышением углекислоты в воздухе перспективу имеют растения с C_3 – фотосинтезом, в том числе и горох, 9/10 продолжительности эволюции которых прошла в условиях 10-кратной концентрации CO_2 . Поэтому необходимый для современного прогресса материал целесообразно искать в предковых формах.

Бельгийский палеонтолог Луи Долло сформулировал *Закон о необратимости эволюции* (1893), согласно которому при повторении условий прошлого предковые формы не возникнут вновь. Но российский исследователь П.П. Сушкин показал (1915), что возможен возврат (реверсия) отдельных предковых признаков [8:358-359]. В современной литературе повторное появление предкового признака чаще обозначается как *рекапитуляция*.

Сложный и долгий путь эволюции листа гороха, вообще говоря, можно проследить при сопоставлении современных видов и предковых ископаемых остатков. Но из-за неполноты палеоботанического материала это составляет большую трудность, на что обратил внимание ещё Чарльз Дарвин (1952:333): «я смотрю на геологическую летопись, как на историю мира, не вполне сохранившуюся, написанную на изменившемся наречии, – историю, из которой у нас имеется только один последний том, относящийся к двум или трём странам: от этого тома сохранилась лишь там и сям краткая глава, и от каждой страницы уцелело местами только по несколько строчек».

Поэтому «при отсутствии очевидности правилом мудрого должна быть наибольшая вероятность». Этим советом древнеримского философа и государственного деятеля Цицерона (I век до н.э.) воспользовался А.Л. Тахтаджян в работе над книгой «Происхождение и расселение цветковых растений» [9]. Не претендуя на исключительность, авторы этого обзора в меру своей компетентности использовали правило Цицерона при установлении гомологии рекапитулянтных признаков с предковыми.

Расщепённолисточковая форма гороха возникла спонтанно в посеве детерминантного (*deh*), усатого сорта Батрак. В отличие от формы хамелеон, ее архитектура листа контролируется *комплементарным* взаимодействием аллеля *af* и аллеля усиковой акации *tac*^A. Расщепённолисточковые растения гомофильны. Полагаем, что гены *Tac*^A и *Uni*^{tac} идентичны, а их фенотипическое проявление в гетерозиготе определяется эффектом положения [10].

В работах по расшифровке генома гороха отмечена «заметная синтения с геномами винограда, папайи и тополя. По А.Л. Тахтаджиану [8] бобоцветные и виноградные происходят от общего предка камнеломковых (*Saxifragales*), обладающего расщепённым листом. На каком-то этапе эволюции после дивергенции этот признак перешел в скрытое состояние, но сохранился в генетической «памяти» предшественников пока, спустя около 70 миллионов лет и пройдя огромный путь от тропиков Северной Америки (родина и виноградных и бобовых) до Орловской области России, не появился в селекционном поле ФНЦ ЗБК. Таким образом, в 2002 г. нашей эры в сорте Батрак произошла не *мутация*, как думали раньше, а *рекапитуляция* гена *Tac*^A.

В процессе эволюции «отбираются не признаки, а их комплексы; контролируются не гены, а генные комплексы» [11:234].

В генетической «памяти» рассечёнолисточковой формы наряду с архитектоникой листа сохранилась потребность в ярком солнечном свете, которую они унаследовали от предков винограда, обитавшими «на открытых солнечных местах в виде кустарников; начиная с эоцена, климат становился все более влажным, и на земле лесной ландшафт стал господствующим; предки винограда попали в лесную обстановку, но световая природа растения способствовала выходу на освещенную крышу леса; виноград стал лианой» [12:330].

В наших опытах с нормами высева наиболее высокую урожайность рассечёнолисточковые образцы показали в разреженном (0,9 млн. всхожих семян на га) посеве. Благодаря увеличению освещённости в ценозе и росту интенсивности фотосинтеза, уменьшение числа растений на единицу площади было с избытком компенсировано повышением семенной продуктивности. Точно так же рассечёнолисточковые растения реагируют на увеличение освещённости в смешанном с усатым компонентом посевах (А.А. Зеленов и др., 2015).

Высокая специализация рассечёнолисточковой формы, как и *Pisum L.* в целом, отражается и в безуспешных попытках сформировать неполегающий стебель селекционными методами.

Рассечёнолисточковые линии превосходят другие морфотипы по интенсивности фотосинтеза (В.И. Панарина, 2011), другим фотосинтетическим показателям [10] и формируют биомассу на 11-50% превосходящую высокоурожайный листочковый сорт Орловчанин при меньшем $K_{хоз}$. Поэтому доля и абсолютное количество биологической энергии, приходящейся на защитно-компенсаторные реакции у них выше. Причём для этого рассечёнолисточковые растения используют обладающие относительно низкой энергетической «ценой» такие универсальные элементы антиоксидантной неспецифической устойчивости к биологическим и абиотическим стрессорам как каталаза, пероксидаза, аскорбиновая кислота, каротиноиды (А.А. Зеленов и др., 2015).

Селекционные линии рассечёнолисточкового морфотипа, как и форма хамелеон, в полной мере реализуют свой урожайный потенциал лишь при интенсивной и высокой агротехнологии. В благоприятном по погодным условиям 2022 году в НПО «Бетагран-Семена» (Орловская область) урожай семян у линии Рас-1098/8 составил 65,8 ц/га, у сорта Спартак (хамелеон) – 63,6 ц/га; стандартный усатый сорт Гамбит показал 52,8 ц/га. Рассечёнолисточковая линия Рас-1098/8, обладающая высокими показателями неспецифической устойчивости, проявила повышенную устойчивость к мучнистой росе, корневым гнилям и ржавчине.

Представленные данные свидетельствуют о перспективности рассечёнолисточкового морфотипа для адаптивной селекции гороха. На высоком агрофоне линии от сложного внутриморфного скрещивания [(хамелеон х хамелеон) х (хамелеон х хамелеон)] становятся полностью усатыми; аллель uni^{tac} блокируется, на фотосинтез «работает» только аллель af . Это лимитирует урожайный потенциал формы хамелеон. У рассечёнолисточковой формы такого запрета нет (А.Н. Зеленов, А.А. Зеленов, 2022).

Выявленная в середине прошлого века в результате скрещивания усатого (af) и акациевидного (tl^w) генотипов *многократно непарноперистая форма* имеет более древнее по сравнению с рассечёнолисточковой происхождение. Подобными листьями обладали настоящие и семенные папоротники около 300 миллионов лет назад господствовавшие во флоре каменноугольного периода (карбона). От семенных папоротников по мнению А.Л. Тахтаджяна [9] произошли цветковые растения.

По показателям фотосинтеза растения многократно непарноперистого морфотипа близки к рассечёнолисточковым, но формируют биомассу в 1,5-2,0 раза превосходящую листочковый стандарт Орловчанин. Однако по урожаю семян они значительно уступают другим морфотипам, особенно в годы с дефицитом влаги. Предполагается, что это составляет генетическую «память» о тёплом и влажном климате карбона с большой

облачностью и высокой концентрацией углекислоты в воздухе. Растительность тогда была представлена мощными древесными формами хвощей, плаунов, настоящих и семенных папоротников, гингковых и других видов, достигавших до 30 м высоты. Среди папоротников были и лианообразные формы (В.Л. Комаров, 1961; А.А. Гангус, 1973).

Биологические особенности многократно непарноперистой формы гороха изучены недостаточно, и в селекционном отношении она проработана слабо. Известно о высокой интенсивности фотосинтеза, высокой продуктивности биомассы; повышенной массовой доле протеина в семенах с высоким содержанием незаменимых аминокислот в нем; иммунитете растений к мучнистой росе (А.Н. Зеленев и др., 2014); повышенной устойчивости ряда линий к осмотическому и водному стрессу (Г.В. Соболева и др., 2018). Недостатком является слабая устойчивость стебля к полеганию при отсутствии усиков.

В Новосибирском Институте цитологии и генетики в результате комбинации аллелей tl^w и обнаруженного там $ins2$ выявлен рекапитулянт с характерными для Мимозовых и Цезальпиниевых *дважды перистыми листьями без усиков* [13]. По данным В. Sharma (1981) генотип подобной архитектоники листа определяется взаимодействием трех аллелей: $tl\ tac\ af$. tac – предложенное Барламом Шарма первоначальное обозначение аллеля uni^{tac} .

Дважды перистая форма без усиков с генотипом $tl^w\ uni^{tac}\ af$, обозначенная В – агримут, выделена нами в ходе перманентного формообразования детерминантной (deh) усатой линии Ус.-93-1378. Рекапитулянт В – агримут и созданные на его основе селекционные линии с таким же типом листа отличаются высокой массовой долей протеина в семенах, но сильно полегли и по семенной продуктивности преимущества не имели, хотя по биомассе превышали исходную форму.

В результате гибридизации многократно непарноперистой линии Пап-485-4 с рассечённолисточковым рекапитулянтом получена *дважды перистая с рассечёнными листочками и усиками* форма А – агримут ($tl^w\ tac^A\ af$). Усики у этой формы короткие, стебель полегает, и в селекционном процессе она пока не включена (А.Н. Зеленев и др., 2014).

На появление рекапитулянтов как в эмбриональном, так и во взрослом состоянии организма обратил внимание еще Ч. Дарвин (1952:413-421). Детальные исследования в этом направлении провел Ф. Мюллер, и на их основании Э. Геккель в 1872 г. сформулировал «основной биогенетический закон»: «онтогенез есть краткое повторение (рекапитуляция) филогенеза», а «филогенез есть механическая причина онтогенеза» [8:316-317].

Рекапитуляции свидетельствуют о происхождении эволюции путем *надставок*. По И.И. Шмальгаузену надставки в наибольшей степени обеспечивают целостность онтогенеза в эволюции. «Как в атоме заполнение вышележащих электронных уровней следует лишь после насыщения нижележащих». Надставки удлиняют онтогенез. Одним из механизмов противодействия этому является эмбрионизация. У животных в форме личиночной или внутриутробной фазы. У растений ненужный орган переводится в потенциальное, скрытое состояние на уровне ДНК, которое может длиться миллионы лет.

Формирование архитектоники листа в ходе эволюции, как отражение «основного биогенетического закона» Мюллера-Геккеля, в определенной степени представлено филогенетически гетерофильной формой гороха *Трифоль*, которая создана в результате взаимодействия аллелей $tl^w\ uni^{tac}\ af$ [14]. В отличие от дважды перистой без усиков формы, в данном случае направляющую роль в изменчивости, по-видимому, сыграл аллель редукции прилистников st многократно непарноперистого компонента скрещивания Л-143.

В первой публикации с описанием формы Трифоль не приняты во внимание листья первых трех нижних узлов. А они-то в первую очередь иллюстрируют восторженную характеристику В.Л. Комарова листьев гороха: «от листа плауновых ...». Полагаем, чешуйчатые «низовые» листья первого и второго узлов рекапитулируют линейношиловидные листья морфотипов гороха.

На третьем узле располагается один или пара простых листьев с характерной для Гингко билоба выемкой на вершине листа. Гингковые в эволюции произошли позже плауновых.

Выше по стеблю формируются уже описанные нами «настоящие» сложные листья. Мы представляем, что сложный лист контролируется *супергеном*, т.е. блоком возникших путем дупликаций сцепленных генов, передающихся потомству вместе. Тройчатые листья Трифоля контролируются таким супергеном.

Расшифровка геномов видов бобовых с тройчатыми листьями: *Medicago truncatula* (люцерна), *Lotus japonicus* (лядвенец), *Glycine max* (соя) показала их синтению с геномом гороха. Наибольшее число ортологов отмечено у *M. truncatula* [15]. С этим видом мы не знакомы, но тройчатый лист Трифоля со срединным листочком на длинном черешке соответствует листу люцерны посевной (синей) – *M. sativa* L.

Центр происхождения *Pisum* L. находится в Передней Азии. *M. sativa* L. возникла в Среднеазиатском генцентре, и «как культурное растение начала свой триумфальный путь от Монголии, через оазисы Центральной и Средней Азии в Переднюю Азию и далее в Средиземноморье» [12:658]. Характеризуя Переднеазиатский генцентр, Н.И. Вавилов обратил внимание: «по ряду родов, как *Medicago* [...] здесь развернут могучий видообразовательный процесс, и, по-видимому, фаза образования видов продолжается и до сих пор» (1987).

П.М. Жуковский также отметил, что «в диком состоянии *M. sativa* весьма полиморфен», имеет $2n=16$, легко полиплоидизируется, но также легко происходит деполиплоидизация тетраплоидов, что свидетельствует об их несбалансированности. У некоторых географических разновидностей люцерны посевной листья 5-листочковые [12:657].

В связи с изложенным, вполне вероятно, что ближайшим предком *Pisum* L. был неспециализированный, 5-листочковый, диплоидный ($2n=16$) с двумя негомологичными акроцентрическими (одноплечими) хромосомами, которые путем робертсоновского процесса, [16:562] слились в области центромеры в одну метацентрическую (двуплечую), представитель рода *Medicago* L. После произошедших преобразований вновь сформировавшаяся 14-хромосомная форма стала основателем рода *Pisum* L. и других родов трибы *Vicieae*. На схеме предполагаемого происхождения *Pisum* L. Р.Х. Макашева обозначила эту гипотетическую форму как *предок Vavilovia* (1979:136).

У формы Трифоль выше тройчатых на двух узлах расположены 5-листочковые листья. На этом ярусе образовались первые цветки и плоды. Цветение и плодоношение продолжилось в пазухах последующих узлов с листьями типа усиковой акации: две пары листочков, субапикальная пара усиков и апикальный листочек. С таким набором листьев «вернисаж» закончился.

Переход организма к более ранней по сравнению с предками фазе генеративного развития называется *неотенией*. «Эволюционное значение неотении объясняется тем, что неотенические формы, освободившись от груза специализированных взрослых стадий предков, подвергаются тем самым упрощению и деспециализации, [...] что несомненно расширяет возможности эволюции в новых направлениях, [...] в то время как генотип сохраняет свою сложность. Для дальнейшей прогрессивной эволюции неотенической формы это сохранение генотипа имеет решающее значение [9:13-15].

Ярким подтверждением сказанного служит, в частности, обоснованная А.Л. Тахтаджяном гипотеза о происхождении цветковых от семенных папоротников: «возникновение простых и цельных листьев примитивных цветковых растений из сложнорасчлененных листьев семенных папоротников могло произойти лишь в результате сильного упрощения, вызванного остановкой на ранней, ювенильной стадии развития» (А.Л. Тахтаджян, 1954).

Изучение генетических особенностей формы Трифоль показало рецессивное моногенное наследование филогенетической гетерофиллии. В F_1 комбинации Рас-9/16 (рассеченнолисточковый) x Трифоль все растения были *листочковые*. В F_1 ТМ-06-452 (хамелеон) x Трифоль все растения были *усатые*. Доминирование *Af* обусловлено эффектом положения *Uni^{lac}*.

В F₂ ТМ-06-452 х Трифоль выделилась уникальная форма *Кентавр*. На её стебле выше низовых листьев расположены пять узлов с тройчатыми листьями. Ещё выше на всех узлах все листья усато-редколисточковые. Создается впечатление прививки верхушки растения хамелеона на стебель Трифоля, что ассоциируется с мифическим конем, увенченным торсом и головой человека.

Стебель Кентавра достигает длины 120 см, слабо зиг-загообразный, 4-гранный, *ветвистый* с пятью продуктивными ветвями, жесткий, *неполегающий*. В 2023 г. на главном стебле и ветвях сформировалось 39 бобов со 173 среднемелкими, желтыми, морщинистыми семенами.

Высокой семенной продуктивностью отличились также среднестебельные (около 100 см) растения с таким же, как у Кентавра, неполегающим стеблем, но отличающиеся только одним узлом с тройчатым листом. Верхние листья усато-редколисточковые. На этих растениях образовалось от 20 до 44 бобов с 86-176 средними, шаровидными, гладкими, светло-желтыми семенами.

Таким образом, благодаря неотении, удалось преодолеть наиболее трудный в селекции гороха биологический запрет на неполегаемость стебля. При этом следует учитывать, что «изменение жизненной формы растения неизбежно ведет к изменению других признаков вида, к превращению его в конечном итоге в другой вид или даже таксон более высокого ранга» (А.П. Хохряков, 1975).

В прогрессивной селекции необходимо предвидеть будущие признаки и свойства перспективных форм и обладать методами их выявления. «Прогнозирование эволюции будет возможно тогда, когда мы узнаем, какие из признаков предковых форм не проявляются у данного вида, ввиду блокирования существующих (но нефункционирующих) реализованных потенций, и какие потенции полностью утеряны в процессе эволюции» [11:240]. Однако, в работе с неотеническими формами прогноз может быть затруднен возникновением непредсказуемых потенций.

Итак, в настоящем исследовании с акцентом на роль листа, как основного фотосинтезирующего органа растения, определяющего его биоэнергетический потенциал, очерчены основные этапы прогрессивной селекции гороха, в результате которой урожайность семян за время научной селекции увеличилась в 3-4 раза, до 60-70 ц/га. Показан фотосинтетический потенциал листьев предковых рекапитулянтов для использования в прогрессивной селекции. Неотеническая форма Трифоль открывает новые возможности.

Литература

1. Новикова Н.Е., Лаханов А.П., Амелин А.В. Физиологические изменения в растениях гороха в процессе длительной селекции на семенную продуктивность// Доклады ВАСХНИЛ, – 1989. – № 9:16-19.
2. Амелин А.В. Физиологические основы селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2012. – № 1:46-52.
3. Зеленов А.Н., Задорин А.Д., Зеленов А.А., Кононова М.Е. Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2020. – № 1 (33): 4-10. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11147.
4. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Повышение биоэнергетического потенциала растения – актуальная проблема селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2016. – № 4 (20):9-16.
5. Амелин А.В., Чекалин Е.И. Адаптивные способности растений гороха и их изменения в результате селекции (обзорная статья) // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2019. – № 2 (30):4-14. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11081.
6. Зеленов А.Н., Амелин А.В., Новикова Н.Е. Перспективы использования новой селекционной формы гороха хамелеон // Доклады Россельхозакадемии, – 2000. – № 4:15-17.
7. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Зеленов А.А. Первые результаты создания сортов гороха морфотипа хамелеон // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2018. – № 2 (26):10-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10009.

8. Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. – М.: МГУ «Прогресс-Традиция», – 1979. 1999:640 с.
9. Тахтаджян А.Л. Происхождение и расселение цветковых растений. – Л.: «Наука»: – 1970 – 148 с.
10. Зеленев А.Н., Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Новикова Н.Е., Щетинин В.Ю., Борзёнок Г.А., Бобков С.В., Зеленев А.А., Азарова Е.Ф., Уварова О.В. Биологический потенциал и перспективы селекции рассечёнолисточкового морфотипа гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2013, – № 4 (8):3-11.
11. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. – М.: «Наука», – 1969:408 с.
12. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. – Л.: «Колос», – 1971. – 752 с.
13. Berdnikov V.F., Gorel F.J., Bogdanova V.E., Kosterin O.E. Interaction of new leaf mutation *ins2* with *af*, *uni^{lac}* and *tl^w* // Pisum Genetic, – 2000; 32: 9-12.
14. Зеленев А.А., Зеленев А.Н. Новая гетерофилльная форма гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2018. – № 3 (27): 9-11. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1024.
15. Smykal P., Aubert G., Burstin J. et al. Pea (*Pisum sativum* L.) in the Genomic Era // Agronomy, 2012. №2: 74-115.

References

1. Novikova N.E., Lakhanov A.P., Amelin A.V. Physiological changes in pea plants during long-term breeding for seed productivity // *Doklady VASKhNIL*, 1989, no.9, pp. 16-19. (In Russ.)
2. Amelin A.V. Physiological basis of pea breeding // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no.1, pp. 46-52. (In Russ.)
3. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Zelenov A.A., Kononova M.E. Breeding of leafletless pea varieties at FSC Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.1(33), pp. 4-10. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11147. (In Russ.)
4. Zelenov A.N., Zelenov A.A. Increasing the bioenergy potential of a plant is an urgent problem in pea breeding // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no.4(20), pp.9-16. (In Russ.)
5. Amelin A.V., Chekalin E.I. Adaptive abilities of pea plants and their changes as a result of breeding (review article) // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no.2(30), pp.4-14. DOI:10.24411/2309-348X-2019-11081. (In Russ.)
6. Zelenov A.N., Amelin A.V., Novikova N.E. Prospects for using a new breeding form of chameleon pea // *Doklady Rossel'khozakademii*, 2000, no.4, pp.15-17. (In Russ.)
7. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Zelenov A.A. First results of the development of chameleon morphotype pea varieties // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 2(26), pp.10-17. DOI:10.24411/2309-348X-2018-1009. (In Russ.)
8. Vorontsov N.N. Development of evolutionary ideas in biology. Moscow, MGU «Progress-Traditsiya», 1999, 640 p. (In Russ.)
9. Takhtadzhyan A.L. Origin and dispersal of flowering plants. Leningrad, «Nauka», 1970. 148 p. (In Russ.)
10. Zelenov A.N., Zotikov V.I., Naumkina T.S., Novikova N.E., Shchetinin V.Yu., Borzenkova G.A., Bobkov S.V., Zelenov A.A., Azarova E.F., Uvarova O.V. Biological potential and prospects for breeding dissected leaflet morphotype of pea // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2013, no.4(8), pp.3-11. (In Russ.)
11. Timofeev-Resovskii N.V., Vorontsov N.N., Yablokov A.V. A brief sketch of the theory of evolution. Moscow, «Nauka», 1969, 408 p. (In Russ.)
12. Zhukovskii P.M. Cultivated plants and their relatives. Leningrad, «Kolos», 1971, 752 p. (In Russ.)
13. Berdnikov V.F., Gorel F.J., Bogdanova U.E., Kosterin O.E. Interaction of new leaf mutation *ins2* with *af*, *uni^{lac}* and *tl^w* // *Pisum Genetic*, 2000; 32, pp. 9-12.
14. Zelenov A.A., Zelenov A.N. A new heterophyllous form of pea // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 3 (27), pp. 9-11. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1024. (In Russ.)
15. Smykal P., Aubert G., Burstin J. et al. Pea (*Pisum sativum* L.) in the Genomic Era // *Agronomy*, 2012. № 2: 74-115.

ИССЛЕДОВАНИЯ АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ ВИКИ ПОСЕВНОЙ ЯРОВОЙ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. МАЗАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: mazalov-1958@mail.ru

В.Г. НЕБЫТОВ, кандидат биологических наук, E-mail: nebuytov@yandex.ru

В.И. ПАНАРИНА*, кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID ID: 0000-0002-8038-343X, E-mail: ver1183@yandex.ru

Е.Н. МЕРЦАЛОВ*, научный сотрудник, E-mail: motor_technik@mail.ru

ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ
И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

* ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

В статье представлены результаты комплексной оценки адаптивных свойств яровой вики посевной, проведенной в 2021-2023 гг. на территории Орловской области. Целью данной работы было выявить сорта вики посевной яровой наиболее приспособленных к контрастным условиям юго-востока Орловской области. Объектам исследований являлись отечественные сорта яровой посевной вики селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК - Кшень, Ассорти, Ливенка, Ксения, и ФГБНУ ФНЦ «Немчиновка» – Мега и Маринка. Учитывались следующие показатели: устойчивость к стрессу ($Y_{min}-Y_{max}$), компенсаторная способность $(Y_{min}+Y_{max})/2$, коэффициент адаптивности (КА), коэффициент вариации (V), гомеостатичность (Ном), селекционная ценность (Sc), коэффициент регрессии (b_i); коэффициент адаптивности (st^2). Выявлена равная значимость влияния «эффектов среды» на урожайность изучаемых сортов. Установлено, что сорт яровой вики посевной Ксения обладает наиболее адаптивными свойствами при возделывании в условиях юго-востока Орловской области, а менее адаптивным сортом в изучаемых природно-климатических условиях был сорт Мега.

Ключевые слова: вика посевная, сорта, урожайность, стрессоустойчивость, пластичность, стабильность, гомеостатичность.

Для цитирования: Мазалов В.И., Небытов В.Г., Панарина В.И., Мерцалов Е.Н. Исследования адаптивных свойств сортов вики посевной яровой в условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):20-29. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-20-29

STUDIES OF ADAPTIVE PROPERTIES OF VARIETIES OF SPRING VETCH IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION

V.I. Mazalov, V.G. Nebytov, V.I. Panarina*, E.N. Mertsalov*

SHATILOVO AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION – BRANCH OF FSBSI
FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

* FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: The article presents the results of a comprehensive assessment of the adaptive properties of spring vetch, carried out in 2021 - 2023 on the territory of the Orel region. The purpose of this work was to identify varieties of spring vetch most adapted to the contrasting conditions of the southeast of the Orel region. The objects of research were domestic varieties of spring common vetch bred by the FSBSI Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops - Kshen, Assorti, Livenka, Ksenia, and the FSBSI Federal Research Center "Nemchinovka" - Mega and Marinka. The following indicators were taken into account: resistance to stress ($Y_{min}-Y_{max}$),

compensatory ability ($Y_{min}+Y_{max}$)/2, adaptability coefficient (KA), coefficient of variation (V), homeostaticity (Hom), breeding value (Sc), regression coefficient (b_i); adaptability coefficient (st^2). The equal significance of the influence of “environmental effects” on the yield of the studied varieties was revealed. It has been established that the spring vetch variety Ksenia has the most adaptive properties when cultivated in the south-east of the Orel region, and the Mega variety was less adaptive in the climatic conditions studied.

Keywords: vetch, varieties, yield, stress resistance, plasticity, stability, homeostaticity.

Вика посевная яровая имеет широкий ареал распространения в РФ, традиционно возделывается в занятом пару в виде ценного бобового компонента в смешанных посевах с овсом, ячменем, яровой пшеницей и другими культурами [1, 2-6]. Зеленая масса вики используется на корм животным, приготовления сена, силоса, сенажа и травяной муки. Кормовая ценность семян вики определяется высоким содержанием и аминокислотным составом белка, низким клетчатки. Зерно и виковая мука используются в качестве белковой кормовой добавки в комбикормах при скормливании животным и птице [7]. Дефицит кормового белка в рационах животных необходимо удовлетворять за счет кормов растительного происхождения. В этой связи, повышение урожайности зерна вики посевной яровой, его качества приобретает особую значимость. Вика с полегающим хорошо облиственным длинным стеблем, формирует значительную вегетативную массу, подавляя сорные растения, считается наилучшим предшественником для яровых, озимых зерновых, пропашных культур. По данным Н.И. Васякина (2002) вика, используя азот атмосферы посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium* на корнях, повышает плодородие почвы, накапливая за вегетационный период до 100 кг азота. Поэтому особое значение приобретает выявление сортов культуры с повышенной азотофиксирующей способностью. Неблагоприятные погодные условия для возделывания влаголюбивого растения вики посевной яровой, связанные с ростом температуры воздуха, повторяющимися засухами мая и июня, приводят к снижению урожая семян и вегетативной массы с большими колебаниями испытываемых сортов культуры по годам.

Приоритетным направлением на протяжении четырех этапов селекции вики посевной яровой на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции являлось создание сортов, устойчивых к болезням, сочетающих высокую урожайность зеленой массы, сена, семян и скороспелость с приспособленностью к контрастным погодным условиям. Первые опыты, в которых сравнивались выписанные из торгового дома Э. Иммер «сорта» яровой вики с белой и черной окраской оболочки семян были проведены в 1899-1900 гг. По результатам В.В. Винера (1906) «сорт» вики с белой оболочкой семян, отличался высоким урожаем зерна, «сорт» с черной оболочкой семян характеризовался коротким периодом вегетации. С организацией селекционного отдела в 1912 году, научная селекция с использованием индивидуального, массового и семейственного отборов из местных популяций вики яровой и озимой мохнатой была начата соответственно в 1913 и 1914 гг. П.И. Лисицын (1928) в статье писал, что отдел селекции ставил своей первой задачей создание сортов, которые вместе с высоким качеством и количеством урожая совмещали бы устойчивость урожая в неблагоприятных внешних условиях. Основной задачей селекции второго этапа (1925-1932 гг.) стало получение исходного материала из местных популяций для создания сортов с ранним дружным вызреванием вики на зерно и высокой укосной массой. В этот период Д.И. Введенский (1929) разработал методические вопросы оценки селекционного материала яровой вики в направлении отбора по морфологическим показателям. Методом индивидуального отбора из местных популяций были выделены сорта яровой вики Шатиловская 168, 175, 186 и массового отбора сорта с черной семенной оболочкой Шатиловская 54, 55, 56, 59, 74. В довоенный период в Орловской области было сосредоточено семеноводство яровой вики, осуществлялись поставки семян в северные районы. Местные популяции и районированный позднеспелый сорт Льговская 31-292 (оригинатор – Льговская опытно-селекционная станция, 1939 г.) не всегда вызревали, поражались ржавчиной и не устойчиво гарантировали товарное семеноводство культуры. С

1955 года селекция яровой вики была возобновлена, о чем пишет Е.Ф. Ильина (1966) и в селекционной работе наряду с применением метода индивидуально группового отбора стали использовать гибридные популяции. Из местной популяции методом многократного массового и последующего индивидуально группового отборов был создан устойчивый к ржавчине сорт вики яровой Белосемянная, районированный в Орловской области в 1971 году.

Актуальным направлением возобновленного с 2004 года четвертого этапа селекции вики посевной яровой стало совместное с ФНЦ ЗБК создание новых сортов, устойчивых к болезням и неблагоприятным факторам среды, сочетающих скороспелость с урожайностью укосной массы и семенную продуктивность [8].

Результативность селекционной работы по созданию сортов яровой викой связана с решением проблемы оптимального соотношения скороспелости с высокой стабильной урожайностью семян и зеленой массы, устойчивостью к болезням, адаптацией к биотическим и абиотическим стрессам [9-13]. Перспективным является зернофуражное направление - создание сортов вики яровой с высоким содержанием в зерне сырого протеина и низким - антипитательных веществ [14]. Особую значимость приобретает изучение сортов в экологическом сортоиспытании, с наибольшей степенью адаптации к почвенно-климатическим условиям региона.

Цель исследований заключалась в оценке показателей адаптивных свойств и выявлении сортов вики посевной яровой наиболее приспособленных к условиям Орловской области.

Условия, материалы и методы

Испытания сортов вики проводили на опытном поле Шатиловской СХОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ЗБК, расположенной в Новодеревеньковском районе Орловской области. Объектами исследований в моноценозе являлись сорта Кшень, Ассорти, Ливенка, Ксения селекции ФНЦ ЗБК и Мега, Маринка селекции ФИЦ «Немчиновка».

Среднеспелый сорт вики яровой **Ассорти** был создан индивидуальным отбором из беккросной гибридной популяции (Ad-46В x Нера) x Нера, Включен в Госреестр в 2008 г. по Центральному, Центрально-Черноземному, Средне-Волжскому, Восточно-Сибирскому регионам РФ. Скороспелый, высокопродуктивный по семенам и зелёной массе сорт **Кшень** создан индивидуальным отбором из мутантной популяции Л-83-85 НММ 0,02. Допущен к использованию с 2011 г. по Центральному, Северо-Западному, Волго-Вятскому, Центрально-Черноземному регионам РФ. Среднеранний сорт вики яровой **Ливенка** был создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции Краснодарская 7 x Львовская 31-292. Рекомендован с 2018 г. для возделывания в Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Средне-Волжском и Нижневолжском регионах. Среднеспелый сорт **Ксения** создан индивидуальным отбором из гибридной популяции (Ad-46В x Свердловская 238 x Орловская 4). Включён в Госреестр с 2022 г. по Северо-Западному, Волго-Вятскому, Средне-Волжскому регионам. Скороспелый сорт вики яровой **Мега** создан индивидуальным отбором из номера С-23 (Узуново), отличающихся окраской семенной кожуры. Межсортная гибридизация С – 23 x К 36387(Израиль). Внесён в Госреестр селекционных достижений в 2020 году по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому и Центрально-Черноземному регионам РФ. Новый скороспелый сорт вики яровой **Маринка** создан индивидуальным отбором из межсортной гибридизации ♀ 2275/01 ♂ К 36387 (Израиль). Сорт Маринка устойчив к засухе и переувлажнению, обладает повышенной устойчивостью к переноспорозу, корневым гнилям и другим болезням. Проходит государственное сортоиспытание с 2023 года.

Почва – выщелоченный тяжелосуглинистый, среднемощный чернозем; pH – 5,0; содержание гумуса – 6,5-6,9% (по Тюрину); подвижного фосфора – 80-95 мг/кг и обменного калия (K₂O) 120-130 мг/кг почвы одной вытяжки по Чирикову в модификации ЦИНАО. Предшественник – чистый пар, повторность 4-х-кратная, учетная площадь делянки 50 м². Удобрения внесены под предпосевную культивацию в дозе N₄₅P₄₅K₄₅ кг/га д.в. Данные учета урожаев статистически обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову

(1985), коэффициент регрессии (b_i) и стабильность (S_i^2) урожайности сортов рассчитывали по S.A. Эберхарту и W.A. Раселлу в редакции В.З. Пакудина с соавторами (1984), гомеостатичность (Hom) и селекционную ценность (Sc) по В.В. Хангильдину (1984), стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$), компенсаторную способность ($(Y_{min} + Y_{max})/2$) по А.А. Rossielle и J.B. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005), коэффициент адаптивности (St^2) по Н. А. Соболеву (1980).

Погодные условия в период вегетации вики в 2021-2023 гг. существенно различались. В июне высокие среднесуточные температуры воздуха в 2021, 2022 гг. выше на 3,0°C и 2,3°C, в 2023 г. ниже на 0,9°C среднемноголетних значений, при количестве осадков в августе в 2021 г. – 56%, 2022 г. – 71%, 2023 г. – 63% от нормы, существенно повлияли на рост и развитие растений вики.

Результаты и их обсуждение

Индексы условий среды (I_j), отражающие влияние года на формирование урожайности, составили: в 2021 г. (+0,01); 2022 г. (-0,29), 2023 г. (+0,28). Самые благоприятные условия для формирований высокой урожайности вики сложились в 2023 году ($I_j = +0,28$), неблагоприятные – в 2022 г. ($I_j = -0,29$).

По годам исследований урожайность семян сравниваемых сортов вики посевной яровой существенно варьировала от 1,1 т/га (сорта Ливенка и Мега) до 2,4 т/га (сорта Кшень и Маринка) (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность семян сортов вики посевной яровой, т/га

Сорт	2021	2022	2023	Среднее
Кшень	2,0	1,8	2,4	2,07
Ассорти	1,7	1,5	2,1	1,77
Ливенка	1,6	1,1	1,6	1,43
Мега	1,6	1,1	1,5	1,40
Маринка	1,6	1,4	2,4	1,80
Ксения	1,5	1,3	1,7	1,50
Средний урожай, по сортам (Y_j)	1,67	1,37	1,95	1,66
Индекс условий среды (J_j)	0,01	-0,29	0,28	-
НСР ₀₅	0,5	0,6	0,4	0,3

Из шести испытываемых сортов, между наиболее и наименее урожайными в 2022 г. и 2023 г. сорт яровой вики Маринка отличался наибольшим размахом варьирования урожая семян – 1,0 т/га, меньшим – 0,4 т/га сорта Ксения и Мега. В 2022 году отмечены достоверные – 0,7 т/га различия в прибавках урожая между сортом Кшень и сортами Ливенка и Мега. Самой высокой величиной урожая семян – 2,4 т/га в 2023 году, превысившим на 0,8 т/га сорт Ливенка, на 0,9 т/га сорт Мега и на 0,7 т/га сорт Ксения, выделились сорта Кшень и Маринка. Сорт яровой вики Ассорти отличался высокой урожайностью семян, превысившим на 0,5 т/га и 0,6 т/га сорта Ливенка и Мега. Отмечены существенные, превышающие НСР различия в средней трехлетней урожайности семян между испытываемыми сортами Кшень, Ассорти, Маринка и Мега, Ливенка и Ксения. Сорт Кшень сформировал наиболее высокий средний урожай семян – 2,07 т/га и значимо, на 0,64 т/га прибавкой урожая, превышал сорт Ливенка и на 0,67 и 0,57 т/га сорта Мега и Ксения. Сорт Ассорти значимо превысил по урожайности на 0,34 и 0,37 т/га сорта Ливенка и Мега. По урожайности сорт Маринка на 0,37 и 0,40 т/га существенно превышал сорта Ливенка и Мега. Среди исследуемых сортов вики яровой посевной Кшень, Ассорти и Маринка существенных (превышающих НСР) различий по урожайности не обнаружено.

При выборе из сравниваемых в опытах сортов вики яровой наиболее приспособленного к местным условиям применяют разнообразные методы оценки [15, 16]. В своей работе А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылева (1997) пишут, что в генотип-средовом взаимодействии не существует универсального показателя, способного оценить различия вычисляемых величин

стрессоустойчивости, пластичности и стабильности исследуемых признаков сортов, в том числе урожая, в разнообразных условиях среды.

Дисперсионный анализ позволяет разложить дисперсию изучаемого количественного признака на эффекты среды, генотипа, их взаимодействия с последующей оценкой значимости исследуемых факторов по F критерию. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа определена не часто встречаемая равная значимость влияния на урожайность фактора «эффектов среды» и фактора «сорта». Доля влияния «эффектов среды» составляла – 43,6%, «сорта» – 43,5%. Влияние факторов условий среды и сортов достоверно для 5% уровня значимости, F факт (6,84 и 17,08) > F₀₅ (3,32 и 4,10).

Необходимым условием оценки реакции испытуемых сортов на изменение условий среды является последующая их оценка урожайности разными показателями стрессоустойчивости, пластичности, гомеостатичности, стабильности. Величина устойчивости к стрессу (Y_{min}–Y_{max}), определенная по разности между минимальной (Y_{min}) и максимальной (Y_{max}) трехлетних данных урожайности, имела отрицательные значения (табл. 2).

Таблица 2

Показатели стрессоустойчивости, пластичности и стабильности сортов вики посевной яровой

Сорт	Y _{min} -Y _{max} , т/га	Y _{min} + Y _{max} /2, т/га	КА	V,%	Ном	Sc	b _i	S _i ²	st ²
Кшень	-0,6	3,30	1,24	12	23	1,55	1,03	0,01	0,998
Ассорти	-0,6	2,95	1,06	14	17	1,26	1,03	0,01	0,997
Ливенка	-0,5	2,15	0,86	16	14	0,99	0,87	0,04	0,997
Мега	-0,5	2,15	0,84	15	15	0,96	0,70	0,06	0,998
Маринка	-1,0	3,10	1,08	24	6	1,05	1,70	0,07	0,976
Ксения	-0,4	2,35	0,90	11	28	1,15	0,69	0,01	0,999
г	-0,50	0,98*	0,99*	0,06	0,04	0,86	0,55	-0,33	-0,26

(Y_{min}–Y_{max}) – устойчивость к стрессу; (Y_{min}+Y_{max})/2 – компенсаторная способность; КА – коэффициент адаптивности; V – коэффициент вариации; Ном – гомеостатичность; Sc -селекционная ценность, b_i - коэффициент регрессии); S_i² – среднеквадратическое отклонение; st² коэффициент адаптивности, г – коэффициенты корреляции между показателями адаптивности и средними урожаями сортов

*Значимо на уровне P= 95%

Самое низкое значение (Y_{min}–Y_{max}) соответствовало более высокому уровню устойчивости сорта к условиям среды. Сорта вики посевной яровой Ксения, Ливенка и Мега были наиболее стрессоустойчивы, имели наименьшую отрицательную величину (-0,4 и -0,5 т/га). Низкой стрессоустойчивостью с высоким значением (Y_{min}–Y_{max}) – 1,1 т/га отличался сорт Маринка. Показатель генетическая гибкость (Y_{min}+Y_{max})/2 отображает среднюю урожайность сорта в контрастных условиях среды. Высокие показатели соответствия между урожайностью и факторами среды отмечены у сортов Кшень (3,30 т/га), Маринка (3,10 т/га) и Ассорти (2,95 т/га). Сорта Ливенка и Мега при высоком значении показателя стрессоустойчивости – 0,5 т/га имели равные низкие значения показателя генетической гибкости (2,15 т/га). К недостаткам методов оценки стрессоустойчивости и генетической гибкости следует отнести использование абсолютных величин двух данных оптимального и лимитированного показателей величин урожая. Из сравниваемых сортов, коэффициент адаптивности, определенный по отношению данных урожайности каждого из испытуемых сортов к средней по сортам урожайности и варьировал от 0,84 до 1,24.

Наибольшее значение показателя коэффициента адаптивности среди испытываемых сортов отмечено у сорта Кшень (КА= 1,24). Реакция сортов Ассорти и Маринка на условия среды была меньше, КА= 1,06 и КА =1,08. Коэффициент адаптивности, меньше единицы имели сорта Ливенка и Мега, КА= 0,86 и КА= 0,84 и сорт Ксения КА=0,90, что

свидетельствует об их низкой отзывчивости на улучшение условий среды. Относительный показатель варьирования урожая, коэффициент вариации ($V\%$) по сортам был в пределах 11% ...24%, что свидетельствует о средней количественной изменчивости урожайности сортов по годам. Самой низкой вариабельности урожая ($V=11\%$) соответствовал сорт Ксения, более высокой ($V=24\%$) сорт Маринка.

При оценке адаптивности сорта важно учитывать их способность к сохранению высокого значения гомеостаза – совмещать значительную урожайность в благоприятных условиях выращивания с наименьшим ее снижением в неблагоприятных. По результатам исследования определены различия по гомеостатичности между сортами. Самая высокая величина гомеостатичности отмечена у сортов Ксения ($Hom=28$) и Кшень ($Hom=23$), наиболее низкая $Hom=6$ у сорта Маринка. Из сравниваемых сортов, показатель гомеостатичности у сортов Ассорти, Ливенка и Мега были равны ($Hom=17$) ($Hom=14$ и ($Hom=15$)).

Одна из важных задач селекции - повышение стабильности урожайности при действии неблагоприятных факторов среды. Определение селекционной ценности сорта (Sc) основано на сравнении урожая в лимитированных и оптимальных условиях выращивания с учетом усредненных значений данного показателя. Чем выше величина (Sc), тем стабильнее сорт. Наиболее высокий показатель селекционной ценности $Sc=1,55$ отмечен у сорта Кшень. Сорта Ливенка и Мега выделялись низкой величиной показателя селекционной ценности, $Sc=0,99$ и $Sc=0,96$. Важным показателем при учете адаптивных свойств сортов является оценка пластичности, которая оценивается коэффициентом линейной регрессии (bi). Коэффициент регрессии (bi) урожайности сортов изменялся в пределах 0,69...1,70. С низкой отзывчивостью на условия среды по урожайности отнесены сорта Ксения ($bi=0,69$) и Мега ($bi=0,70$), которые лучше использовать на экстенсивном фоне. Сорт Ливенка, в сравнении с сортами Мега и Ксения с $bi=0,87$ был ближе к единице и более соответствовал изменению урожайности сорта и условий среды. С высоким коэффициентом регрессии на условия года ($bi > 1$) выделились сорта интенсивного типа Маринка ($bi=1,70$), Кшень ($bi=1,03$) и Ассорти ($bi=1,03$), которые лучше проявляют себя в узком диапазоне благоприятных сред. К недостаткам метода оценки пластичности сортов по коэффициенту регрессии, как отмечают В.А. Драгавцев, В.А. Цильке и Б.Г. Рейтер (1984), относят непрерывные изменения в составе сортов при длительных исследованиях и линейная зависимость от среднего значения признака.

Дисперсия (S_i^2) характеризует стабильность сорта в различных условиях выращивания. Наибольшая стабильность урожайности семян вики посевной яровой при изменении погодных условий с наименьшими значениями (S_i^2) урожая отмечена у сортов Кшень, Ассорти и Ксения ($S_i^2=0,01$). Менее стабильными, по способности формировать урожайность в различных условиях среды были сорта Маринка ($S_i^2=0,07$) и Мега ($S_i^2=0,06$). Для оценки стабильности сравниваемых сортов используют показатель относительной стабильности (St^2). Чем выше показатель стабильности (в интервале от 0 до 1), тем стабильнее сорт по исследуемому признаку урожайности. Результаты расчета данного показателя свидетельствовали о высокой стабильности формирования урожая семян вики яровой посевной у сортов Кшень, Ассорти, Ливенка, Мега и Ксения ($St^2=0,998\div0,999$).

С целью детальной оценки реакции сортов на изменяющиеся погодные условия были определены корреляционные зависимости между средними урожаями и показателями адаптивных свойств испытываемых сортов. По результатам исследований определены достоверно высокие положительные корреляционные связи между средней урожайностью сортов за 2020-2023 гг. и показателем генетической гибкости и коэффициентом адаптации. При $P=95\%$ -ном уровне положительные корреляции оказались соответственно значимо высокие – $r=0,98$ и $r=0,99$. Сорта вики яровой посевной Кшень, Ассорти и Маринка характеризовались самой высокой урожайностью (2,07, 1,77 и 1,80 т/га) и в то же время самыми большим показателем генетической гибкости (3,30, 2,95 и 3,10 т/га) и коэффициентом адаптации (1,24, 1,06 и 1,08). Соответственно сорта с низкой урожайностью Ливенка и Мега (1,43 и 1,40 т/га) одновременно имели одинаковый низкий показатель

генетической гибкости (2,15 т/га) и коэффициент адаптации (0,86 и 0,84), проявляли по данным показателям более низкий уровень адаптивности к условиям среды по сравнению с сортами Кшень, Ассорти и Маринка. Следовательно, при выборе сорта из набора испытываемых по высоким значениям показателя генетической гибкости и коэффициента адаптации сохраняется среднегодовая высокая урожайность семян вики яровой посевной. Поэтому, при выборе сортов, адаптированных к условиям юго-востока Орловской области с учетом средней урожайности, возможно, использовать в качестве критерия простые показатели генетической гибкости и коэффициент адаптации. Менее тесная, несущественная положительная, ($r = 0,55$) и более высокая ($r = 0,86$) корреляционные связи в интервалах (0,3-0,7) и (0,7-0,9) наблюдались между средней урожайностью и коэффициентом регрессии (b_i) и селекционной ценности (Sc). В среднем интервале выявлена отрицательная корреляционная связь между средней урожайностью и стрессоустойчивостью ($Y_{min}-Y_{max}$), b_i , $r = -0,50$. Проведенный корреляционный анализ показал, слабую отрицательную связь ($r = -0,33$ и $r = -0,26$) между средними урожаями и показателями стабильности дисперсией (S_i^2) и коэффициентом стабильности (St^2).

Для сопоставления адаптивных свойств показателя урожайности сортов вики посевной яровой, были определены корреляционные зависимости между ними (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционная матрица парных связей между показателями адаптивных свойств сортов вики посевной яровой

Показатели	$Y_{min}-Y_{max}$	$Y_{min} + Y_{max}/2$	КА	V, %	Ном	Sc	b_i	S_i^2
Y_{min} +	-0,635							
КА	-0,499	0,976*						
V, %	-0,885*	0,209	0,057					
Ном	0,763	-0,096	0,034	-0,930*				
Sc	0,022	0,750	0,854	-0,468	0,517			
b_i	-0,985*	0,684	0,556	0,843	-0,700	0,056		
S_i^2	-0,558	-0,220	0,324	0,827	-0,838	0,720	0,445	
st^2	0,950*	-0,422	-0,265	0,939*	0,763	0,253	-0,933*	-0,667

r^* коэффициенты корреляции значимы, $P = 95\%$

Корреляционные парные взаимные связи между сравниваемыми показателями адаптивных свойств существенно варьировали в пределах от $r = -0,022$ до 0,985. Две значимые положительные корреляционные взаимосвязи определены между коэффициентом адаптации (st^2) и показателями стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$), $r = 0,950$) и коэффициентом вариации (V, %), $r = 0,939$). Третья существенная положительная связь выявлена между показателем генетической гибкости ($Y_{min} + Y_{max}/2$ и коэффициентом адаптации (КА), $r = 0,976$). Два параметра, показатель стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$) и коэффициент регрессии (b_i), $r = -0,985$ и коэффициент вариации (V, %) $r = -0,885$ отрицательно достоверно коррелировали с показателем стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$). Несмотря на несущественные положительные корреляционные связи между средней урожайностью и коэффициентом вариации и гомеостатичностью ($r = 0,06$ и $r = -0,04$) между коэффициентами вариации (V, %) и показателем гомеостатичности (Ном) определена отрицательная существенная корреляция, $r = -0,930$. Величина Ном снижалась с одновременным повышением вариабельности. Сорт вики посевной яровой Маринка с высоким значением коэффициента вариации ($V = 24\%$), был менее гомеостатичным Ном=6, соответственно сорт Кшень с низким значением ($V = 12\%$), более гомеостатичен, Ном=23. Достоверная отрицательная корреляционная связь $r = -0,933$ была выявлена между коэффициентами регрессии (b_i) и коэффициентом стабильности (st^2).

Наиболее полную информацию о приспособленности к контрастным условиям среды дает ранжирование испытываемых сортов по сумме рангов, полученных по каждому

показателю. Определена существенная отрицательная связь между средней урожайностью сортов вики посевной яровой $r = -0,862$ и суммой показателей рангов. Сорта вики с меньшей суммой рангов отличались большей адаптацией к местным условиям. По результатам сортоиспытания наибольшей адаптацией к изменяющимся условиям среды по наименьшей сумме рангов (23) выделился сорт вики посевной яровой Кшень (рис.). Несколько меньшей адаптацией к условиям региона по сумме рангов (25) соответствовал сорт Ассорти. Из наименее адаптивных к условиям региона с наибольшей одинаковой суммой рангов (37) выделились сорта Маринка и Ксения.

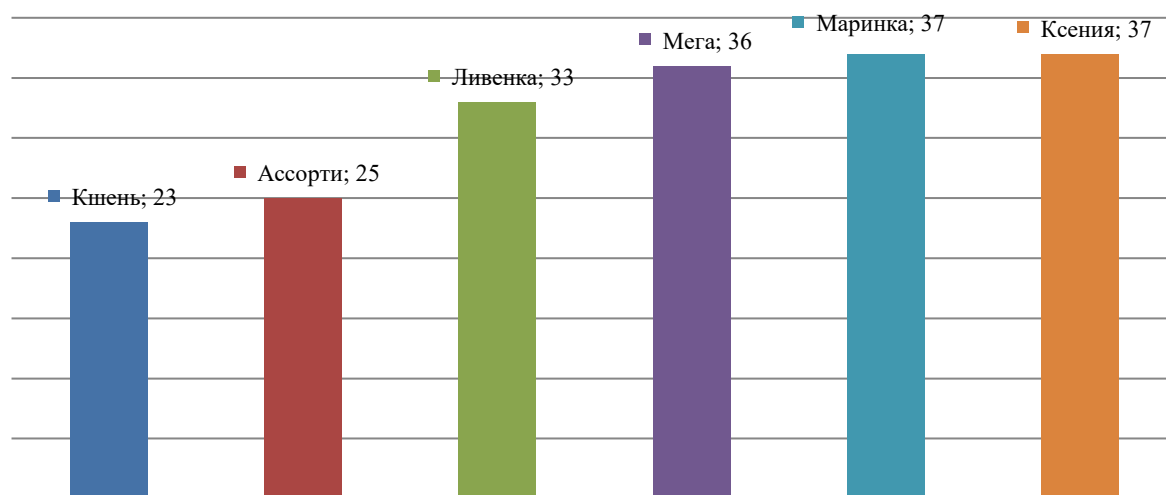


Рис. Сумма рангов показателей адаптивных свойств испытываемых сортов вики посевной яровой, 2021-2023 гг.

Заключение

Таким образом, контрастные погодные условия в период вегетации существенно повлияли на урожайность испытываемых сортов вики посевной яровой от 1,1 до 2,4 т/га, коэффициент вариации по годам варьировал по сортам в пределах 11-24%, индекс условий среды изменялся от -1,25 до +1,37. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа установлена равная значимость влияния «эффектов среды» – 43,6%, и фактора «сорта» – 43,5%. Сорт Кшень сформировал наиболее высокий урожай семян и превышал по данному показателю сорт Ливенка на 0,67 т/га и 0,57 т/га сорта Мега и Ксения. Из шести сравниваемых сортов вики посевной яровой оптимальному сочетанию средней за 2021-2023 гг. урожайности – 2,01 т/га с показателями генетической гибкости – 3,30 т/га, $KA = 1,24$, $Hom = 23$, $Sc = 1,55$, $bi = 1,03$, $S_i^2 = 0,01$, $st^2 = 0,998$, наименьшей суммой рангов каждого показателя (23) соответствовал сорт вики посевной яровой Кшень. Самой низкой трехлетней урожайностью 1,40 т/га отличался сорт вики яровой посевной Мега с низкими показателями адаптивных свойств: генетической гибкости – 2,15 т/га, $KA = 0,84$, $Hom = 15$, $Sc = 0,96$, $bi = 0,70$, $S_i^2 = 0,06$, суммой рангов каждого показателя – 36. Показатель генетической гибкости и коэффициент адаптации достоверно ($r = 0,98$ и $r = 0,99$) положительно коррелировали с урожайностью и между собой ($r = 0,976$), что обуславливает целесообразность их использования в качестве простого критерия подбора сортов вики посевной яровой, адаптированным к условиям юго-востока Орловской области.

Литература

1. Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Суворова Г.Н. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – № 180 (2). – С. 109-123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123

2. Донская М.В., Велкова Н.И., Наумкин В.П. Оценка морфобиологических признаков и урожайности совместных посевов вики посевной с горчицей белой // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3 (27). – С. 58-63. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11033.
3. Безгодов А.В., Галимов К.А., Ахметханов В.Ф. Биологическая эффективность и конкурентная способность вики посевной яровой при выращивании в смеси с рапсом на семена и зернофураж // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 12 (203). – С. 2-14. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-2-14.
4. Золотарев В.Н. Агробиологические основы возделывания вики посевной (*Vicia sativa* L.) на семена в гетерогенных агроценозах в условиях Центрального Нечерноземья России // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – С. 194-203. doi: 10.15389/agrobiology.2016.2.194rus.
5. Дуборезов И.В., Дуборезов В.М., Андреев И.В. Урожайность и питательность двух- и трёхкомпонентных смесей из вики, гороха и овса // Кормопроизводство. – 2018. – № 11. – С. 15-17.
6. Меднов А.В., Гончаров А.В., Вольпе А.А., Калабашкина Е.В., Матвеев К.А., Абрамкина Л.П. Создание агрофитоценоза яровой вики Мега со злаковыми культурами // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 71-77. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11207
7. Косолапов В.М., Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Винжега Л.Н. Эффективность использования вики в рационах цыплят-бройлеров // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 2 (10). – С.100-103.
8. Мазалов В.И., Донской М.М., Чадаев И.М. Экологическое испытание зернобобовых культур на Шатиловской СХОС // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (82). – С. 3-12.
9. Зайцева А.И., Зайцев В.Н. Современные сорта вики посевной // Земледелие – 2014. – № 4. – С. 17-18
10. Дебелый Г.А., Гончаров А.В., Меднов А.В., Вольпе А.А. Новые сорта яровой вики Московского НИИСХ «Немчиновка» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2. (22). – С. 84-87
11. Тюрин Ю.С., Степанова Г.В. К вопросу о методике селекции вики посевной в Центральном районе Нечерноземной зоны // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 60-70. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11206.
12. Теличко О.Н., Мохань О.В. О селекции вики яровой // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 7 (153). – С. 45-48.
13. Щукис С. К., Щукис Е. Р. Подбор высокопродуктивных сортов и линий вики посевной для условий Алтайского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 3. – С. 39-44.
14. Тюрин Ю.С., Косолапов В.М. Селекция сортов вики посевной зернофуражного и укосного использования // Кормопроизводство. – 2015. – № 7. – С. 29-31.
15. Жданова А.А., Кочнева М.Б. Анализ потенциала адаптивности сортов вики посевной по урожайности зеленой массы в условиях юго-восточной зоны Камчатского края // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 5. – С. 33-37. DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/33-37
16. Гончарова А.В., Капко Т.Н. Экологическая пластичность и стабильность вики яровой (посевной) в условиях Западно-Сибирского региона // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 53(2). – С.33-42. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-2-4.

References

1. Vishnyakova M.A., Aleksandrova T.G., Buravtseva T.V., Burlyaeva M.O., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V., Suvorova G.N. Species diversity of the collection of genetic resources of grain legumes VIR and its use in domestic breeding // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 2019, no. 180(2), pp.109-123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123 (In Russ.)
2. Donskaya M.V., Velkova N.I., Naumkin V.P. Assessment of morphobiological characteristics and yield of joint crops of vetch and white mustard // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 3 (27), pp. 58–63. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11033. (In Russ.)

3. Bezgodov A.V., Galimov K.A., Akhmetkhanov V.F. Biological effectiveness and competitive ability of spring vetch when grown in a mixture with rapeseed for seeds and grain fodder // *Agrarnyi vestnik Urala*, 2020.- no. 12 (203), pp. 2–14. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-2-14. (In Russ.)
4. Zolotarev V.N. Agrobiological principles of cultivation of vetch (*Vicia sativa* L.) for seeds in heterogeneous agrocenoses in the conditions of the central Non-Black Earth Region of Russia // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2016, V. 51, pp. 194 - 203. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.2.194rus. (In Russ.)
5. Duborezov I.V., Duborezov V.M., Andreev I.V. Productivity and nutritional value of two- and three-component mixtures of vetch, peas and oats // *Kormoproizvodstvo*, 2018, no. 11, pp. 15 – 17. (In Russ.)
6. Mednov A.V., Goncharov A.V., Vol'pe A.A., Kalabashkina E.V., Matveenkov K.A., Abramkina L. P. Creation of agrophytocenosis of spring vetch Mega with cereal crops // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.4(36), pp. 71-77. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11207 (In Russ.)
7. Kosolapov V. M., Gaganov A. P., Zverkova Z. N., Vinzhega L. N. The effectiveness of using vetch in the diets of broiler chickens // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no.2 (10), pp.100-103. (In Russ.)
8. Mazalov V.I., Donskoi M.M., Chadaev I.M. Ecological testing of leguminous crops at the Shatilovskaya Agricultural Trial Farm // *Vestnik agrarnoi nauki*, 2020, no.1(82), pp. 3-12. (In Russ.)
9. Zaitseva A. I., Zaitsev V. N. Modern varieties of common vetch // *Zemledelie*, 2014, no. 4, pp. 17-18 (In Russ.)
10. Debelyi G. A., Goncharov A. V., Mednov A. V., Vol'pe A. A. New varieties of spring vetch from the Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka" // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no. 2,(22). pp. 84-87 (In Russ.)
11. Tyurin Yu. S., Stepanova G. V. On the issue of vetch breeding methods in the Central region of the Non-Chernozem Zone // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4(36), pp. 60-70. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11206. (In Russ.)
12. Telichko O.N. Mokhan' O.V. On breeding spring vetch // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 7 (153), pp. 45–48. (In Russ.)
13. Shchukis S.K., Shukis E.R. Selection of high-yielding varieties and lines of vetch for the conditions of Altai Krai // *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2015, no.3, pp.39-44. (In Russ.)
14. Tyurin Yu.S., Kosolapov V.M. Breeding of vetch varieties for grain-forage and mowing use // *Kormoproizvodstvo*, 2015, no. 7, pp. 29 – 31. (In Russ.)
15. Zhdanova A.A., Kochneva M.B. Analysis of adaptability potential of sowing vetch varieties in terms of green mass yield in the conditions of the south-eastern zone of the Kamchatka Territory // *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2021, no. 5, pp. 33 - 37. DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/33-37 (In Russ.)
16. Goncharova A.V., Kapko T.N. Ecological plasticity and stability of spring vetch (common) in the conditions of the West Siberian region // *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2023, no. 53(2), pp.33-42. DOI:10.26898/0370-8799-2023-2-4. (In Russ.)

ЭКЗОГЕННАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

Е.В. ГОЛОВИНА, доктор сельскохозяйственных наук
ORCID ID: 0000-0002-7012-8267, E-mail: kat782010@mail.ru

О.В. ЛЕУХИНА, научный сотрудник, аспирант
E-mail: oxana_leukhina@mail.ru

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Использование взаимосвязи микроорганизмов с растениями в сельском хозяйстве создает предпосылки для перехода к экологически устойчивому земледелию, в котором производство продукции осуществляется при минимальной нагрузке на окружающую среду и экономически более выгодно, чем при интенсивном земледелии. Некорневое питание растений в настоящее время является стандартным технологическим приемом, который позволяет растениям быстро и эффективно регулировать обмен веществ, противостоять стрессам различной напряженности, а также исключает поглощение элементов почвой и снижает общую потребность в них. Цель работы состояла в изучении ризобияльного симбиоза сои и влияния некорневых подкормок на его продуктивность в различных погодных условиях. В 2021-2023 гг. в полевом опыте исследовались детерминантный сорт Орлея (селекции ФНЦ ЗБК, внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2024 г.) и индетерминантный сорт Лидер 10 (селекции ООО «АСТ», включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2020 г.). В опыт входили следующие варианты: 1. контроль (к), 2. инокуляция (ин), 3. обработка гумифулином (г), 4. инокуляция и обработка гумифулином (ин + г). Установлено: для развития симбиотической системы сои наиболее благоприятными являются годы с высокой влагообеспеченностью (ГТК=2,3). Однако значительная масса клубеньков в этом случае является конкурентом плодовых органов при распределении питательных веществ, что приводит к снижению зерновой продуктивности. Инокуляция и некорневые подкормки гумифулином в среднем по 3-х летним данным увеличивают в течение вегетации количество клубеньков у сортов сои на 24,0%, массу клубеньков – на 37,0%, в результате чего продуктивность возрастает на 35,0%. В слабо засушливых условиях для развития симбиотической системы сорта Лидер 10 инокуляция и некорневые подкормки гумифулином наиболее эффективны в начальный период развития (бутонизация – начало цветения). Во время интенсивного плодообразования и налива бобов в результате оттока пластических веществ к генеративным органам при недостаточной влагообеспеченности положительное влияние технологических приемов снижается или отсутствует. В условиях высокой влагообеспеченности у этого сорта инокуляция и обработка гумифулином способствуют усиленному клубенькообразованию до фазы налив бобов включительно. У скороспелого сорта Орлея различия в воздействии исследованных обработок на азотфиксирующую систему в зависимости от различной влагообеспеченности слабо выражены. В 2021-2023 гг. установлена корреляция на среднем и высоком уровне между продуктивностью и массой клубеньков $r=0,634-0,763$; в 2022 г. – между количеством клубеньков и их массой и нитрогеназной активностью на высоком уровне $r=0,709-0,845$. В засушливом 2023 г. отмечена отрицательная зависимость между продуктивностью и нитрогеназной активностью $r=-0,532$.

Таким образом, инокуляция семян симбиотическими микроорганизмами и применение некорневых подкормок гуминовыми удобрениями при возделывании сои представляют собой экологически безопасные технологические приемы, позволяющие растениям развиваться при минимальном агрохимическом воздействии.

Ключевые слова: соя, симбиотическая деятельность, некорневые подкормки, продуктивность.

Для цитирования: Головина Е.В., Леухина О.В. Экзогенная регуляция симбиотической деятельности новых сортов сои в условиях ЦЧР. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):30-39. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-30-39

EXOGENOUS REGULATION OF SYMBIOTIC ACTIVITY OF NEW SOYBEAN VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

E.V. Golovina, O.V. Leukhina

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: *The use of microbial-plant interactions in agriculture creates prerequisites for transition to ecologically sustainable farming, in which production is carried out with a minimum load on the environment and is economically more profitable than intensive farming. Foliar plant nutrition is currently a standard technological technique that allows plants to quickly and effectively regulate metabolism, withstand stress of various intensity, and also eliminates the absorption of elements by the soil and reduces the overall need for them. The aim of the work was to study rhizobial symbiosis of soybean and the effect of foliar nutrition on its productivity under different weather conditions. In 2021-2023, the varieties Orleya (breeding of FSC LGC, included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation in 2024) and Leader 10 (breeding of LLC "AST", included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation in 2020) were studied in the field experiment. The experiments included the following variants: 1. control (c), 2. inoculation (in), 3. humifulin treatment (h), 4. inoculation and humifulin treatment (in + h). It has been established that the most favorable years for the development of the symbiotic system of soybean are years with high moisture availability ($HTC = 2.3$). However, a significant mass of nodules in this case competes with the fruiting organs in the distribution of nutrients, which leads to a decrease in grain productivity. Inoculation and foliar feeding with humifulin, on average, according to 3-year data, increase the number of nodules in soybean varieties during the growing season by 24.0%, the mass of nodules by 37.0%, as a result of which productivity increases by 35.0%. In slightly arid conditions for the development of the symbiotic system of the Leader 10 variety, inoculation and foliar feeding with humifulin are most effective in the initial period of development (budding - beginning of flowering). During intensive fruit formation and bean filling, as a result of the outflow of plastic substances to the generative organs with insufficient moisture supply, the positive effect of technological methods is reduced or absent. Under conditions of high moisture supply in this variety, inoculation and treatment with humifulin promote enhanced nodule formation up to and including the bean filling phase. In the early ripening variety Orleya, the differences in the effects of the studied treatments on the nitrogen-fixing system depending on different moisture availability are weakly expressed. In 2021-2023, a correlation was established at a medium and high level between productivity and mass of nodules $r = 0.634-0.763$; in 2022 – between the number of nodules and their mass and nitrogenase activity at a high level $r = 0.709-0.845$. In the dry year 2023, a negative relationship was noted between productivity and nitrogenase activity $r = -0.532$.*

Thus, inoculation of seeds with symbiotic microorganisms and the use of foliar fertilizing with humic fertilizers when cultivating soybeans are environmentally friendly technological methods that allow plants to develop with minimal agrochemical impact.

Keywords: soybean, symbiotic activity, foliar feeding, productivity.

Введение

Азотфиксация принадлежит к числу глобальных биологических процессов, обеспечивающих существование жизни на земле. Общая мировая биологическая фиксация азота составляет 10^7-10^9 тонн N_2 в год. Симбиотическое взаимодействие с ризобиями обеспечивает растения азотом, способствует адаптации растительного организма к

абиотическим стрессам (высокая температура и недостаток влаги, повышенная кислотность, техногенное загрязнение), защищает от патогенов и вредителей [1]. В современной концепции земледелия бобовые культуры, благодаря способности образовывать мутуалистический бобово-ризобиальный симбиоз с клубеньковыми бактериями, играют ключевую роль в технологиях растениеводства, восстанавливающих плодородие почвы [2, 3]. Использование взаимосвязи микроорганизмов с растениями в сельском хозяйстве создает предпосылки для перехода к экологически устойчивому земледелию, в котором производство продукции осуществляется при минимальной нагрузке на окружающую среду и экономически более выгодно, чем при интенсивном земледелии [4, 5, 6].

Популяции ризобий, обитающие в почве, постепенно теряют свою эффективность. Для усиления азотфиксации и продуктивности симбиоза необходимо ежегодное внесение активных штаммов бактерий путем применения биологических препаратов [7, 8, 9].

Некорневое питание растений в настоящее время является стандартным технологическим приемом, который позволяет растениям быстро и эффективно регулировать обмен веществ, противостоять стрессам различной напряженности, а также исключает поглощение элементов почвой и снижает общую потребность в них [10, 11, 12].

Взаимодействие микробов и растений рассматривается как эффективный, но недостаточно исследованный резерв повышения урожайности и минимизации экологического риска в современном земледелии. В связи с этим **цель** работы состояла в изучении ризобиального симбиоза сои и влияния некорневых подкормок на его продуктивность в различных погодных условиях.

Материал и методы исследований

В 2021-2023 гг. в полевом опыте исследовались **детерминантный сорт Орлея** (селекции ФНИЦ ЗБК, внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2024 г.) и **индетерминантный сорт Лидер 10** (селекции ООО «АСТ», внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2020 г.).

Семена перед посевом обрабатывались ризоторфином, содержащим штамм ризобий 634a – 250 г на гектарную норму семян и гумифулином – 300 мл концентрата +12 л воды/т семян. В фазу бутонизации проводилось опрыскивание растений гумифулином 2 л концентрата + 300 л воды/га. Гумифулин представляет собой комплекс гуминовых кислот, фульвокислот и их солей. В его состав также входят азот, фосфор, калий.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (к),
2. Инокуляция (ин),
3. Обработка гумифулином (г),
4. Инокуляция плюс обработка гумифулином (ин + г).

Предшествующая культура – озимая пшеница. Почва опытных участков тёмно-серая лесная суглинистая. С мощностью гумусового горизонта 30...35 см., влажностью устойчивого завядания 9,7% от объёма почвы. Содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину) 4,3...5,6%, легкогидролизующего азота (по Кононовой и Тюрину) 6,4...10,1 мг/100 г почвы, обменного калия (по Масловой) 7...15 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) 6,8...16,5 мг/100 г почвы, сумма поглощённых оснований (по Каплену) 18,5...26,2 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями 83...91%, pH солевой вытяжки п(о Алямовскому) 5,3...6,0, гидролитическая кислотность (по Каплену) 1,7...6,3 мг-экв./100 г почвы. Сорта выращивали на делянках 10 м² в 4-х кратной повторности по принятой для зоны технологии.

В исследованиях осуществляли учёт и наблюдения в соответствии с действующими методическими рекомендациями: отбор проб для анализа в фазы бутонизации, цветения, плодообразования и полного созревания (*Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами*, 1997); изучение динамики формирования и накопления зелёной массы (*Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами*, 2010); изучение симбиотической деятельности – (Г.С. Посыпанов. *Методы изучения биологической фиксации азота воздуха*. 1991). Нитрогеназную активность

определяли с помощью газового хроматографа ФГХ-1. Математическая обработка данных с целью выявления существенных различий проводилась с помощью дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985).

Результаты и их обсуждение

Соя наиболее требовательна к влаге в фазы всходов, цветения и плодообразования. Для симбиотической системы, которая начинает развиваться через 6-7 дней после всходов, оптимальной влагообеспеченностью является 60-70% ПВ. В засушливых условиях количество клубеньков снижается по сравнению с влажными годами в 0,5-2,5 раза, масса клубеньков – в 0,5-4,0 раза [13, 14]. В 2021 и 2023 гг. количество осадков за период май-июнь (всходы – бутонизация) оказалось ниже среднегодовых значений на 14,0-46,0 мм, ГТК составил 1,9 и 1,5 соответственно (табл. 1). В 2022 г. в это время осадков выпало на 30,0 мм больше среднегодовых, ГТК равен 2,9. Таким образом, в 2022 г. для развития ризобий сложились наиболее благоприятные по влагообеспеченности условия. В среднем по сортам количество клубеньков в период бутонизация – начало цветения в 2022 г. составило 16,3 на растении, сухая масса – 43,32 мг/растение, что выше в 3-5 раз по сравнению с 2021 и 2023 гг. (табл. 1, 2).

Сорта сои различались по реакции симбиотической системы на технологические приемы. У сорта Лидер 10 в 2021 г. в вариантах с обработкой количество клубеньков ниже контроля, в 2022 г. инокуляция и обработка гумифулином привели к росту числа клубеньков на 5,0-29,0%, в наименее влагообеспеченном 2023 г. – на 60,0-360,0%. У сорта Орлея отмечен положительный эффект на 24,0-129,0% во все годы исследования в вариантах с гумифулином. В среднем за 3 года у Лидера 10 максимальное количество клубеньков 8,4 шт./растение наблюдалось в варианте с инокуляцией, у Орлея – 12,3 шт./растение при совместном применении инокуляции и гумифулина.

Таблица 1

Количество клубеньков на 1 растении. Бутонизация – начало цветения

Вариант	2021 г.	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$
Лидер 10				
к	6,80	10,90	2,00	6,57
ин	5,30	14,10	5,80	8,40
г	3,30	12,20	9,20	8,23
ин+г	6,30	11,40	3,20	6,97
Орлея				
к	5,00	16,20	3,10	8,10
ин	4,50	17,80	4,90	9,07
г	6,20	25,30	3,80	11,77
ин+г	7,30	22,60	7,10	12,33
$\bar{x}$	5,59	16,31	4,89	
НСР ₀₅	3,44	2,69	0,88	

Сухая масса клубеньков в благоприятном 2022 г. достоверно выше у сорта Лидер 10 в вариантах с инокуляцией, у Орлея – в вариантах с гумифулином; в слабо засушливом 2023 г. – у Лидера 10 в вариантах с инокуляцией и гумифулином, у Орлея при совместном применении инокуляции и гумифулина (табл. 2). Наибольшая сухая масса отмечена в 2022 г. у Лидера 10 в варианте с инокуляцией 59,1 мг/растение, у Орлея в варианте с гумифулином 60,9 мг/растение. По 3-х летним данным в период бутонизация – начало цветения у сорта Лидер 10 все технологические приемы оказывали положительное влияние на массу клубеньков, максимально – в варианте с инокуляцией, где этот показатель достигал 29,9 мг/растение, что выше контроля на 44,0%. Сорт Орлея наиболее отзывчив на гумифулин, так как в 3 и 4 вариантах масса клубеньков выше контроля на 85,0% и составляет 26,0 мг/растение.

Таблица 2

Сухая масса клубеньков, мг/растение. Бутонизация – начало цветения

Вариант	2021 г.	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$
Лидер10				
к	8,96	41,99	11,31	20,75
ин	6,14	59,05	24,36	29,85
г	9,15	46,82	22,15	26,04
ин+г	11,20	52,74	9,00	24,31
Орлея				
к	10,75	21,70	9,68	14,04
ин	6,05	24,01	11,84	13,97
г	5,77	60,86	11,60	26,08
ин+г	9,27	39,39	29,44	26,03
$\bar{x}$	8,41	43,32	16,17	
НСР ₀₅	5,84	5,74	3,18	

В период плодообразование – налив бобов симбиотическая система продолжала развиваться, достигая следующих показателей: в среднем по сортам количество клубеньков в 2021 г. – 10,4 шт. на растении, в 2022 г. – 27,1 шт., в 2023 г. – 25,1 шт.; масса клубеньков в 2021 г. 57,6 мг/растение, в 2022 г. – 240,0 мг, в 2023 г. – 191,0 мг. Количество клубеньков в 2022 и 2023 гг. мало отличалось, однако масса клубеньков в 2022 г. выше, чем в 2023 г. на 26,0%. В 2021 г. по сравнению с последующими годами исследования количество клубеньков ниже в 2,5 раза, масса клубеньков меньше в 3,0-4,0 раза.

В среднем за 3 года в период плодообразование – налив бобов максимальное количество клубеньков у сорта Лидер 10 сформировано в варианте с инокуляцией 30,2 шт. / растение, масса клубеньков – в варианте с гумифулином 222,1 мг/растение; у сорта Орлея наибольшее количество клубеньков в варианте с гумифулином 21,2 шт./растение, масса клубеньков в варианте инокуляция + гумифулин 166,1 мг/растение (рис. 1, 2).

Технологические приемы в этот период в среднем за 3 года приводили к росту количества и массы клубеньков у сорта Лидер 10 на 22,0-72,0%, у сорта Орлея – на 7,0-22,0%, за исключением варианта Лидер 10 инокуляция + гумифулин, в котором эти показатели были ниже контроля. Инокуляция и некорневые подкормки в период плодообразование – налив бобов для сорта Лидер 10 оказались наиболее эффективными во влажном 2022 г.: по сравнению с контролем количество клубеньков увеличивалось на 36,0-179,0%, а их масса – на 30,0-111,0%.

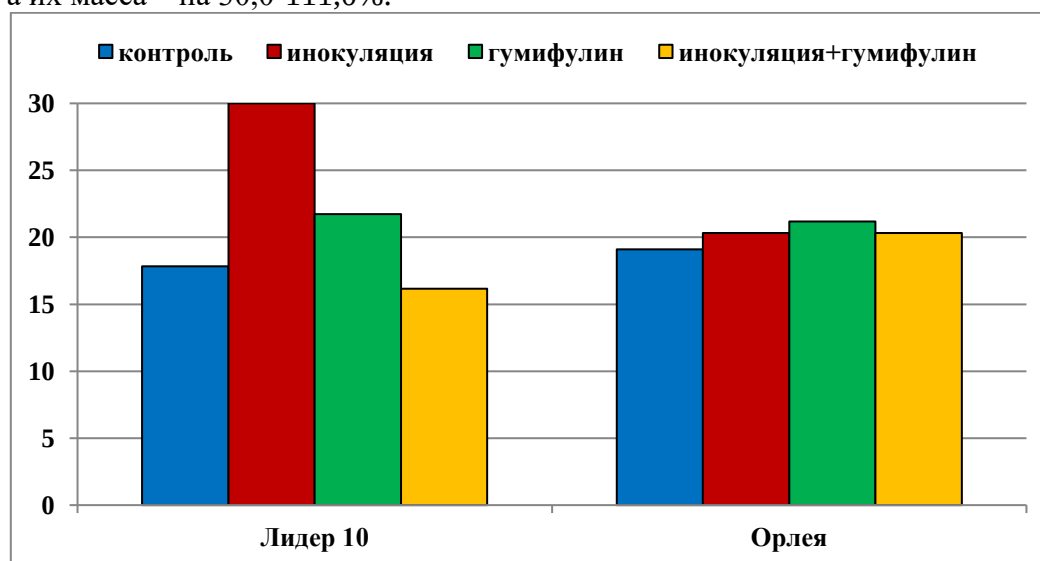


Рис. 1. Количество клубеньков на 1 растении сои, плодообразование-налив бобов, среднее за 2021-2023 гг.

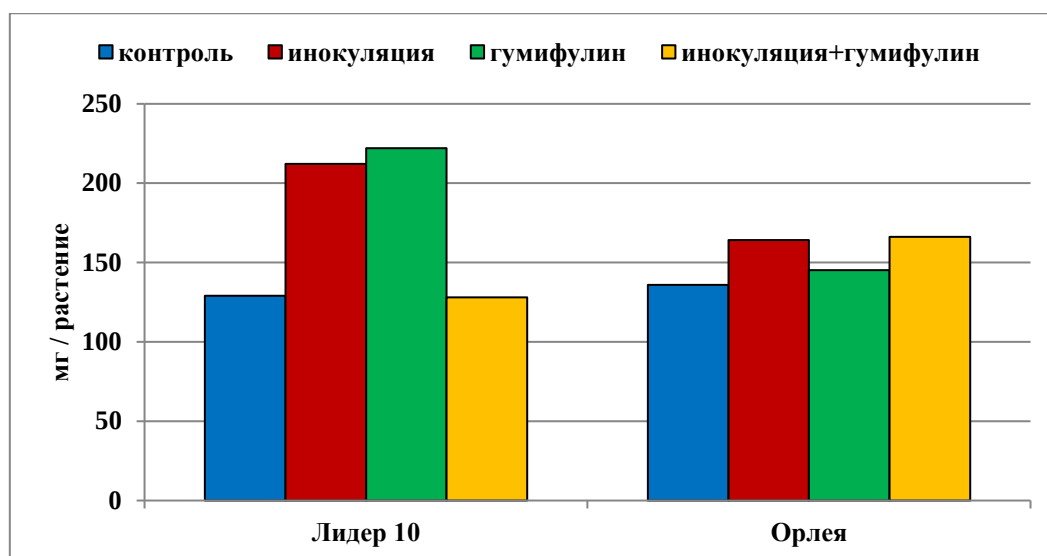


Рис. 2. Сухая масса клубеньков на растении сои, плодообразование-налив бобов, среднее за 2021-2023 гг.

В 2022-2023 гг. исследована нитрогеназная активность азотфиксирующих бактерий (табл. 3). Из-за засушливых условий в 2023 г. симбиотическая система сои в условиях стресса отличалась пониженным количеством и массой клубеньков и активностью нитрогеназы по сравнению с 2022 г. В 2023 г. активность нитрогеназы ниже, чем в 2022 г. в 1,5 раза. Однако в 2023 г. в фазу налива бобов этот показатель выше, чем в фазу цветения на 20,0% и составляет в среднем по сортам 4,83 мкг N_2 /мл/час /1 растение (рис. 3). То есть к периоду налива бобов симбиотическая система в определенной степени справилась со стрессом.

У сорта Лидер 10 в 2022 г. и 2023 г. в налив бобов активность нитрогеназы достоверно выше в варианте с инокуляцией 15,56 и 5,10 мкг N_2 /мл/час /1 растение соответственно, у сорта Орлея – в 2022 г. в варианте инокуляция + гумифулин 9,42 мкг N_2 /мл/час /1 растение. В неблагоприятном 2023 г. у сорта Орлея нитрогеназная активность в вариантах с технологическими приемами ниже контроля.

Таблица 3

Нитрогеназная активность симбиотических азотфиксирующих бактерий, налив бобов

Вариант	Количество фиксированного азота, мкг N_2 /мл/час /1 растение		
	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$
Лидер 10			
к	6,97	4,42	5,69
ин	15,56	5,10	10,33
г	5,04	4,48	4,76
ин+г	3,33	4,71	4,02
Орлея			
к	6,16	5,48	5,82
ин	6,08	5,24	5,66
г	4,85	4,57	4,71
ин+г	9,42	4,68	7,05
$\bar{x}$	7,18	4,84	6,01
НСР ₀₅	1,34	0,42	

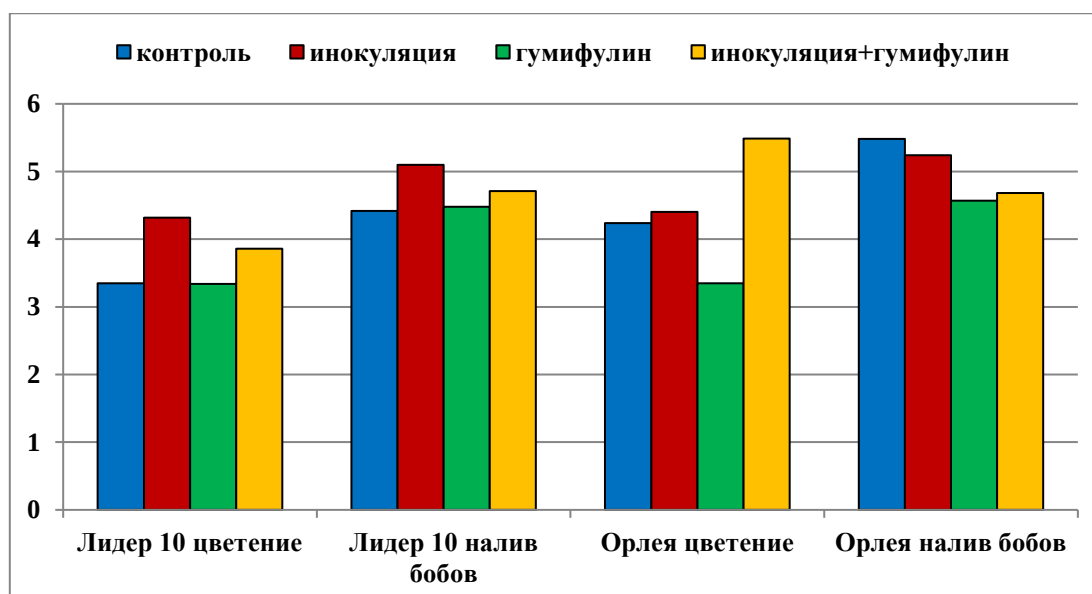


Рис. 3. Нитрогеназная активность симбиотических азотфиксирующих бактерий, 2023 г.
Количество фиксированного азота, мкг N₂/мл/час /1 растение

Развитая симбиотическая система и ее высокая азотфиксирующая активность в вариантах с инокуляцией и некорневыми подкормками гумифулином положительно влияли на зерновую продуктивность сортов сои, которая увеличивалась по сравнению с контролем на 25,0-49,0% (табл. 4). Максимальная продуктивность в среднем за 3 года наблюдалась в варианте с гумифулином у сорта Лидер 10 – 15,04 г/растение, у сорта Орлея – 12,14 г/растение. В среднем по вариантам масса зерна в годы исследований была на одном уровне 11,2-11,9 г/растение. Массивная симбиотическая система, сформированная в условиях высокой влагообеспеченности в 2022 г. (ГТК за период всходы – полная спелость составил 2,3), требует большого количества питательных веществ и становится конкурентом генеративных органов. В годы с меньшим количеством осадков (в 2021 ГТК=1,9, в 2023 г. ГТК=1,3) распределение пластических веществ является оптимальным для образования плодов.

Таблица 4

Зерновая продуктивность сортов сои, г/растение

Вариант	2021 г.	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$
Лидер10				
к	11,38	10,50	10,04	10,64
ин	11,78	16,97	12,59	13,78
г	9,91	15,23	19,98	15,04
ин+г	15,64	14,58	10,38	13,53
Орлея				
к	9,43	7,00	8,04	8,16
ин	11,98	9,44	9,12	10,18
г	14,91	10,18	11,32	12,14
ин+г	10,66	10,43	12,97	11,35
$\bar{x}$	11,17	11,60	11,93	
НСР ₀₅	2,24	2,46	0,93	

В 2021-2023 гг. установлена корреляция на среднем и высоком уровне между продуктивностью и массой клубеньков $r=0,634-0,763$; в 2022 г. – между количеством клубеньков и их массой и нитрогеназной активностью на высоком уровне $r=0,709-0,845$. В засушливом 2023 г. отмечена отрицательная зависимость между продуктивностью и нитрогеназной активностью в наливание бобов $r=-0,532$.

Заключение

Для развития симбиотической системы сои наиболее благоприятными являются годы с высокой влагообеспеченностью (ГТК=2,3). Однако значительная масса клубеньков в этом случае является конкурентом плодовых органов при распределении питательных веществ, что приводит к снижению зерновой продуктивности.

Инокуляция и некорневые подкормки гумифулином в среднем по 3-х летним данным увеличивают в течение вегетации количество клубеньков у сортов сои на 24,0%, массу клубеньков – на 37,0%, в результате чего продуктивность возрастает на 35,0%.

В слабо засушливых условиях для развития симбиотической системы сорта Лидер 10 инокуляция и некорневые подкормки гумифулином наиболее эффективны в начальный период развития (бутонизация – начало цветения). Во время интенсивного плодообразования и налива бобов в результате оттока пластических веществ к генеративным органам при недостаточной влагообеспеченности положительное влияние технологических приемов снижается или отсутствует. В условиях высокой влагообеспеченности у этого сорта инокуляция и обработка гумифулином способствуют усиленному клубенькообразованию до фазы налив бобов включительно. У скороспелого сорта Орлея различия в воздействии исследованных обработок на азотфиксирующую систему в зависимости от различной влагообеспеченности слабо выражены.

В 2021-2023 гг. установлена корреляция на среднем и высоком уровне между продуктивностью и массой клубеньков $r=0,634-0,763$; в 2022 г. – между количеством клубеньков и их массой и нитрогеназной активностью на высоком уровне $r=0,709-0,845$. В засушливом 2023 г. отмечена отрицательная зависимость между продуктивностью и нитрогеназной активностью в налив бобов $r=-0,532$.

Таким образом, инокуляция семян симбиотическими микроорганизмами и применение некорневых подкормок гуминовыми удобрениями при возделывании сои представляют собой экологически безопасные технологические приемы, позволяющие растениям развиваться при минимальном агрохимическом воздействии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ по Гранту 075-15-2021-546.

Литература

1. Проворов Н.А., Онищук О.П. Эволюционно-генетические основы симбиотической инженерии растений: мини-обзор // *Сельскохозяйственная биология*. – 2018. – Том 53. – № 3. – С. 464-474.
2. Штарк О.Ю., Борисов А.Ю., Жуков В.А. и др. Многокомпонентный симбиоз бобовых с полезными почвенными микроорганизмами: генетическое и эволюционное обоснование использования в адаптивном растениеводстве // *Экологическая генетика*. – 2011. – Т. 9. – № 2. – С. 80-94.
3. Graham P.H., Vance C.P. et al. Genetic analysis of ethylene regulation of legume nodulation // *Plant Signaling & Behavior*. – 2009. – V. 4. – P. 818-823.
4. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Сельскохозяйственная микробиология и симбиогенетика: синтез классических идей и конструирование высокопродуктивных агроценозов (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. – 2022. – Том 57. – № 5. – С. 821-831.
5. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // *Сельскохозяйственная биология*. – 2011. – № 3. – С. 3-9.
6. Masson-Boivin C., Sachs J.L. Symbiotic nitrogen fixation by rhizobia-the roots of a success story // *Curr. Opin. Plant Biol.* – 2018. – V. 44: P. 7-15 (DOI: 10.1016/j.pbi.2017.12.001).
7. Сытников Д.М., Шейко Е.А. Продуктивность симбиоза при инокуляции сои различными препаративными формами ризобий и их Tn5-мутантами // *Экосистемы*. – 2021. – № 28. – С. 76-81.

8. Зайцев Н.И., Агафонов О.М., Шабалдас О.Г. и др. Образование клубеньков в зависимости от предпосевной обработки семян сои бактериальными препаратами // Масличные культуры. – 2017. – Вып. 1 (169). – С. 64-68.
9. Тильба В.А., Тишков Н.М., Махонин В.Л. и др. Влияние клубеньковых бактерий на формирование вегетативной массы сои и развитие симбиотического аппарата на черноземе выщелоченном // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 1 (181). – С. 79-87. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-1-181-79-87
10. Niewiadomska A., Sulewska H., Wolna-Maruwka et al. The influence of biostimulants and foliar fertilizers on the process of biological nitrogen fixation and the level of soil biochemical activity in soybean (*Glycine max L.*) cultivation // Applied Ecology and Environmental Research, – 2019. – 17 (5). – P. 12649-12666.
11. Маржохова М.Х., Кашукоев М.В. Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями (обзор) // Масличные культуры. – 2022. – Вып. 2 (190). – С. 77-88. DOI: 10.25230/2412-608X-2022-2-190-77-88
12. Шабалкин А.В., Дубинкина Е.А. Применение инокулянта и микроудобрений на сое в условиях Центрального Черноземья // Масличные культуры. – 2023. – Вып. 1 (193). – С. 86-93. DOI: 10.25230/2412-608X-2023-1-193-86-93
13. Golovina E.V. Symbiotic nitrogen fixation of northern ecotype soybean varieties cultivated in the conditions of the central black earth region // Lecture notes in networks and systems, – 2022. – Том 372. – С. 101-112.
14. Головина Е.В., Леухина О.В. Влияние некорневых подкормок на фотосинтетическую деятельность, симбиотическую активность и продуктивность новых сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 1 (45). – С.40-49. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-40-49

References

1. Provorov N.A., Onishchuk O.P. Evolutionary genetic foundations of symbiotic engineering of plants: mini-review // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2018, Vol. 53, no. 3, pp. 464-474. (In Russ.)
2. Shtark O. Yu., Borisov A. Yu., Zhukov V. A. et al. Multicomponent symbiosis of legumes with beneficial soil microorganisms: genetic and evolutionary rationale for use in adaptive crop production // *Ekologicheskaya genetika*, 2011, Vol. 9, no. 2, pp. 80-94. (In Russ.)
3. Graham P. H., Vance C. P. et al. Genetic analysis of ethylene regulation of legume nodulation // *Plant Signaling & Behavior*, 2009, V. 4, P. 818-823.
4. Provorov N.A., Tikhonovich I.A. Agricultural microbiology and symbiogenetics: synthesis of classical ideas and construction of highly productive agroecosystems (review) // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2022, Vol. 57, no. 5, pp. 821-831. (In Russ.)
5. Tikhonovich I.A., Provorov N.A. Agricultural microbiology as the basis for environmentally sustainable agricultural production: fundamental and applied aspects // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2011, no. 3, pp. 3-9. (In Russ.)
6. Masson-Boivin C., Sachs J.L. Symbiotic nitrogen fixation by rhizobia-the roots of a success story // *Curr. Opin. Plant Biol.*, 2018, V. 44: P. 7-15 (DOI: 10.1016/j.pbi.2017.12.001).
7. Sytnikov D.M., Sheiko E.A. Productivity of symbiosis when soybean is inoculated with various preparative forms of rhizobia and their Tn5-mutants // *Ekosistemy*, 2021, no. 28, pp. 76-81. (In Russ.)
8. Zaitsev N.I., Agafonov O.M., Shabaldas O.G. et al. Formation of nodules depending on the pre-sowing treatment of soybean seeds with bacterial preparations // *Maslichnye kul'tury*, 2017, Iss. 1 (169), pp. 64-68. (In Russ.)
9. Til'ba V.A., Tishkov N.M., Makhonin V.L. et al. The influence of nodule bacteria on the formation of the vegetative mass of soybeans and the development of the symbiotic apparatus on leached chernozem // *Maslichnye kul'tury*, 2020, Iss. 1 (181), pp. 79-87. (In Russ.) DOI: 10.25230/2412-608X-2020-1-181-79-87
10. Niewiadomska A., Sulewska H., Wolna-Maruwka et al. The influence of biostimulants and foliar fertilizers on the process of biological nitrogen fixation and the level of soil biochemical

- activity in soybean (*Glycine max* L.) cultivation // *Applied Ecology and Environmental Research*, 2019, 17 (5), P. 12649-12666.
11. Marzhokhova M.Kh., Kashukoev M.V. Efficiency of foliar feeding of soybeans with microfertilizers (review) // *Maslichnye kul'tury*, 2022, Iss. 2 (190), pp. 77-88. (In Russ.) DOI: 10.25230/2412-608X-2022-2-190-77-88
12. Shabalkin A. V., Dubinkina E. A. Application of inoculant and microfertilizers on soybeans in the conditions of the Central Black Earth Region // *Maslichnye kul'tury*, 2023, Iss. 1 (193), pp. 86-93. (In Russ.) DOI: 10.25230/2412-608X-2023-1-193-86-93
13. Golovina E.V. Symbiotic nitrogen fixation of northern ecotype soybean varieties cultivated in the conditions of the central black earth region // *Lecture notes in networks and systems*, 2022, Vol. 372, pp. 101-112. (In Russ.)
14. Golovina E.V., Leukhina O.V. The influence of foliar fertilizing on photosynthetic activity, symbiotic activity and productivity of new soybean varieties // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, no. 1 (45), pp. 40-49. (In Russ.) DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-40-49

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ АГРОПРИЕМОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ СОИ

П.В. ЯТЧУК, В.В. НАУМКИН, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

В статье приведены результаты исследований за 2021-2023 гг. по изучению норм высева, предпосевной инокуляции и минеральных удобрений на продуктивность и формирующую способность клубеньковых бактерий новых сортов сои Лидер 10 и Орлея. Установлено, что детерминантный сорт сои Орлея сформировал более высокую урожайность при норме высева 500 тыс. шт./га и предпосевной инокуляции семян препаратом «Хайкоут Супер Соя» по сравнению с контролем.

Урожайность сорта сои Лидер 10 на контроле при норме высева 500 тыс. шт./га, составила 2,7 т/га, что незначительно (на 0,1-0,3 т/га) ниже сорта Орлея и находится в пределах ошибки опыта. На вариантах, где проводилась предпосевная инокуляция сои с нормами высева 500-600 тыс. шт./га урожайность составила 2,9-3,1 т/га соответственно, а при инокуляции на фоне внесения минерального азота – 2,8 т/га, тогда как на контроле при этих же нормах высева – 2,8 и 2,6 т/га.

Ключевые слова: соя, сорт, инокуляция, технология, урожайность.

Для цитирования: Ятчук П.В., Наумкин В.В. Изучение влияния некоторых агроприемов на продуктивность новых сортов сои. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):40-50. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-40-50

STUDY OF INFLUENCE OF SOME AGRONOMIC PRACTICES ON PRODUCTIVITY OF NEW SOYBEAN VARIETIES

P.V. Yatchuk, V.V. Naumkin

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: *The article presents the results of research for 2021-2023 on the study of seeding rates, pre-sowing inoculation and mineral fertilizers on productivity and forming ability of nodule bacteria of new soybean varieties Leader 10 and Orlea. It was found that Orlea soybean variety formed higher productivity at a seeding rate of 500 thousand pieces/ha and pre-sowing inoculation with the preparation "Highcoat Super Soybean" compared to the control.*

The productivity of the Leader 10 soybean variety under control at a seeding rate of 500 thousand units/ha was 2.7 t/ha, which was slightly (0.1-0.3 t/ha) inferior to the Orleya variety, which is within the error range experience. In the variants where pre-sowing inoculation of soybeans was carried out with seeding rates of 500-600 thousand units/ha, the productivity was 2.9-3.1 t/ha, respectively, and when mineral nitrogen was added against the background of inoculation - 2.8 t/ha, whereas in the control at the same seeding rates – 2.8 and 2.6 t/ha.

Keywords: soybean, variety, inoculation, technology, yield.

Введение

Соя – важнейшая белково-масличная культура, очень ценная по комплексу полезных компонентов и химическому составу зерна [1]. Она, как и другие бобовые культуры, обладает уникальной способностью формировать симбиотические отношения с бактериями рода *Rhizobium* вида *Bradyrhizobium*, в результате чего атмосферный азот превращается в

аммонийный азот, то есть в форму, потребляемую растением. Это взаимодействие происходит в особенных корневых тканях, называемых клубеньками. Благодаря такому симбиозу растения получают из воздуха необходимое количество азота для своего роста и развития на протяжении периода вегетации [2]. Одним из приемов эффективной работы клубеньковых бактерий является предпосевная инокуляция. Этот прием имеет первостепенное значение в технологии выращивания сои и способствует увеличению урожайности и содержанию белка в семенах, а также обеспечивает пополнение почвенных запасов экологически безопасным азотом для последующих культур севооборота. Благодаря симбиотической азотфиксации, бобовые культуры не только экономно используют запасы азота почвы, но и восполняют их за счет накопления его в корнях и наземных растительных остатках и способствуют повышению почвенного плодородия [3]. Наряду с инокуляцией необходимо вносить азотные удобрения от 30 до 60 кг д.в./га. Внесенный минеральный азот усваивается в основном в первой половине вегетации и способствует развитию вегетативной массы, в то время как соя требует азота в большей мере в период цветения и налива семян, что обеспечивается азотфиксацией клубеньковых бактерий [4]. В этой связи на основе изучения различных норм высева семян и применения минеральных удобрений разрабатывались элементы технологии возделывания для сортов сои Лидер 10 и Орлея.

Цель исследований – изучить эффективность отдельных элементов технологии возделывания новых сортов сои Лидер 10 и Орлея.

Методика проведения исследований

Исследования проводились в 2021-2023 гг. на экспериментальной базе ФНЦ ЗБК.

В четырёхфакторном полевом опыте изучались два новых сорта сои различающиеся по типу роста стебля: у сорта Орлея - тип роста стебля **детерминантный** (оригинатор ФГБНУ ФНЦ ЗБК), у Лидер 10 - **индетерминантный** (оригинатор – ООО «АСТ»). Лидер 10 с 2020 года внесён в Госреестр селекционных достижений по Центрально-Чернозёмному, Орлея - с 2024 года по Центральному и Центрально-Чернозёмному регионам РФ [5, 6].

В опыте изучались: **две нормы высева – 500 и 600 тыс. всхожих семян на 1 гектар; предпосевная обработка семян двухкомпонентным инокулянт «Хайкоут Супер Соя», который содержит бактерии рода *Bradyrhizobium japonicum* (штамм 532 С), титр не менее 1×10^{10} живых КОЕ на 1 мл препарата. Инокуляция семян проводилась в день посева из расчета 1,42 л/т. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру в дозе 60 кг/га д.в. под предпосевную культивацию.**

Посев широкорядный с междурядьями 45 см. Повторность опыта четырёхкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Посевная площадь делянки 10 м². Опыты проводились на темно-серой лесной среднесуглинистой почве со следующей агрохимической характеристикой: рНКСl – 4,9-5,1; гумус – 4,2-5,4 %; P₂O₅ – 10,7-18,0 и K₂O – 10,7-12,3 мг на 100 г почвы. Предшественник – черный пар.

Учет количества и массы клубеньков на корнях растений сои проводился по методике Г.С. Посыпанова (1991). Результаты опытов по урожайности обрабатывали математическим методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Схема опыта представлена в таблице 2.

Результаты исследований

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. В мае 2021 года температура соответствовала среднепогодным значениям, количество осадков превышало средние значения на 21 мм. От июня до августа в фазы ветвление – налив бобов, температура повысилась на 3-4°C, что выше среднего многолетнего уровня, количество осадков снизилось на 13-32 мм по сравнению с нормой.

Так, вегетационный период 2022 года характеризовался недобором тепла в мае, по сравнению с вегетационным периодом 2021 года. Средняя температура воздуха в мае 2022 года составила 11,5°C, что на 2,3°C ниже среднепогодной. Количество осадков в мае находилось на отметке 51,1 мм, что на 1 мм выше среднепогодных значений (табл. 1). Наибольшее их количество пришлось на сентябрь при сумме 111,0 мм.

Таблица 1

Метеорологические условия в период вегетации сои

Месяц	Средняя t воздуха, °С				Осадки, мм			
	2021	2022	2023	среднемно-голетняя	2021	2022	2023	среднемно-голетняя
Май	13,9	11,5	12,9	13,8	72,1	51,1	16,8	51
Июнь	19,8	19,1	17,1	16,8	40,7	52,5	55,9	73
Июль	22,3	19,1	19,2	17,6	51,1	63,5	77,3	81
Август	20,5	21,8	20,3	17,0	49,8	32,3	43,9	63
Сентябрь	10,4	9,9	15,3	11,6	129,5	111,0	0	52
Октябрь	-	10,6	-	5,3	-	44	-	42

В 2023 году средняя температура воздуха в мае была 12,9°С, что ниже среднемесячного уровня на 0,9°С, а сумма осадков находилась на отметке 16,8 мм. Среднемесячная температура июня показала 17,1°С. Осадков выпало ниже нормы на 17,1 мм. Средняя температура воздуха в июле составила 19,2°С, это на 1,6°С выше среднемесячного уровня. Наибольшее количество осадков пришлось также на июль – 77,3 мм. Необходимо отметить, что осадки в августе месяце 43,9 мм пришлось на фазу налива семян сои, что способствовало получению хорошего и качественного урожая.

В опыте проводился учет количества и массы клубеньков на корнях растений сои. Об эффективности симбиоза в какой-то мере можно судить по морфологическим признакам: количеству и массе клубеньков, характеру их распределения на корневой системе, окраске. Обильные крупные розовые клубеньки свидетельствуют об активном симбиозе. Небольшое их количество расположенных преимущественно на боковых корнях и имеющих желтую или серо-зеленую окраску, характеризует малоактивный симбиоз (В.П. Орлов, И.Ф. Орлова, Е.А. Щербина, Г.П. Гурьев, А.Г. Васильчиков, 1984 г.) (табл. 2, рис.1, 2).

Таблица 2

Влияние элементов агротехнологий на формирование симбиотического аппарата на корнях сои в период бутонизации начало цветения

Факторы				Среднее количество клубеньков, шт./растение				Масса клубеньков с растения, г			
А-Сорт	В-удобрения	С- норма высева, тыс шт./га	Д-инокулянты	2021	2022	2023	Среднее	2021	2022	2023	Среднее
Орлея	Без удобрений	500	Контроль	15	18	13	15	0,132	0,125	0,118	0,125
			Инокуляция	25	39	28	31	0,220	0,235	0,226	0,227
		600	Контроль	15	14	19	16	0,132	0,120	0,129	0,127
			Инокуляция	25	21	26	24	0,220	0,228	0,230	0,226
	N (аммиачная селитра 60 кг/га д. в.)	500	Контроль	18	15	11	15	0,158	0,133	0,112	0,134
			Инокуляция	15	24	20	20	0,132	0,139	0,126	0,132
		600	Контроль	18	13	16	16	0,158	0,128	0,119	0,135
			Инокуляция	12	20	14	15	0,106	0,212	0,115	0,144
Лидер 10	Без удобрений	500	Контроль	21	19	16	19	0,185	0,169	0,130	0,161
			Инокуляция	31	26	20	26	0,273	0,255	0,139	0,222
		600	Контроль	19	15	13	16	0,167	0,132	0,122	0,140
			Инокуляция	24	20	19	21	0,211	0,216	0,214	0,214
	N (аммиачная селитра 60 кг/га д. в.)	500	Контроль	15	11	14	13	0,132	0,136	0,141	0,136
			Инокуляция	12	16	18	15	0,106	0,125	0,138	0,123
		600	Контроль	12	17	14	14	0,106	0,118	0,125	0,116
			Инокуляция	13	22	15	17	0,114	0,221	0,136	0,157

В период бутонизации начало цветения у сорта Орлея на варианте с предпосевной инокуляцией и нормой высева 500 тыс. шт./га в среднем за 3 года, число клубеньков на растение сформировалось 31 шт, тогда как на контроле 15, с их массой 0,227 и 0,125 г. соответственно.

При норме высева 600 тыс. шт./га количество клубеньков составило 24 шт./растении, а масса – 0,226 г, на контроле 16 шт./растение при их массе 0,127 г. На варианте с внесением минерального азота в дозе 60 кг/га. д. в. их количество находилось на уровне контроля, масса клубеньков с растения находилась в пределах 0,132...0,134 г при норме высева 500 тыс. шт./га и 0,144...0,135 г при посеве с нормой 600 тыс. шт./га. Данные таблицы показывают, что тенденция увеличения числа клубеньков наблюдалась на вариантах, где проводилась предпосевная инокуляция семян сои без применения минерального азота, тогда как внесение его на фоне инокуляции приводило к снижению числа клубеньков на растении. На рисунке 1, 2 представлены корни сои с клубеньками сортов Орлея и Лидер 10 в период бутонизации начало цветения.

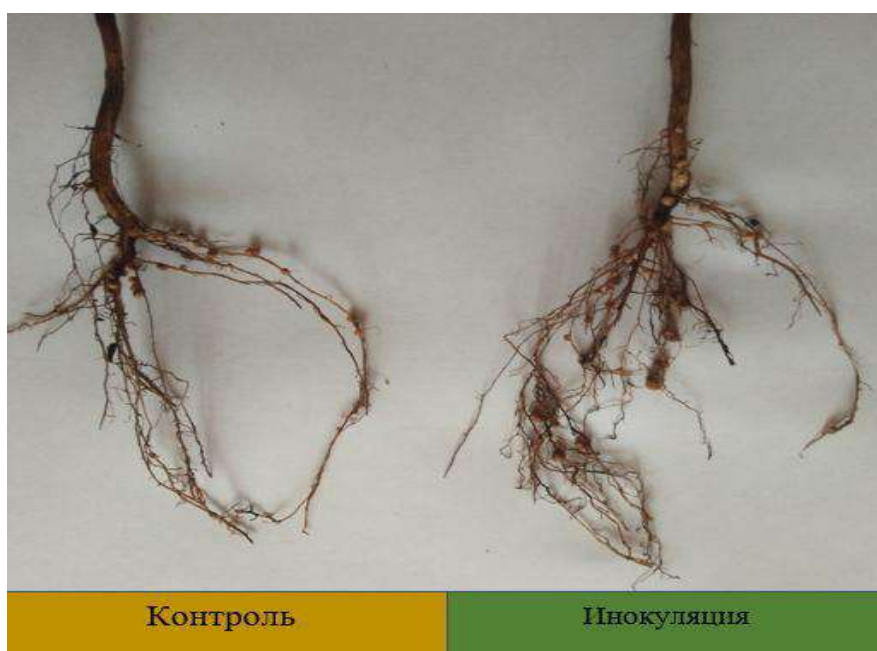


Рис. 1. Корень сои с клубеньками – сорт Орлея

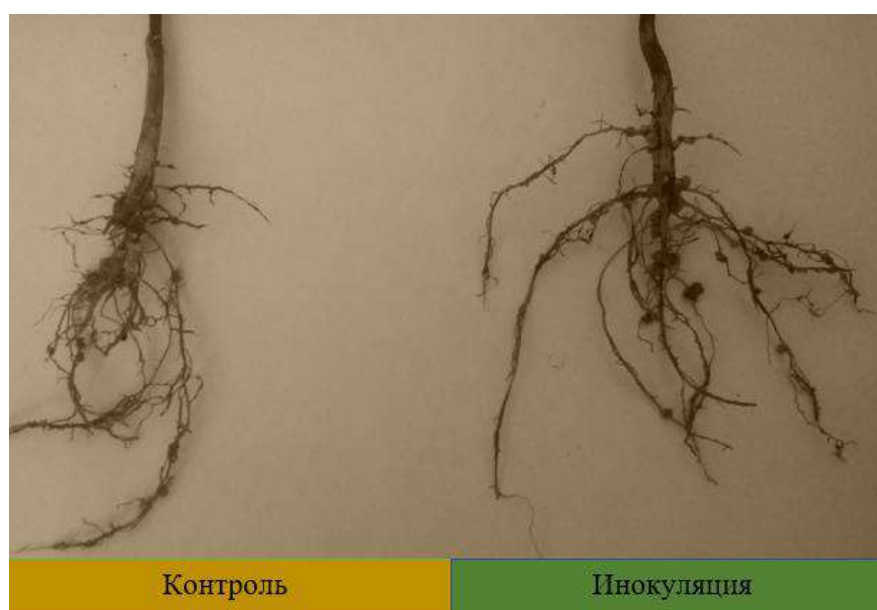


Рис. 2. Корень сои с клубеньками – сорт Лидер 10

У сорта Лидер 10 на варианте с предпосевной инокуляцией при норме высева 500 тыс. шт./га, в среднем за 3 года, количество клубеньков сформировалось 26 шт./растение, а на контрольном варианте – 19 шт./растение, с массой клубеньков 0,222 и 0,161 г. соответственно. При норме высева 600 тыс. шт./га их количество составило 21 шт./растения, а масса 0,214 г, по сравнению с контролем 16 шт./растение при их массе 0,140 г. На варианте с внесением минерального азота в дозе 60 кг/га. д. в. их количество находилось на уровне контроля, а масса клубеньков с растения составила 0,123-0,136 г при норме высева 500 тыс. шт./га и 0,157 0,116 г при посеве с нормой 600 тыс. шт./га.

Технологичность зернобобовых культур, в том числе и сои, определяется как устойчивостью к полеганию, так и высотой прикрепления нижних бобов, от которой зависят потери во время механизированной уборки урожая [7].

Результаты структурного анализа сортов сои представлены в таблице 3. Так, наибольшая высота прикрепления нижнего боба в среднем за 3 года, отмечена на варианте, где проводилась предпосевная инокуляция на фоне внесения минерального азота с нормой высева 500 тыс. шт./га, у сорта сои Лидер 10 и этот показатель составил 11,5 см. У сорта Орлея лучшим по этому показателю в среднем за 2021-2023 гг. оказался вариант, где проводилась предпосевная инокуляция при норме высева 600 тыс. шт./га и составила 8,8 см. Следовательно, сорт Лидер 10 оказался более технологичным с точки зрения более качественной уборки урожая.

Оценивая сорта по элементам структурного анализа, следует отметить, что наибольшая высота растений за 2021-2023 годы отмечена у сорта Лидер 10 – 101,7 см. В целом, прослеживается тенденция увеличения высоты растений на изучаемых сортах, на варианте, где проводилась предпосевная инокуляция на фоне внесения минерального азота. Максимальное число бобов на растении было сформировано у сорта Лидер 10 и составило 51,6 шт./растении. Наибольшее число семян с 1 растения в среднем за 3 года исследований было сформировано у сорта сои Лидер 10 – 102 шт./растение, у Орлеи – 91,0 шт./растение. Однако, необходимо отметить, что по массе 1000 семян по результатам исследований за 2021-2023 годы сорт сои Лидер 10 уступил сорту Орлея. По этому показателю лучшим оказался вариант, где проводилась предпосевная инокуляция без применения минеральных удобрений при норме высева 500 тыс. шт./га и составил 162,2 грамм, тогда как у сорта Лидер 10 масса 1000 семян была в пределах от 153,6-159 грамм.

Таблица 3

Характеристика структурного анализа растений сои, в зависимости от элементов технологии, среднее за 2021-2023 год

Сорт фактор А	Удобрения фактор В	Норма высева фактор С	Инокуляция – фактор Д	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов с 1 растения, шт.	Число семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Орлея	Без удобрений (контроль)	500 тыс. шт./га	Контроль	86,6	6,9	41,6	84	13,6	156,1
			Инокуляция	89,0	8,1	41,7	91	16,0	162,2
		600 тыс. шт./га	Контроль	89,4	6,9	44,8	81	11,9	158,5
			Инокуляция	90,8	8,8	40,2	85	11,9	160,0
	аммиачная селитра 60 кг/га д. в	500 тыс. шт./га	Контроль	90,1	8,5	40,7	78	11,0	144,3
			Инокуляция	84,8	8,5	41,5	77	13,5	161,0
		600 тыс. шт./га	Контроль	87,7	8,5	40,9	79	10,5	132,0
			Инокуляция	95,0	7,9	44,0	85	11,7	144,4
Лидер 10	Без удобрений (контроль)	500 тыс. шт./га	Контроль	89,1	8,4	46,4	80	12,0	153,6
			Инокуляция	93,4	9,0	44,8	78	14,0	156,6
		600 тыс. шт./га	Контроль	100,1	10,6	44,1	93	14,5	157,3
			Инокуляция	98,8	10,1	51,6	102	14,9	154,6
	аммиачная селитра 60 кг/га д. в	500 тыс. шт./га	Контроль	94,8	10,4	49,3	95	15,4	159,0
			Инокуляция	101,7	11,5	45,5	93	15,5	155,1
		600 тыс. шт./га	Контроль	99,7	10,4	48,2	90	14,7	154,6
			Инокуляция	99,8	10,6	49,9	95	16,9	154,3

Предпосевная инокуляция препаратом «Хайкоут Супер Соя» повышает урожайность семян сои, по сравнению с внесением минерального азота (табл. 4) Так, на сорте Орлея в варианте предпосевная инокуляции семян и норма высева 500 тыс. шт./га получена урожайность 3,2 т/га, а при предпосевной инокуляции на фоне внесения минеральных удобрений – на 0,2 т/га меньше. Урожайность сорта сои Лидер 10 на контроле с нормой высева 500 тыс. шт./га, составила 2,7 т/га, тогда как при норме 600 тыс. шт./га – 2,5 т/га, а на варианте с предпосевной инокуляцией – 2,9 и 3,1 т/га соответственно. При внесении минерального азота на фоне инокуляции с нормами высева 500-600 тыс. шт./га урожайность составила 2,8 т/га, что находилось на уровне контрольного варианта (табл. 4). Одним из важных показателей в технологии возделывания сельскохозяйственных культур является экономическая эффективность их возделывания (табл. 5, 6).

Таблица 4

Влияние элементов агротехнологий на урожайность новых сортов сои

Факторы				Урожайность, т/га			
А- сорт	В- удобрения	С- норма высева, тыс. шт./га	Д-инокулянты	2021	2022	2023	В среднем за 3 года
Орлея	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	3,4	2,4	3,0	2,9
			Инокуляция	3,0	3,2	3,5	3,2
		600	Контроль	2,8	2,4	2,9	2,7
			Инокуляция	2,8	2,9	3,3	3,0
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в.	500	Контроль	3,2	2,3	2,9	2,8
			Инокуляция	3,3	2,7	3,2	3,0
		600	Контроль	2,8	2,2	3,0	2,6
			Инокуляция	2,7	3,0	3,1	2,9
Лидер 10	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	2,6	2,3	3,3	2,7
			Инокуляция	2,8	2,7	3,3	2,9
		600	Контроль	2,5	2,0	3,2	2,5
			Инокуляция	3,2	2,8	3,5	3,1
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в.	500	Контроль	2,8	2,5	3,2	2,8
			Инокуляция	2,8	2,4	3,4	2,8
		600	Контроль	2,5	2,0	3,3	2,6
			Инокуляция	3,0	2,4	3,0	2,8
НСР ₀₅ сорт				0,34	0,14	0,30	-
НСР ₀₅ удобрения				0,41	0,24	0,29	-
НСР ₀₅ нормы высева				0,35	0,19	0,20	-
НСР ₀₅ инокуляция				0,39	0,11	0,26	-

Анализ экономической эффективности возделывания различных сортов сои показал, что наибольший уровень рентабельности получен при инокуляции сорта сои Орлея препаратом «Хайкоут Супер Соя» с нормой высева 500 тыс.шт./га – 216,9%. Чистая прибыль на этом варианте составила 65704,23 руб./га. У сорта сои Лидер 10 максимальная рентабельность составила 187,2%, а на контроле 181,4%. При инокуляции с нормой высева 600 тыс. шт./га она составила 176,0%. Отмечено, что как для сорта Орлея, так и для Лидер 10 происходит ее снижение на варианте с внесением минерального азота в дозе 60 кг/га дв с нормой высева 600 тыс. шт./га.

Таблица 5

Экономическая эффективность технологических приемов на сое (в среднем за 2021-2023 гг.)

Показатели		Сорт Орлея							
		Без удобрений (контроль)				Аммиачная селитра			
		500		600		500		600	
		Контроль	Хайкоут Супер Соя	Контроль	Хайкоут Супер Соя	Контроль	Хайкоут Супер Соя	Контроль	Хайкоут Супер Соя
Урожайность, т/га		2,9	3,2	2,7	3,0	2,8	3,0	2,6	2,9
Стоимость единицы продукции, руб/га		87000	96000	81000	90000	84000	90000	78000	87000
Затраты без стоимости удобрений, руб/га		28783,17	29470,77	31983,17	32670,7	29569,42	30256,95	32769,42	33456,95
Нормы расхода удобрения, кг/га; л/га		-	0,11	-	0,13	174,4	174,4; 0,11	174,4	174,4; 0,13
Стоимость агрохимиката,	руб/т/л	-	825,0	-	1020,0	-	825,0	-	1020,0
	руб/га	-	-	-	-	3488	3488	3488	3488
Затраты вкл. удобрения, руб/га		28783,17	30295,77	31983,17	33690,7	33057,42	34569,95	36257,72	37964,95
Чистая прибыль, руб/га		58216,83	65704,23	49016,83	56309,3	50942,58	55430,05	41742,28	49035,05
Уровень рентабельности, %		202,2	216,9	153,2	167,1	154,1	160,3	115,1	129,1

Таблица 6

Экономическая эффективность технологических приемов на сое (в среднем за 2021-2023 гг.)

Показатели		Сорт Лидер 10							
		Без удобрений (контроль)				Аммиачная селитра			
		500		600		500		600	
		Контроль	Хайкоут Супер Соя	Контроль	Хайкоут Супер Соя	Контроль	Хайкоут Супер Соя	Контроль	Хайкоут Супер Соя
Урожайность, т/га		2,7	2,9	2,5	3,1	2,8	2,8	2,6	2,8
Стоимость единицы продукции, руб/га		81000	87000	75000	93000	84000	84000	78000	84000
Затраты без стоимости удобрений, руб/га		28783,17	29470,77	31983,17	32670,7	29569,42	30256,95	32769,42	33456,95
Нормы расхода удобрения, кг/га; л/га		-	0,11	-	0,13	174,4	174,4; 0,11	174,4	174,4; 0,13
Стоимость агрохимиката,	руб/т/л	-	825,0	-	1020,0	-	825,0	-	1020,0
	руб/га	-	-	-	-	3488	3488	3488	3488
Затраты вкл. удобрения, руб/га		28783,17	30295,77	31983,17	33690,7	33057,42	34569,95	36257,72	37964,95
Чистая прибыль, руб/га		52216,83	56704,23	43016,83	59309,3	50942,58	49430,05	41742,28	46035,05
Уровень рентабельности, %		181,4	187,2	134,5	176,0	154,1	143,0	115,1	121,2

Заключение

Результаты исследований за 2021-2023 гг. свидетельствуют о том, что максимальная урожайность 3,2 т/га получена у сорта сои Орлея на варианте с предпосевной инокуляцией и нормой высева 500 тыс. шт./га, что на 0,3 т/га больше, чем на контроле. Предпосевная инокуляция на фоне внесения минеральных удобрений в дозе 60 кг/га д. в. с нормой высева 500 тыс. шт./га, так же как при увеличении нормы высева до 600 тыс. шт./га не способствовало повышению урожая зерна, величина которого составляла 2,9-3,0 т/га.

Продуктивность сорта сои Лидер 10 на контроле при норме высева 500 тыс. шт./га, составила 2,7 т/га, что незначительно (на 0,1-0,3 т/га) уступало сорту Орлея, что находится в пределах ошибки опыта. На вариантах, где проводилась предпосевная инокуляция сои с нормами высева 500-600 тыс. шт./га продуктивность составила 2,9-3,1 т/га соответственно, а при внесении минерального азота на фоне инокуляции – 2,8 т/га, тогда как на контроле при этих же нормах высева – 2,8 и 2,6 т/га.

Установлено, что наиболее урожайным был сорт сои Орлея, однако сорт Лидер 10 являлся более технологичным в связи с большей высотой прикрепления нижнего боба и меньшей полегаемостью.

Оптимальной нормой высева для сорта сои Лидер 10 при посеве широкорядным способом за 3 года исследований была норма 600 тыс. шт./га, для сорта Орлея – 500 тыс. шт./га в зависимости от применения изученных технологических приемов.

Максимальная рентабельность отмечена у сортов сои Лидер 10 и Орлея на вариантах с предпосевной инокуляцией и нормами высева 500-600 тыс. шт./га.

Отмечено снижение уровня рентабельности на варианте с внесением минеральных удобрений в дозе 60 кг/га. д в. при норме высева 600 тыс. шт./га для изучаемых сортов сои.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ по гранту 075-15-2021-546.

Литература

1. Федотов В.А., Кадыров С.В. и др. Растениеводство. – М.: Лань, – 2020. – 325 с.
2. Соя – чемпион рентабельности среди культур. / АгроВестник: выращивание бобовых: электронный журнал [электронный ресурс]. – URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-legumes/soya-champion-rentabelnosti-sredi-kultur.html> - Дата публикации: 17 декабря 2018 г.
3. Лукомец В.М., Тильба А.А., Бочкарев Н.И. Инновационные технологии возделывания масличных культур: монография. Краснодар: Изд-во ВНИИМК им. В.С. Пустовойта, – 2017. – 256 с.
4. Тихонович И.А., Борисов А.Ю., Васильчиков А.Г. и др. Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 3. – С. 11-17.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [электронный ресурс]. – URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/8262408/>
6. Гуринович С.О., Кирюхин С.В., Панарина В.И. Новый сорт сои Орлея. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 1. – С. 112-116. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-112-116.
7. Ятчук П.В. Изучение некоторых элементов технологии возделывания перспективных сортов сои. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023 – № 1. – С.59-66. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-59-66.

References

1. Fedotov V.A., Kadyrov S.V. et al. Crop production. Moscow, Lan' Publ., 2020, 325 p. (In Russ.)
2. Soybean - the champion of profitability among crops. / AgroVestnik: growing legumes: electronic journal [electronic resource]. Available at: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-legumes/soya-champion-rentabelnosti-sredi-kultur.html> (Accessed: 17.12.2018).
3. Lukomets V.M., Til'ba A.A., Bochkarev N.I. Innovative technologies of oilseed crops cultivation: monograph. Krasnodar: V.S. Pustovoyt VNIIMK Print House, 2017, 256 p.
4. Tikhonovich I.A., Borisov A.Yu., Vasil'chikov A.G. et al. Specificity of microbiological preparations for legume crops and peculiarities of their production. //Zernobobovye i krupyanye kul'tury, 2012, no. 3, pp.11-17.

5. State Register of Breeding Achievements Approved for Use [electronic resource]. - URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/8262408/>
6. Gurinovich S.O., Kiryukhin S.V., Panarina V.I. New soybean variety Orleya. // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2024, no. 1(49), pp.112-116. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-112-116
7. Yatchuk P.V. Study of some elements of the technology for cultivating promising soybean varieties. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, no.1, pp.59-66. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-59-66

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЧЕЧЕВИЦЫ

З.И. ГЛАЗОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

В 2022-2023 годах в полевых опытах были проведены испытания новых гербицидов, разрешённых на зернобобовых культурах: Бриг (0,5 л/га); Зонтран (0,8 и 1,2 л/га); Бенито (2,0 и 2,5 л/га); Гейзер (2,0 и 2,5 л/га); Гермес (0,7 и 0,9 л/га); Концепт (0,6 и 1,0 л/га); Купаж (0,006 и 0,008 г/га); Танто (0,7 и 1,0 л/га); Актион (1,5 и 2,0 л/га) и Линтоплант (0,5 и 0,8 л/га) на посевах чечевицы.

Установлено, что обработка почвы за два-три дня до всходов гербицидами Бриг и Зонтран обеспечили хорошее защитное действие на однолетние двудольные сорняки, количество их к уборке снизилось на 75-91%, по сравнению с контролем. Однако злаковые и многолетние сорняки практически не уничтожаются, что приводит к снижению урожайности на 0,35-0,47 т/га. Эффективность Зонтрана в дозе 1,2 л/га выше, чем у Брига в дозе 2,5 л/га. Довсходовое применение этих гербицидов не оказывает токсического действия на растения чечевицы.

Выявлено, что опрыскивание вегетирующих сорных растений в агрофитоценозе чечевицы в период от одного до трёх листьев гербицидами Гейзер (2,0-2,5 л/га), Бенито (2,0-2,5 л/га), Купаж (0,006-0,008 г/га) и Концепт (1,0 л/га) приводит к полной гибели чечевицы через 6-15 дней. Применение гербицидов Гермес (0,8 и 0,9 л/га), Танто (0,7 и 1,0 л/га) и Концепт (0,6 л/га) оказывает сильное токсическое действие на растения чечевицы, что приводит к удлинению периода вегетации на 10-18 дней и снижению урожайности на 25,4-51,6%, по сравнению с вариантом без химической обработки (2,17 т/га).

Для снижения засорённости посевов чечевицы однолетними двудольными сорняками целесообразно применять в фазу 2-4 листьев культуры Актион (1,5 и 2,0 л/га) и Линтоплант (0,5 и 0,8 л/га), которые практически не оказывают угнетающего влияния на растения, приводят к сокращению их численности и биомассы. Однако, химическая прополка этими гербицидами не обеспечивает удаления злаковых (35-48 шт./м²) и многолетних (3-4 шт./м²) сорняков. Но такой фон засорённости посевов не приводит к существенному ухудшению условий развития культуры, что позволило получить урожай зерна на уровне 1,94-2,04 т/га при урожайности в варианте без сорняков 2,17 т/га при НСР₀₅ равном 0,16 т/га.

Ключевые слова: чечевица, сорняки, гербициды, обработка, влияние.

Для цитирования: Глазова З.И. Перспектива использования новых гербицидов в посевах чечевицы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):51-60. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-51-60

PROSPECT OF USING NEW HERBICIDES IN LENTIL CROPS

Z.I. Glazova

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: In 2022-2023, new herbicides (authorized on grain legume crops) were tested in field experiments: Brig (0.5 l/ha); Zontran (0.8 and 1.2 l/ha); Benito (2.0 and 2.5 l/ha); Geyser (2.0 and 2.5 l/ha); Hermes (0.7 and 0.9 l/ha); Concept (0.6 and 1.0 l/ha); Coupage (0.006 and 0.008

g/ha); Tanto (0.7 and 1.0 l/ha); Aktion (1.5 and 2.0 l/ha) and Lintoplant (0.5 and 0.8 l/ha) on lentil crops.

It was found that soil treatment two or three days before sprouting with herbicides Brig and Zontran provided a good protective effect on annual dicotyledonous weeds, their number by harvesting decreased by 75-91% compared to the control. However, cereal and perennial weeds are hardly eradicated, resulting in yield reductions of 0.35-0.47 t/ha. The efficiency of Zontran at a dose of 1.2 l/ha is higher than that of Brig at a dose of 2.5 l/ha. Pre-emergence application of these herbicides has no toxic effect on lentil plants.

It was revealed that spraying of vegetative weeds in lentil agrophytocenosis during the period from one to three leaves with herbicides Geyser (2.0-2.5 l/ha), Benito (2.0-2.5 l/ha), Cupage (0.006-0.008 g/ha) and Concept (1.0 l/ha) leads to complete death of lentils in 6-15 days. Application of herbicides Hermes (0.8 and 0.9 l/ha), Tanto (0.7 and 1.0 l/ha) and Concept (0.6 l/ha) has a strong toxic effect on lentil plants, which leads to lengthening of the vegetation period by 10-18 days and yield reduction by 25.4-51.6% compared to the variant without chemical treatment (2.17 t/ha).

To reduce the weed infestation of lentil crops with annual dicotyledonous weeds, it is advisable to apply Aktion (1.5 and 2.0 l/ha) and Lintoplant (0.5 and 0.8 l/ha) in the phase of 2-4 leaves of the crop, which practically do not have a depressing effect on plants, lead to a reduction in their number and biomass. However, chemical weeding with these herbicides does not provide removal of cereal (35-48 pcs./m²) and perennial (3-4 pcs./m²) weeds. But such background weediness of crops does not lead to a significant deterioration of crop development conditions, which allowed to obtain grain yield at the level of 1.94-2.04 t/ha with yield in the variant without weeds 2.17 t/ha at LSD₀₅ equal to 0.16 t/ha.

Keywords: lentils, weeds, herbicides, treatment, effect.

Введение

В России, как и во всех странах мира, ощущается дефицит кормового и продовольственного растительного белка, основным источником которого являются зернобобовые культуры, в том числе чечевица, выделяющаяся высоким содержанием протеина (до 32%), отличными вкусовыми качествами и питательностью [1, 2].

Однако, в мировом земледелии чечевица не относится к культурам массового распространения. Так, по данным «АБ-Центра» в России посевы чечевицы в период с 2015 по 2019 годы занимали от 35,4 до 137,4 (в 2,18 г. – году 271,4) тыс./га, то есть они составляли от 0,1 до 2,9% в общих посевных площадях, при урожайности от 6,2 до 12,1 ц/га (в среднем по РФ за 2019 г. – 9,4 ц/га [3, 4].

Расширение посевных площадей и повышение урожайности чечевицы зависят как от потенциальной продуктивности сортов, так и от совершенствования технологий их возделывания, эффективность которой значительной в степени зависит и от успешной борьбы с сорняками [5, 6]. Известно, что потери урожая зерновых культур от засорённости достигают 20-25%, а в пахотном слое почвы на одном гектаре содержится от 100 млн. до 5 млрд. семян сорных растений [7, 8].

Поэтому проблема очищения посевов сельскохозяйственных культур от сорняков всегда актуальна, но особенно возрастает её значение при выращивании чечевицы.

Чечевица, в силу своих биологических особенностей (неглубокое проникновение корней, низкая высота растений, тонкие ветви, медленное нарастание вегетативной массы, слабое затенение поверхности почвы и др.) сильно реагирует на засорённость посевов и поэтому борьба с сорняками является одним из важных агротехнических приёмов. Следует отметить, что разрешённых к применению на чечевице гербицидов нет. Однако в научных публикациях имеются немногочисленные данные об использовании на чечевице гербицидов, разрешённых на других зернобобовых культурах (Скориков В.Т., 2000; Цой М.Ф., Скориков В.Т., 2000). Наиболее распространённым оказался Пивот, при использовании которого, как при довсходовом внесении (0,8 л/га), так и по всходам (0,4-0,5 л/га) снижается засорённость посевов чечевицы до 70-80%, повышается урожайность до 3,4-4,1 ц/га и уровень рентабельности до 170,6% [9]. Вместе с тем, в силу особенностей его действующего

вещества (имазетапир), после его применения необходимо соблюдать двухлетний интервал для возделывания картофеля, гречихи и других культур [10].

В связи с тем, что в последние годы появились инновационные препараты, содержащие действующее вещества из разных химических классов, не ограничивающие выращивание других культур и разрешённые на зернобобовых культурах, то нами были проведены полевые испытания их в агрофитоценозе чечевицы [11].

Цель исследований – выявить возможности использования гербицидов нового поколения для снижения засорённости посевов чечевицы.

Материалы и методы исследований

Полевые опыты закладывали в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений ФНЦ ЗБК на тёмно-серой лесной среднесуглинистой среднеоккультуренной почве в 2022-2023 годах. Испытание гербицидов на посевах чечевицы сорта Фламенко проводили на делянках с учётной площадью 10 м² при 4-кратной повторности. Размещение рендомизированное, способ посева рядовой (15 см) сеялкой СКС-6-10. Рабочий раствор (300 л/га) гербицидов вносили ранцевым опрыскивателем «Агротоп». Опрыскивание проводили в фазы, рекомендованные производителем [11].

Варианты опыта:

- Контроль (без обработки и ручная прополка).
- Обработка почвы за два дня до всходов чечевицы: Бриг – 2,5 л/га, Зонтран – 1,2 и 0,8 л/га.
- Обработка растений в фазу одного настоящего листа: Гейзер – 2,5 и 2,0 л/га; Бенито – 2,5 и 2,0 л/га; Купаж – 0,008 и 0,006 л/га.
- Обработка растений в фазу трёх листьев: Гермес – 0,9 и 0,7 л/га; Концепт – 1,0 и 0,6 л/га; Танто – 1,0 и 0,7 л/га; Линтоплант – 0,8 и 0,5 л/га; Актин – 2,0 и 1,5 л/га.

В течение вегетационного периода проводили количественный учёт сорной растительности до обработки и после, согласно Методическим указаниям по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве (2013) на четырёх учётных площадках по 0,25 м². Уборку чечевицы проводили прямым комбинированием при созревании 80% бобов. Учёт урожая поделяночный. Математическая обработка урожайных данных проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты исследований

В 2022 г. посев чечевицы провели 7.05; всходы появились 19.05; полевая всхожесть составила 90-92% от высеванных семян (2,5 млн./га).

Поверхностную обработку почвы гербицидами Бриг и Зонтран проводили за два дня до всходов чечевицы, сорняки находились в фазе белых нитей. Токсического действия гербицидов, как на ростки чечевицы, так и позже на растения не проявилось: высота их по вариантам опыта в фазу ветвления (14.06) варьировала от 18,4 до 18,9 см. Гибель сорняков в фазу начало цветения (20.06) на вариантах с применением Зонтрана была выше, чем на варианте с Бригом на 15-37%, особенно однолетних двудольных (марь белая, подмаренник и др.) Уничтожение щетинников и многолетних (осот, вьюнок, хвощ) было несколько худшим: количество их к уборке составляло от 25 до 46 шт./м² и от 3 до 12 шт./м² соответственно (табл. 1).

Защитное действие этих гербицидов в период вегетации было неодинаковым в отношении к разным группам сорняков. Так, однолетние яровые (пикульник, горец, дикая редька, подмаренник и др.) погибли полностью через 15 дней, злаковые (куриное просо, щетинники) на 38-52%, а многолетние (вьюнок полевой, бодяк, осот полевой) не были повреждены и в таком же количестве сохранились до уборки.

Такой уровень засорённости способствовал снижению урожайности чечевицы на 0,58-0,64 т/га, по сравнению с их отсутствием – 2,26 т/га.

Обработку растений чечевицы в фазу одного настоящего листа проводили гербицидами Гейзер. Бенито и Купаж 24.05. Следует отметить, что при внесении вышеуказанных гербицидов в эту фазу в ценозе чечевицы засорённость была очень слабой – 12-14 шт./м²

ранними яровыми сорняками (пикульник, подмаренник, марь белая) при отсутствии яровых поздних (щетинник, щирица). Основная масса этих сорняков появилась в период конец мая (30.05.) – начало июня (10.06), когда была отмечена гибель чечевицы на вариантах, обработанных Гейзером и Бенито и сильная токсичность на вариантах с Танто. Аналогичная закономерность отмечена и на варианте с гербицидом Купаж: через 10 дней после обработки им высота растений составляла 6,0-6,3 см, а у не обработанных – 23,7 см. Через 15 дней растения чечевицы погибли.

Согласно схеме опыта обработка посевов чечевицы в фазу трёх настоящих листьев гербицидами Гермес, Концепт, Танто, Линтоплант и Актион проведена 30.05. Через 5 дней (4.06) появился сильный хлороз растений чечевицы на вариантах, обработанных Гермесом, Танто и Концептом. Наибольшее влияние эти гербициды оказали на гибель однолетних двудольных сорняков (82-90%), не повредили многолетние сорняки (выюнок, хвощ, паслён). На злаковые сорняки сильнее других подействовал Гермес: гибель их через 15 дней составила 82-90%, в то время как от Концепта и Танто только 14-46%, а Линтоплант и Актион на них не подействовали. Токсическое действие Танто (1,0 и 0,7 л/га) и Гермеса (0,9 и 0,7 л/га) на растения чечевицы исчезло через 10 дней, а Концепта (0,6 л/га) – через 15 дней. Поэтому период вегетации на этих вариантах был удлинён на 15-18 дней (12.08-15.08). Однако имело место угнетение растений, они были на 8-10 см ниже и их продуктивность в 1,7-2,3 раза меньше (0,8-1,44 т/га), по сравнению с вариантом – ручная прополка (50 см и 2,26 т/га) (табл. 2).

Посевы обработанные Линтоплантом (0,8 и 0,5 л/га) и Актионом (2,0 и 1,5 л/га) не испытывали угнетения, как от них, так и от злаковых сорняков, которые, в силу своих биологических особенностей в основном появились и развивались в период образования (29.06.) и налива бобов (10.07.), (табл.1), когда температура почвы на глубине 5-10 см достигла 23,0-26,2°C (оптимальных значений). Поэтому, перед уборкой в ценозе чечевицы на этих вариантах злаковых сорняков стало больше в 1,0-1,4 раза по сравнению с началом вегетации. Однако масса их, как сырая, так и сухая была небольшой и не представляла опасности для формирования урожая (2,11-2,22 т/га), почти на уровне с ручными прополками (2,26 т/га) (табл. 1).

Посев чечевицы в 2023 году был проведён 19 апреля, всходы появились 2.05; полевая всхожесть составила 87-94% от высеванных семян.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались между собой и от среднесуточных, как по количеству выпавших осадков, так и по среднесуточной температуре воздуха. Если в 2022 году в мае выпало осадков на 109,5-134,3% больше среднесуточных, то в 2023 году их было всего 8,6 мм при температуре воздуха на 0,5-4,5°C холоднее нормы. Сложившиеся погодные условия существенно повлияли на появление всходов сорняков и на стрессовое действие гербицидов на растения чечевицы.

Поверхностная обработка почвы гербицидами Бриг и Зонтран, проведённая за три (29.04) дня до всходов, не оказала токсического действия, как на полевую всхожесть (89,6-92,4%), так и позже на растения: высота их в фазу начало цветения (13.06) варьировала от 25,0 до 25,6 см при высоте их на контроле 25,6 см.

Защитное действие этих гербицидов на разные группы сорняков было слабее, чем в 2022 году. Из-за погодных условий щетинники начали всходить через 19 дней (16.05.) после внесения гербицидов. Поэтому влияние их было менее эффективным и количество сорняков к уборке варьировало от 36 до 50 шт./м². Гибель однолетних двудольных сорняков была высокой (71,4-75,0%) и к уборке их было 4-7 шт./м². Однако многолетние (выюнок полевой, бодяк, осот полевой) сорняки не были повреждены и сохранились до уборки (2-5 шт./м²) (табл. 1).

Внесение гербицидов Бриг и Зонтран в почву обеспечивает не только снижение засорённости, но и увеличение урожайности чечевицы на 3,6-11,0%, по сравнению с необработанным вариантом (1,64 т/га в среднем за два года) (табл. 1).

Внесение гербицидов по вегетирующим растениям чечевицы проводилось не в период одного-трёх настоящих листьев, а в фазу начало ветвления (23.05). Это было обусловлено тем, что первая декада мая была на 4,5°C холоднее нормы, а температура почвы в слое 0-5 см варьировала от 0 до 8°C при оптимальной для поздних яровых сорняков 14-18°C. Поэтому всходы сорняков начали появляться только через 14 дней после всходов чечевицы и количество их составляло 1-3 шт./м² однолетних двудольных, а злаковые начали всходить 19.05. и основная масса (32-44 шт./м²) их появилась в период с 29.05 по 15.06.

Следует отметить, что уже через три дня (26.05.) на вариантах, обработанных гербицидами Гейзер, Бенито, Концепт, Купаж и Танто, отмечен сильный хлороз растений чечевицы. Выявлено слабое угнетение растений, обработанных Гермесом и Линтоплантом, однако не отмечена токсичность на растениях чечевицы в варианте с Актионом, а также на многолетних сорняках и злаках. Через шесть дней (29.05.) чечевица погибла на вариантах обработанных Гейзером, Бенито, Купажом и Концептом (1,0 л/га). На вариантах с Гермесом, Танто и Концептом (0,6 л/га) угнетение растений сохранялось еще 15 дней (13.06.): высота их на этих вариантах была от 13,1 до 17,7 см, а у не обработанных – 24,8-25,6 см. Возобновление роста у чечевицы началось с 17 июня. Однако, токсическое влияние гербицидов не устранилось до конца вегетации: период её удлинился на 13-17 дней и урожайность сформировалась в 1,2-1,6 раза меньше (1,30-1,66 т/га), чем на варианте с ручной прополкой (2,09 т/га) (табл. 2).

Негативное влияние на формирование урожайности чечевицы гербицидов Линтоплант и Актин было слабым и снижение урожая зерна незначительным (0,21-0,26 т/га) (табл. 2).

Полученная информация в таких неодинаково складывающихся погодных условиях способствует возможности объективно оценить стабильность влияния применяемых гербицидов на растения чечевицы. Токсическое действие ранее указанных гербицидов, как на растения чечевицы, так и на отдельные виды сорняков сохранилось независимо от сроков их применения и внешних условий. Детализация по препаратам при внесении их в почву обнаруживает некоторое преимущество Зонтрана по сравнению с Бригом: т.е. урожай зерна чечевицы на 0,14 т/га больше в этом варианте (табл. 2).

Особенно следует отметить варианты с обработкой вегетирующих растений чечевицы Актионом и Линтоплантом, обеспечивающих практически полную гибель однолетних двудольных сорняков и не оказывающих угнетения на формирование урожайности, которая варьировала от 1,94 до 2,04 т/га при урожае зерна на контроле 1,64 т/га (табл. 2).

Проведённый анализ снопового материала чечевицы также выявил не существенное негативное влияние этих гербицидов на все показатели структуры урожая, по сравнению с ручной прополкой.

Так, масса растения варьировала от 3,55 до 3,74 г, зерна с одного растения – от 1,49 до 1,66 г, масса 1000 семян – от 51,4 до 53,0 г. Данные показатели на контроле и на варианте с ручной прополкой составляли: 3,29 и 3,88 г; 1,54 и 1,84 г; 53,9 и 54,6 г соответственно. Поэтому эти гербициды можно применять по вегетирующим растениям чечевицы для уничтожения некоторых однолетних двудольных сорняков.

Таблица 1

Численность сорняков в посевах чечевицы в зависимости от сроков и доз внесения гербицидов

Варианты – л/га	Через 15 дней				Через 30 дней				Перед уборкой (28.07.)					
	Злаки	Двудольные		Всего	Злаки	Двудольные		Всего	Злаки	Двудольные		Всего	Масса, г	
		Однолет.	Многол.			Однолет.	Многол.			Однолет.	Многол.		сырая	сухая
2022 год														
Обработка почвы за два дня до всходов (17.05.)														
Контроль (без обработки)	58	17	7	82	66	27	8	101	80	27	8	115	1228,0	297,0
Ручная прополка	-	-	-	-	-	-	-	-	22	3	-	25	35,5	5,6
Бриг – 2,5	48	2	10	60	46	2	10	58	49	-	10	59	371,0	114,0
Зонтран – 1,2	28	-	3	31	15	-	3	18	25	-	3	28	230,0	45,5
– 0,8	36		10	46	25	3	10	28	46	-	10	56	340,0	85,5
Обработка растений в фазу одного настоящего листа (24.05.)														
Гейзер – 2,5	17	4	-	21	30.05. – отмечена гибель чечевицы и на 88-93% однолетних двудольных (щирца, марь, пикульник и др.) сорняков. При этом на 29-53% сохранились злаковые сорняки, которые были в фазе одного листа									
– 2,0	29	7	-	36										
Бенито – 2,5	25	6	-	31										
– 2,0	31	6	-	37										
Купаж –0,008 г/га	32	7	-	39	3.06. – сильное угнетение растений 10.06. – гибель чечевицы									
– 0,006 г/га	35	12	-	47										
Обработка растений чечевицы в фазу трёх листьев (30.05.)														
Гермес – 0,9	6	1	-	7	5	1	-	6	16	-	-	16	31,5	12,0
– 0,7	9	3	5	17	4	4	3	11	23	3	1	27	113,7	27,5
Концепт –1,0	31	1	-	32	33	-	-	33	60	2	-	62	920,0	210,1
– 0,6	40	3	-	43	52	4	-	56	80	3	-	83	1208,0	279,0
Танто – 1,0	43	6	-	49	47	2	-	49	63	2	-	65	741,0	100,2
– 0,7	50	7	-	57	70	9	-	79	68	6	-	74	845,0	175,5
Линтоплант –0,8	68	7	-	75	76	5	2	83	61	3	-	64	375,3	80,6
– 0,5	77	8	-	85	87	3	2	92	63	5	-	68	365,0	86,6
Актион – 2,0	62	13	-	75	45	7	-	52	58	-	-	58	330,0	45,0
– 1,5	73	13	-	86	72	11	-	83	61	1	-	62	335,0	85,7

2023 год														
Обработка почвы за два дня до всходов (27.04)														
Контроль (без обработки)	44	6	4	54	55	11	4	70	56	11	4	71	830,0	176
Ручная прополка									24	6	4	34	195	31
Бриг – 2,5	40	7	5	52	43	10	5	58	50	7	5	62	235,0	650
Зонтран – 1,2	32	6	2	40	22	4	2	28	36	-	2	38	112,0	41,0
– 0,8	35	5	2	42	25	3	2	30	39	4	2	45	150,0	48,0
Обработка растений в фазу ветвления (23.05.)														
Гейзер – 2,5	17	9	-	26	26.05 отмечен сильный хлороз растений чечевицы на этих вариантах и на варианте, обработанном Концептом (1,0 л/га) 29.05. – чечевица погибла									
– 2,0	39	7	-	46										
Бенито – 2,5	33	5	1	39										
– 2,0	38	1		39										
Купаж - 0,008 г/га	37	11		14										
– 0,006 г/га	42													
					на вариантах, обработанных Гермесом, Танто и Концептом (0,6 л/га) угнетение растений сохранялось до 13.06									
Гермес – 0,9	11			11	17	1		18	22	1		23	173,0	14
– 0,7	14	6	4	24	17	7	2	26	28	4	2	34	125,0	13
Концепт – 1,0	33			33	32	-	-	32	35			35	178,0	16
– 0,6	43	3	1	47	40	2		42	46			46	224,0	24
Танто – 1,0	30	3	2	35	37	8		45	44	2		46	525,0	130
– 0,7	33	5	4	42	38	9	1	48	43	2		45	385,0	87
Линтоплант - 0,8	48			48	52	2		54	45	2		47	100,0	25
– 0,5	41	9		50	58	7		65	42	5		47	125,0	33
Акцион – 2,0	35	5		50	49	3		52	44			44	215,0	51
– 1,5	41	7	3	48	35	3	3	41	35		3	38	115,0	33

Таблица 2

Урожайность чечевицы и её структура при использовании гербицидов

Вариант	Доза применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	Структура урожая				К _{хоз} , %
			Длина растения, см	Масса, г			
				1 раст.	зерна с 1 раст.	1000 зёрен	
2022 г.							
1. Контроль (без обработки)	–	1,71	49	2,64	1,24	53,7	47
2. Ручная прополка		2,26	50	2,84	1,58	53,9	56
Обработка почвы							
Бриг	2,5	1,54	45	2,08	0,84	48,4	40
Зонтран	1,2	1,62	47	2,76	1,18	49,9	43
	0,8	1, 68	47	2,67	1,17	49,7	43
Обработка растений в фазу трёх настоящих листьев (30.05.)							
3. Гермес	0,9	1,44	40	2,47	0,84	49,8	34
	0,7	1,58	41	2,50	0,93	50,1	37
4. Концепт	0,6	0,80	40	2,41	0,78	48,8	32
5.Танто	1,0	1,15	41	1,78	0,86	48,5	48
	0,7	1,21	42	2,24	1,00	48,7	45
6. Линтоплант	0,8	2,11	44	2,77	1,26	51,1	45
	0,5	2,14	45	2,82	1,27	51,7	45
7. Актион	2,0	2,22	43	2,80	1,33	52,2	47
	1,5	2,20	44	2,81	1,31	52,2	47
НСР ₀₅	–	0,19 т/га					
2023 г.							
1. Контроль (без обработки)	–	1,57	43	3,94	1,84	54,1	47
2. Ручная прополка		2,09	45	4,92	2,10	55,4	43
Обработка почвы							
Бриг	2,5	1,85	42	3,41	1,61	51,7	47
Зонтран	1,2	1,89	43	3,83	1,66	52,9	43
	0,8	1,96	43	4,12	1,76	53,4	43
Обработка растений в период ветвления (23.05.)							
3. Гермес	0,9	1,45	40	4,20	1,61	50,1	38
	0,7	1,66	41	4,36	1,78	51,4	41
4. Концепт	0,6	1,30	35	3,83	1,57	52,3	41
5. Танто	1,0	1,43	40	3,37	1,63	51,0	48
	0,7	1,45	41	4,12	1,85	51,2	45
6. Линтоплант	0,8	1,78	42	4,32	1,72	51,7	40
	0,5	1,81	43	4,36	2,03	51,9	46
7. Актион	2,0	1,83	44	4,50	1,88	53,0	42
	1,5	1,88	45	4,66	2,00	53,7	43
НСР ₀₅	–	0,13 т/га					
Среднее за 2022-2023 гг.							
1. Контроль (без обработки)	–	1,64	46	3,29	1,54	53,9	47
2. Ручная прополка		2,17	48	3,88	1,84	54,6	44

Обработка почвы							
Бриг	2,5	1,70	43	2,75	1,22	50,0	43
Зонтран	1,2	1,76	45	3,29	1,42	51,4	43
	0,8	1,82	45	3,39	1,46	51,6	43
Обработка растений в период три листа – ветвление							
3. Гермес	0,9	1,45	40	3,34	1,22	50,0	36
	0,7	1,62	41	3,83	1,36	50,7	39
4. Концепт	0,6	1,05	37	3,12	1,17	50,6	37
5. Танто	1,0	1,29	40	2,57	1,24	49,7	48
	0,7	1,33	42	3,18	1,42	50,0	45
6. Линтоплант	0,8	1,94	43	3,55	1,49	51,4	43
	0,5	1,98	44	3,59	1,55	51,8	46
7. Актин	2,0	2,02	44	3,65	1,60	52,6	45
	1,5	2,04	45	3,74	1,66	53,0	45

Выводы

1. Для снижения засорённости чечевицы однолетними двудольными сорняками следует применять: Зонтран (1,2 л/га) за два-три дня до всходов или в фазу 2-4 листа культуры, Актин (1,5 и 2,0 л/га) и Линтоплант (0,5 и 0,8 л/га), которые сохраняют защитное действие от них до уборки. Однако использование их не обеспечивает гибели злаковых и многолетних сорняков;

2. Обработка агроценоза чечевицы в период два листа – ветвление гербицидами: Гейзер (2,0 и 2,5 л/га), Бенито (2,0 и 2,5 л/га), Купаж (0,006 и 0,008 г/га) и Концепт (1 л/га) приводит к полной гибели культуры через 6-15 дней;

3. Применение гербицидов: Гермес (0,8 и 0,9 л/га), Танто (0,7 и 1,0 л/га) и Концепт (0,6 л/га) приводит к существенному угнетению развития растений чечевицы, которое сохранилось до конца вегетации (период её удлинился на 13-17 дней) и урожайность сформировалась в 1,2-1,6 раза меньше (1,30-1,66 т/га), чем в варианте без обработки (2,09 т/га).

Литература

1. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона/ пер. с англ.; под общ. ред. д-ра мед. наук А.К. Батурина. – СПб: Профессия, – 2006. – 416 с.
2. Инновационный опыт производства чечевицы. – М., ИББ, ФГБНУ «Росинформагротех», – 2013. – 44 с.
3. Чечевица: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг. – Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». – www.ab-centre.ru
4. Ятчук П.В. Современное состояние производства чечевицы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 110-112. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11058
5. Суворова Г.П., Костикова Н.О., Хотиков В.И., Иконников А.В., Уварова О.В., Яньков И.И. Новый сорт чечевицы Восточная // Земледелие. – 2014. – № 4. – С. 19-20.
6. Суворова, Г.П., Иконников А.В., Ятчук П.В., Задорин А.М., Зеленов А.А. Новый сорт чечевицы Фламенко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 42-46. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11203
7. Шпанев, А.М. Вредоносность сорных растений на юго-востоке ЦЧЗ // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 34-37.
8. Баздырев Г.И. Эффективность длительного применения почвозащитных технологий // Известия ТСХА. – 2005. – Вып.4. – С. 32-39.
9. Уваров В.Н., Кондыков И.В., Коноплев Ю.И., Коломейченко В.В. Сроки сева чечевицы и защита её посевов от сорняков // Земледелие. – 2003. – № 6. – С. 23.
10. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации: справочное издание. – 2002. – 392 с.

11. Каталог средств защиты растений с инновационными препаратами // Щелково Агрохим. – 2018. – 256 с.

References

1. McCance and Widdowson's The Composition of Foods / Russ. ed: Baturin A.K. *Khimicheskii sostav i energeticheskaya tsennost' pishchevykh produktov: spravochnik MakKansa i Uiddousona*. – St-Petersburg, Professiya Publ., 2006, 416 p. (In Russ.)
2. Innovative experience in lentil production. - Moscow, I66, FGBNU «Rosinformagrotekh» Publ., 2013, 44 p. (In Russ.)
3. Lentils: areas, harvests and yields in 2001-2019. - Expert and analytical center for agribusiness “AB-Center”.-www.ab-centre.ru (In Russ.)
4. Yatchuk P.V. Current state of lentil production // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 4 (28), pp 110-112. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11058 (In Russ.)
5. Suvarova G.P., Kostikova N.O., Khotikov V.I., Ikonnikov A.V., Uvarova O.V., Yan'kov I.I. New variety of lentils Vostochnaya // *Zemledelie*, 2014, no. 4, pp. 19-20. (In Russ.)
6. Suvarova G.P., Ikonnikov A.V., Yatchuk P.V., Zadorin A.M., Zelenov A.A. New variety of lentils Flamenco // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4 (36), pp. 42-46. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11203 (In Russ.)
7. Shpanev, A.M. Harmfulness of weed plants in the south-east of the Central Chernozem Zone // *Zemledelie*, 2016, no. 3, pp. 34-37. (In Russ.)
8. Bazdyrev G.I. Effektivnost' dlitel'nogo primeneniya pochvozashchitnykh tekhnologii//*Izvestiya TSKhA*, 2005, Iss.4, pp. 32-39. (In Russ.)
9. Uvarov V.N., Kondykov I.V., Konoplev Yu.I., Kolomeichenko V.V. Sowing dates of lentils and protection of their crops from weeds // *Zemledelie*, 2003, no. 6, p. 23. (In Russ.)
10. List of pesticides and agrochemicals authorized for use on the territory of the Russian Federation: reference edition, 2002, 392 p. (In Russ.)
11. Catalog of crop protection products with innovative preparations // Shchelkovo Agrokhim Publ, 2018, 256 p. (In Russ.)

О ПЕРСПЕКТИВАХ УЛУЧШЕНИЯ ОЗИМЫХ И ЯРОВЫХ ТРИТИКАЛЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.М. МЕДВЕДЕВ, член-корреспондент РАН

Т.А. ГОРЯНИНА*, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

*ФГБНУ САМАРСКИЙ НИИСХ-ФИЛИАЛ САМНЦ РАН

Культура тритикале получает все большее распространение в мировом земледелии. По последним данным FAOSTAT (2023) площадь ее посева на земном шаре превышает 4 млн.га. Особо широко тритикале распространена в Польше (свыше 1млн. га), Германии, Франции, Белоруссии. В Российской Федерации тритикале (в основном озимые сорта) в 2015-2018 гг. занимала площадь около 400 тыс. га, однако в последние годы посевы ее уменьшились до 180-200 тыс. га.

В ФИЦ «Немчиновка» ежегодно изучается мировой генофонд озимой тритикале (до 300 сортообразцов) включая сортимент отечественных научных центров, а также сортообразцы ряда других стран. Выделены и использованы в селекции лучшие генотипы. Получены новые, более совершенные сорта. За последние 5 лет создано, с внесением в Государственный реестр селекционных достижений, 3 сорта озимой тритикале - среднестебельный Капелла, короткостебельные Арктур и Акинак с потенциальной продуктивностью свыше 12 т/га зерна. Решаются задачи получения высокопродуктивных с высоким качеством зерна хлебопекарных тритикале.

Ключевые слова: тритикале, сорта, гибриды, качество зерна, устойчивость.

Для цитирования: Медведев А.М., Горянина Т.А. О перспективах улучшения озимых и яровых тритикале в Российской Федерации. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):61-68. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-61-68

ON THE PROSPECTS FOR IMPROVING WINTER AND SPRING TRITICALE IN THE RUSSIAN FEDERATION

A.M. Medvedev, T.A. Goraynina*

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

*SAMARA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – A BRANCH OF FSBSI THE
SAMARA SCIENTIFIC CENTER OF THE RAS

Abstract: *The man-made crop of triticale is becoming increasingly widespread in world agriculture. According to the latest data from FAOSTAT 2023, the area of its sowing on the globe exceeds 4 million hectares. Triticale is especially widespread in Poland (over 1 million hectares), Germany, France and Belarus. In the Russian Federation, triticale (mainly winter varieties) in 2015-2018 occupied an area of about 400 thousand hectares, but in recent years its crops have decreased to 180-200 thousand hectares.*

The world gene pool of winter triticale (up to 300 samples), including the assortment of domestic scientific centers, as well as varieties from a number of other countries, is studies daily at the Nemchinovka Research Center. The best genotypes were selected and used in breeding. New, more advanced varieties have been obtained. Over the past 5 years, 3 varieties of winter triticale, medium-stemmed Capella, short-stemmed Arcturus and Akinak with a potential productivity of over 12 t/ha have been created, with entry into the state register of breeding achievements. The tasks of obtaining highly productive bakery triticale grains with high quality are being solved.

Keywords: triticale, varieties, hybrids, grain quality, sustainability.

Дальнейшему росту посевных площадей тритикале в Российской Федерации, объёмов производства продукции зернофуражных сортов, мешают организационно-экономические проблемы, снижения спроса на зернофураж из-за многократного сокращения поголовья молочного и мясного животноводства, а также повышенный спрос на хлебную пшеницу за рубежом, где Россия является одним из основных поставщиков пшеничного зерна [1, 2].

Для положительного сдвига в ситуации с повышением результативности работ с культурой тритикале в нашей стране необходимо обобщение, оценка исследований по новому роду зерновых растений в научных центрах России [3, 4]

Материалы и методика исследований

В полевых севооборотах ФИЦ «Немчиновка» в первую очередь изучаются сорта отечественной селекции с целью использования их в гибридизации и создания, более совершенных генотипов, а также с целью оценки определения новых направлений в селекции, в том числе для получения высококачественных хлебопекарных сортов. Ежегодно изучается до 300 сортообразцов научных центров России. Исследования осуществляются по методикам Госсортокмиссии (1988), ФИЦ Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (1999), Методических указаний Б.А. Доспехова (1985) и других пособий.

Погодные факторы в годы исследований можно считать близкими к среднепогодным данным. До и после посева тритикале осенью отмечали недостаток влаги в почве, зимой наблюдали морозы до -15°C с неоднократными выпадением и сходом снега. Весной, в марте, апреле, высота снежного покрова достигала более 50 см. Задержка на полях снега до второй половины апреля отрицательно сказывалась на перезимовке растений.

Результаты и их обсуждение

Привлечение в гибридизацию хорошо изученных сортообразцов отечественного и зарубежного происхождения обеспечило создание ценного исходного материала и перспективных сортов озимой тритикале. В 2019-2023 г в ФИЦ «Немчиновка» получены высокопродуктивные сорта озимой тритикале – Капелла, Арктур и Акинак, которые успешно прошли Государственное сортоиспытание и внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Центрально-Черноземном и Поволжском регионах. В 2023 году переданы для изучения в Государственную комиссию короткостебельный сорт Новоивановка и среднестебельный Медведица с комплексом других положительных признаков, потенциальной продуктивностью свыше 12 т/га зерна с содержанием белка более 13%. В лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой тритикале ФИЦ «Немчиновка» создан обширный селекционный материал, обеспечивающий выделение новых сортов с потенциальной продуктивностью до 15 т зерна с 1 га посева.

В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 2023 году, находятся 105 сортов озимой тритикале. В этом числе 31 сорт создан в Федеральном Ростовском аграрном научном центре (ФРАНЦ РАН), 24 сорта получены в Национальном центре зерна имени П.П. Лукьяненко, 8 сортов – в ФИЦ «Немчиновка» (табл. 1). По 4 сорта озимой тритикале в Госреестре от Воронежского НИИСХ и Ставропольского НИИСХ, 6 сортов озимой тритикале с внесением в Государственный реестр селекционных достижений РФ создано в научных центрах Р.Беларусь и три сорта в научных центрах Украины.

Таблица 1

Научные учреждения, ведущие селекцию озимой тритикале

Название научного учреждения	Количество сортов в Госреестре 2023 года	Примечание
Федеральный Ростовский аграрный научный центр	31	
Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко	26	
Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»	8	сорта совместно с Самарским (2) и Тамбовским НИИСХ (1)
Ставропольский НИИСХ	4	
Воронежский ФАНЦ	4	
ФАНЦ Юго-Востока	2	
Сибирский НИИСХ	1	
Сибирский НИИРС	2	
Самарский Федеральный исследовательский центр РАН	4	2 сорта совместно с ФИЦ «Немчиновка»
Башкирский НИИСХ	2	
Алтайский НИИСХ	2	
Дагестанская ОС ВИР	1	
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева	2	
Владимирский НИИСХ	1	
НААН, Р.Беларусь	6	
НААН Украина	3	
Тамбовский НИИСХ	1	Совместно с ФИЦ «Немчиновка»
Саратовский ГАУ	2	
Итого	105 сортов	

В таблице 2 показаны сорта яровой тритикале, полученные в отечественных и зарубежных научных центрах и внесенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ. Как видно из таблицы наибольшее число таких сортов в Госреестре РФ имеет Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко - 7 и Владимирский НИИСХ – 10, 4 сорта яровой тритикале с внесением в Госреестр РФ созданы в Р. Беларусь (РУП НПЦ НАН по земледелию г. Жодино).

Таблица 2

**Научные учреждения, ведущие селекцию яровой тритикале,
(Государственный реестр селекционных достижений РФ, 2023 г.)**

Название научного учреждения	Количество сортов в Госреестре 2023 года	Примечание
Федеральный Ростовский аграрный научный центр	1	
Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко	7	
Владимирский НИИСХ	10	Совместно с СНИР РБ
Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина	2	
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева	1	
НААН Р.Беларусь	4	Совместно с Владимирским НИИСХ
НААН Украина	1	
Федеральный научный центр генетических ресурсов растений Н.В. Вавилова	1	

Первым селекционером по тритикале в Российской Федерации по праву считается профессор, член-корреспондент РАН Анатолий Иванович Грабовец. Под руководством А.И. Грабовца и при его разностороннем, активном участии в условиях северо-западной зоны Ростовской области создан 31 сорт озимой тритикале. В Федеральном Ростовском аграрном научном центре широко используются различные методы создания тритикале, в том числе отдаленные скрещивания, а также внутривидовые, используется экологический мутагенез, биотехнологические изыскания, гибридизация озимых форм тритикале с яровыми и другие [5, 6]. Наряду с уже известными и распространенными сортами Ти 17, Корнет, Аллегро, Каприз, Аграф, Бард во ФРАНЦ получен ряд новых, внесенных в Государственный реестр РФ высокопродуктивных сортов, включая Пилигримм (2016), Рамзес (2017), Рамзай (2017), Атаман Платов, Гектор (2019), Форте (2022) и ряд других. Важно то, что из новых Ростовских сортов более чем половина относится к разряду короткостебельных, устойчивых к полеганию, с комплексной устойчивостью к ряду грибных опасных болезней [7, 8]. Наиболее интересны из них: Атаман Платов (устойчив к снежной плесени и полеганию, высокопродуктивный); Гектор (короткостебельный, устойчив к полеганию, зимостоек, с массой 1000 зерен свыше 50 г., высокобелковый (более 15%), высокоурожайный); Форте короткостебельный, устойчив к полеганию, снежной плесени, бурой ржавчине, мучнистой росе, видам головки, высокобелковый (свыше 14%), высокоурожайный (более 10 т/га) [5]. Важной особенностью многих сортов селекции А.И. Грабовца является то, что при использовании сложных скрещиваний получены сорта Пилигримм, Рамзес, Приам, Форте экологически пластичные, устойчивые, толерантные к наиболее опасным болезням. В ФРАНЦ разработаны принципы и система управления наследственностью при селекции тритикале. Новейшие сорта озимой тритикале Форте, Рамзай, Рамзес, Гектор и другие с укороченным стеблем и устойчивые к полеганию, потенциальной продуктивностью свыше 12 т/га в большей мере отвечают теоретическим разработкам коллектива исследователей.

Селекционеры по озимым зерновым культурам знают и успешно используют в работе Ростовский метод определения зимостойкости озимых зерновых растений.

На высоком научно-методическом уровне находятся исследования по озимой пшенице и озимой тритикале в Национальном центре зерна имени П.П. Лукьяненко. Коллективом авторов (Л.А. Беспалова, В.Я. Ковтуненко, В.В. Панченко, А.П. Калмыш) созданы с внесением в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию 24 сорта озимой и 7 сортов яровой тритикале с различными направлениями использования зерна, в том числе получены озимые и яровые хлебопекарные сорта тритикале [6, 9]. В условиях искусственного климата с применением методов биотехнологии в НЦЗ имени П.П. Лукьяненко в исследованиях по культуре тритикале получены межродовые гибриды, при скрещивании с рожью, разными видами пшеницы. Большим разделом работы краснодарских ученых является скрещивание озимых тритикале с яровыми формами. Таким методом были выведены известные в России и за рубежом сорта озимой тритикале Сотник, Хлебобоб, Тихон, Уллубий, обеспечивающие получение по разным предшественникам в Краснодарском крае сбор зерна до 10 т /га со значительным превышением над стандартом [6]. Важно то, что озимые сорта НЦ зерна имени П.П. Лукьяненко Венец, Хлебобоб, Уллубий, полученные от скрещивания озимых форм с яровыми, оказались устойчивыми к видам ржавчины и мучнистой росе и среднеустойчивыми к таким опасным заболеваниям, как фузариоз колоса [6, 9].

Мировым достижением селекционеров НЦ зерна им. П.П. Лукьяненко можно считать создание озимых и яровых тритикале с высокими хлебопекарными свойствами в скрещиваниях разной направленности, в том числе гибридизации растений ржи с разными видами пшеницы (*Triticum sphaerococcum* и др.), яровыми формами тритикале с озимыми, возвратные скрещивания с пшеницей [6, 9]. В итоге краснодарскими исследователями выведен 41 сорт озимой тритикале из них 26 в разные годы были внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [8]. Наряду с этим в НЦ зерна имени П.П. Лукьяненко выведен целый ряд сортов яровой тритикале, 7 из них внесены в Государственный реестр РФ [6]. В 2020-2023 гг. включены в

Государственный реестр селекционных достижений сорта яровой тритикале Савва (2020), Тимур (2021), Орден (2022), Явор (2023), отличающиеся средними и даже высокими хлебопекарными свойствами [6, 7].

Успешные работы по тритикале ведут ученые Ставропольского НИИСХ, филиале Северо-Кавказского ФАНЦ. В Государственном реестре селекционных достижений РФ зарегистрированы 4 сорта, в том числе Квазар (2008), Мамучар (2011). Наиболее распространенный на Северном Кавказе сорт Мамучар (авторы Соколенко Н.И., Медведев А.М., Комаров Н.М.), отличается высокой урожайностью, устойчивостью к полеганию, групповой устойчивостью к грибным болезням (видам ржавчины, мучнистой росы, головни), а также средней устойчивостью к фузариозу колоса и септориозу. Его средний сбор зерна этого сорта в Ставропольском крае составил 6,0-6,5 т/га. Мамучар считается зернофуражным сортом, но из муки его зерна можно испечь хлеб со средними хлебопекарными достоинствами [1,2].

Ряд сортов озимой тритикале создан в Самарском НИИСХ – филиале Самарского научного центра РАН. Проводя исследования почти в эпицентре засушливого климата - Безенчуке, самарским селекционерам, при норме осадков 280 мм в год, удалось совместно с ФИЦ «Немчиновка» вывести такие ценные сорта озимой тритикале как Капелла и Арктур. Сорта Кроха, Спика также сочетают в себе повышенную засухоустойчивость с умеренной короткостебельностью (высота растений 85-95 см), со сбором в засушливых условиях п. Безенчук Самарской области до 8 т/га фуражного зерна со средними хлебопекарными достоинствами [10, 11].

Самарские селекционеры успешно занимаются кормовым тритикале. В институте получен обширный селекционный материал, обеспечивающий выведение озимых сортов с высокими кормовыми свойствами зеленой массы. Автором разработана технология получения высоких, качественных урожаев зеленой массы озимой тритикале в сравнении с озимой рожью и пшеницей.

Озимые сорта тритикале зернового направления использования выведены с внесением в Государственный реестр сортов РФ в Воронежском ФАНЦ имени В.В. Докучаева. Наиболее распространенными являются сорта Доктрина 110 (2006), Рондо (2008), Горка (2017), Судогда (2021). Сорт Горка в Московской области, ФИЦ «Немчиновка», обеспечил высокую устойчивость к полеганию (высота стебля 95-100 см), наиболее опасным грибным заболеваниям, включая снежную плесень (среднеустойчив), септориоз, фузариоз колоса (толерантен) [12].

Известные достижения по селекции озимой тритикале получены в ФАНЦ Юго-Востока. Это новые сорта Георг (2022) и Зубр (2019). Основными положительными особенностями указанных сортов, созданных биотехнологическими методами, является умеренная короткостебельность (90-100 см), устойчивость к высоким температурам и засухе, к полеганию, а также к основным грибным болезням (видам ржавчины, мучнистой росе, пыльной и твердой головне). Сбор зерна сортов Зубр и Георг в Московской области достигал 6-7 т /га зерна повышенных фуражных достоинств и средних хлебопекарных свойств [13].

Высокая результативность работ по селекции тритикале отмечается во Владимирском НИИСХ - филиале Верхневолжского ФАНЦ. Коллективом авторов при сотрудничестве с другими научными центрами, выведены: сорт озимой тритикале Судогда и 10 сортов яровой тритикале. К наиболее ценным высокопродуктивным и экологически устойчивым яровым сортам Верхневолжского ФАНЦ относятся - Заозерье, Доброе (2019), Россия (2018), Сельцо (2023), Слово (2022). Сорта Доброе, Заозерье, Сельцо получены в результате сотрудничества с селекционерами РУП НПЦ НАН Беларуси.

Селекцией тритикале занимаются и другие отечественные научные и учебные центры включая: Уфимский ФИЦ РАН (сорта Башкирская 1 и Башкирская короткостебельная), ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) (совместный с Владимирским НИИСХ сорт яровой тритикале), РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: озимые сорта (Александр, Тимирязевская 150 (2017), Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина (яровые тритикале Ботаническая 4, (2022); Trititrigia Памяти Любимовой

(2020). В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, показаны и другие научные центры и учебные заведения, внесшие свой вклад в селекцию тритикале с созданием 1-2 сортов этой ценной культуры [14].

Достойный вклад в селекцию озимой и яровой тритикале внесли селекционеры Республики Беларусь (3 сорта). Учеными НППЦ НАН Беларуси по земледелию созданы и внесены в Госреестры селекционных достижений РФ и Р. Беларусь ряд сортов, непревзойденных по объёму урожаев и эффективности. С 1975 по 2022 годы созданный генофонд тритикале, исчисляемый сотнями сортов, многие из которых по данным госсортоиспытания рекомендованы производству Р. Беларусь и Российской Федерации. В Государственном реестре сортов РФ в 2023 г находилось 4 сорта озимой тритикале и 1 яровой сорт Бета, полученные совместно с Воронежским ФАНЦ имени В.В.Докучаева. Наибольшее распространение в РФ получили отмеченные белорусские сорта Динамо, Кристалл, Свислочь ввиду их высоких экологической устойчивости, продуктивности и качества зерна [3].

В Российской Федерации внесены в Госреестр сортов 2023 года 5 сортов яровой тритикале селекции белорусских ученых и 3 сорта озимой – Заозерье, Сельцо и Слово, созданных совместно с Владимирским НИИСХ. Высокая результативность в производстве сортимента озимой и яровой тритикале Р. Беларусь, согласно данным С.И. Гриба [3] и Скатовой С.Е. [14] объясняется тем, что белорусские сорта создавались с применением лучшего мирового генофонда тритикале, эффективных методов селекции, в том числе биотехнологических, а также оригинальных способов изучения гибридов и линий на неодинаковых фонах. Важно и то, что авторы большую роль при выведении новых сортов отводили определению показателей селекционной ценности родительских компонентов скрещивания на завершающих этапах селекционного процесса.

Из сортимента иностранной селекции в опытах ФИЦ Немчиновка хорошо показали себя озимые сорта Польши (Grenado), Украины (Чернобривец, Гарнэ, Ратнэ), Германии (Trigger).

Заключение

Культура тритикале получила большое распространение в мировом земледелии, занимая площадь более 4 млн. га. С внесением в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (2023 г.), выведены -105 сортов **озимых тритикале**. Наибольшее количество ценных, экологически устойчивых озимых сортов (31) создано в ФРАНЦ РАН (г. Ростов на Дону), 24 – в Национальном центре зерна имени П.П. Лукьяненко, 8 – в ФИЦ «Немчиновка», 8 – в РУП НППЦ НАН Беларуси. Лучшими российскими сортами озимой тритикале являются Атаман Платов, Рамзес, Гектор Форте, Тихон, Хлебобоб, Уллубий, Арктур, Акинак, а также белорусские: Динамо, Михась, Свислочь.

По **яровой тритикале** лидерами селекции являются Владимирский НИИСХ - филиал Верхневолжского ФАНЦ РАН (10 сортов), Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко (7), РУП НППЦ НАН Беларуси по земледелию (4), Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина (2). К высокопродуктивным, устойчивым к биотическим и абиотическим факторам среды относятся отечественные сорта яровой тритикале Ровня, Савва, Доброе, Ботаническая 2, Тимирязевская 42.

Литература

1. Медведев А.М., Комаров Н.М., Соколенко Н.И., Медведева Л.М. и др. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации. – М.: – 2018. – 284 с.
2. Медведев А.М., Воронов С.И., Нардид А.В. и др. О проблемах и результатах селекционного улучшения озимой тритикале для условий Центрального Нечерноземья. - В сб. Тритикале. «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сортов». - Ростов на Дону: – 2021. – С. 88-96.
3. Гриб С.И., Буштевич В.Н. Приоритетные направления и результаты селекции тритикале в Беларуси. Тритикале. Материалы междунар. науч. – практ. конференции «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья» - Ростов на Дону.– 2021. – С. 19-32.

4. Медведев А.М., Кузьмич М.А., Кузьмич Л.С., Лисеенко Е.Н., Жихарев С.Д., Соболева Е.В. Перспективы селекции озимой тритикале в Центральном Нечерноземье//. - Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2 (42). – С.89-97. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-89-97
5. Грабовец А.И., Крохмаль А.В., Барулина Н.И. Принципы управления наследственностью при селекции озимой тритикале на Дону. - В сб. Тритикале. «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сортов». - Ростов -на- Дону: – 2020 (9 выпуск). – С. 5-18.
6. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Калмыш А.П. и др. Использование яровых тритикале в селекции озимых. - В сб. Тритикале. «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сортов». - Ростов на Дону: – 2021. – С. 33-42.
7. Гординская Е.А., Крохмаль А.В., Барулина Н.И. и др. К вопросу формирования продуктивности озимого тритикале. - В сб. Тритикале. «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сортов». - Ростов на Дону: – 2020 (9 выпуск). – С. 121-133.
8. Грабовец А.И., Копусь М.М., Фоменко М.А. и др. Качество муки при скрещивании озимых мягких пшениц и тритикале. - В сб. Тритикале. «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сортов». - Ростов на Дону: – 2022. – С. 115-120.
9. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В. Этапы селекции тритикале в НИЦЗ имени П.П. Лукьяненко. - В сб. Тритикале. «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сортов». - Ростов на Дону: – 2022. – С. 110-125.
10. Горянина Т.А. Кормовые достоинства зеленой массы озимой тритикале. - В сб. Тритикале. «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сортов». - Ростов на Дону: – 2021. – С. 166-170.
11. Горянина Т.А. Селекционная ценность исходного материала озимой тритикале в условиях Среднего Поволжья // Автореф. дис... канд. с-х. наук. – Безенчук. – 2014. – 147 с.
12. Государственный реестр селекционных достижений, допущенный к использованию. Т1. Сорта растений. – М.: 2023.-506 с.
13. Дьячук Т.А., Кибало И.А., Поминов А.В., Хомякова О.В., Акинина В.И и др., Перспективные линии в селекции тритикале для условий Поволжья//. – Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 5 (59). – С. 39-42.
14. Скатова С.Е. Характеристика первого и второго поколений озимо - яровых гибридов тритикале в яровом посеве. - В сб. Тритикале. «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сортов». - Ростов на Дону: – 2022. – С. 102-115.

References

1. Medvedev A.M., Komarov N.M., Sokolenko N.I., Medvedeva L.M. et al. Winter and spring triticale in the Russian Federation. Moscow, 2018, 284 p. (In Russ.)
2. Medvedev A.M., Voronov S.I., Nardid A.V. et al. On the problems and results of selective improvement of winter triticale for the conditions of the Central Non-Black Earth Region. - Triticale. «Breeding, genetics, agricultural technology and technologies for processing varieties». - Rostov na Donu, 2021, pp.88-96. (In Russ.)
3. Grib S.I., Bushtevich V.N. Priority directions and results of triticale selection in Belarus Triticale. Materials of the international scientific – practical conference "Breeding, genetics, agricultural technology and raw material processing technologies", Rostov na Donu, 2021, pp.19-32. (In Russ.)
4. Medvedev A.M., Kuz'mich M.A., Kuz'mich L.S., Liseenko E.N., Zhikharev S.D., Soboleva E.V. Prospects for breeding winter triticale in the Central Non-Black Earth Region// *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no. 2(42), pp.89-97. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-89-97 (In Russ.)
5. Grabovets A.I., Krokhmal' A.V., Barulina N.I. Principles of heredity management when breeding winter triticale on the Don. - Triticale. "Breeding, genetics, agricultural technology and varieties processing technologies". Rostov-na-Donu, 2020 (9), pp.5-18. (In Russ.)
6. Kovtunenkov V.YA., Panchenko V.V., Kalmysh A.P. et al. Use of spring triticale in winter crop breeding. - Triticale. "Breeding, genetics, agricultural technology and varieties processing technologies", Rostov-na-Donu: 2021, pp.33-42. (In Russ.)

7. Gorodinskaya E.A., Krokmal' A.V., Barulina N.I. et al. On the issue of forming the productivity of winter triticale. - Triticale. "Breeding, genetics, agricultural technology and varieties processing technologies". - Rostov-na-Donu: 2020 (9), pp.121-133. (In Russ.)
8. Grabovets A.I., Kopus' M.M., Fomenko M.A. et al. Flour quality when crossing soft winter wheat and triticale. - Triticale. "Breeding, genetics, agricultural technology and varieties processing technologies". - Rostov-na-Donu: 2022, pp.115-120. (In Russ.)
9. Kovtunenkov V.YA., Panchenko V.V. Stages of triticale breeding at the Lukyanenko Scientific Center. Triticale. "Breeding, genetics, agricultural technology and technologies for processing varieties." - Rostov-na-Donu: 2022, pp.110-125. (In Russ.)
10. Goryanina T.A. Feeding advantages of green mass of winter triticale. - Triticale. "Breeding, genetics, agricultural technology and technologies for processing varieties." - Rostov-na-Donu: 2021, pp.166-170. (In Russ.)
11. Goryanina T.A. Breeding value of the source material of winter triticale in the conditions of the Middle Volga region. Dr. Agric. Sci. Thesis – Bezenchuk, 2014, 147 p. (In Russ.)
12. State register of breeding achievements approved for use. Vol.1., Plant varieties. – Moscow, 2023, 506 p. (In Russ.)
13. D'yachuk T.A., Kibalo I.A., Pominov A.V., Khomyakova O.V., Akinina V.I. et al. Promising lines in triticale breeding for the conditions of the Volga region // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2018, no. 5(59), pp.39-42. (In Russ.)
14. Skatova S.E. Characteristics of the first and second generations of winter-spring triticale hybrids in spring sowing. - Triticale. "Breeding, genetics, agricultural technology and varieties processing technologies", Rostov-na-Donu: 2022, pp.102-115. (In Russ.)

НОВЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ АКИНАК

А.В. ШАБАЛКИН, кандидат экономических наук

О.М. ИВАНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: ivanova6886@mail.ru

И.А. КУТЕПОВА, научный сотрудник

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА

Целью научных исследований являлось создание нового сорта гексаплоидного тритикале с высоким потенциалом продуктивности, обусловленным высокими показателями структуры урожая, качества зерна, универсального направления использования, устойчивый к биотическим и абиотическим факторам среды, не восприимчивый к основным болезням в условиях северо-восточной части ЦЧР.

Представлено описание морфологических, биологических и хозяйственных признаков нового сорта озимой тритикале Акинак. Основное достоинство сорта – это сочетание урожайности с высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и комплексной устойчивостью к основным болезням. Средняя урожайность за годы конкурсного испытания (2016-2018 гг.) составила 66,5 ц/га, что на 8,70 ц/га (или на 15,5%) выше, чем у сорта стандарта Тальва 100. В 2022 году сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Центрально-Черноземному региону РФ.

Ключевые слова: озимая тритикале, сорт, урожайность, пластичность, сортоиспытание.

Для цитирования: Шабалкин А.В., Иванова О.М., Кутепова И.А. Новый сорт озимой тритикале Акинак. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):69-73. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-69-73

NEW VARIETY OF WINTER TRITICALE AKINAK

A.V. Shabalkin, O.M. Ivanova, I.A. Kutepova

TAMBOV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF FSBSI
«I.V. MICHURIN FEDERAL SCIENTIFIC CENTER»

Abstract: *The aim of scientific research was to create a new variety of hexaploid triticale with high productivity potential due to high indicators of yield structure, grain quality, universal direction of use, resistant to biotic and abiotic environmental factors, not susceptible to major diseases in the conditions of the north-eastern part of the Central Black Earth Region.*

The description of morphological, biological and economic traits of a new variety of winter triticale Akinak is presented. The main advantage of the variety is the combination of yield with high winter hardiness, drought resistance and complex resistance to major diseases. The average yield for the years of competitive trial (2016-2018) was 66.5 c/ha, which is 8.70 c/ha (or 15.5%) higher than the standard variety Talva 100. In 2022, the variety was included in the State Register of Breeding Achievements for the Central Black Earth (5) region of the Russian Federation.

Keywords: winter triticale, variety, yield, plasticity, variety testing.

Озимое тритикале (*×Triticosecale* Wittmack.) является относительно малораспространенной культурой [1]. Производственный интерес к новой сельскохозяйственной культуре тритикале сохраняется. Селекционеры ряда стран вносят весомый вклад в совершенствование существующих сортов. Озимые формы оказываются более конкурентоспособными в сравнении с генотипами ряда других зерновых культур [2].

Озимая тритикале – культура, выделяющаяся, в сравнении с другими злаками, по урожайности и качеству продукции, устойчивости к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и наиболее вредоносным болезням [3]. Тритикале – искусственно созданная зерновая кормовая культура, широко используемая во многих странах мира. В Российской Федерации площадь, занимаемая озимой тритикале составляет более 300 тыс. га, а ее урожайность – свыше 3 т/га. Потенциальная урожайность новых современных сортов достигла 10 тонн зерна с 1 га [4].

Качественная характеристика тритикале обеспечила разностороннее использование данной культуры: хлебопечение, при приготовлении пива и других направлений. Особую ценность тритикале представляет для кормопроизводства, при этом тритикале выращивают с целью получения зелёной массы и зерна [5]. Селекция сельскохозяйственных растений позволяет получать новые сорта и гибриды, что делает это направление науки самым результативным и развивающимся. По мнению некоторых ученых, в Российской Федерации благодаря селекции сельскохозяйственных растений урожайность за последнее десятилетие увеличилась на 30-70% [6]. При создании нового сорта с высоким потенциалом продуктивности большое внимание уделяется его пластичности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам внешней среды в разнообразных почвенно-климатических условиях.

Цель исследований – создать новый сорт гексаплоидного тритикале универсального направления использования, устойчивый к биотическим и абиотическим факторам среды, не восприимчивый к болезням в условиях северо-восточной части ЦЧР.

Материалы и методы исследований

Закладка опыта, учеты и наблюдения, лабораторно-сноповой анализ проведен на базе отдела селекции зерновых культур Тамбовского НИИСХ – филиала ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Агротехника в полевых опытах – общепринятая для ЦЧР. Предшественник – чистый пар, норма высева – 5 млн. всхожих семян на 1 га. Размещение делянок в конкурсном сортоиспытании рендомизированное в 3-х кратной повторности. Уборка делянок в опыте проводилась вручную и комбайном Сампо – 500. Использовался метод сплошного учета урожая с последующим пересчетом на влажность 14%. Оценку качества зерна выполняли по следующим показателям: натура зерна, масса 1000 зерен, выравненность зерна, содержание в зерне сырого протеина, сырой клейковины и ее качества (по индексу деформации клейковины в единицах прибора ИДК-1). Статистическая обработка результатов исследований проводилась по методике Б.А. Доспехова (1985).

Исследования проводили в северо-восточной части ЦЧР. Почвенный покров на опытном участке представлен типичным чернозёмом. Содержание гумуса в пахотном слое 6,8-7,0%, подвижного фосфора 12,5-14,5 мг на 100г почвы, обменного калия 16,0-17,3 мг на 100г почвы (по Чирикову). Кислотность почвы (рН) составляет 5,5-5,8.

Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха 4°С. Средняя температура января -11,8°С. Продолжительность безморозного периода – 145, вегетационного – 180 дней. Средняя многолетняя сумма осадков – 444,5 мм. Количество выпадающих осадков за вегетационный период 240-250 мм. В целом агрохимические и водно-физические свойства почв вполне благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Результаты и их обсуждение

В результате селекционной работы был создан новый сорт озимой тритикале **Акинак**, включенный в 2022 году в Государственный реестр селекционных достижений по Центрально-Черноземному региону. **Авторы сорта:** О.В. Постовая, А.М. Медведев, М.Р. Макаров. Сорт Акинак получен путем индивидуального отбора из Д.85(06) Двуручки Кызласова. Вегетационный период 256 дней. Разновидность эритроспермум. Тип куста полупрямостоячий промежуточный, соломина выполненная, прочная. Высота растения 85-100 см (рис. 1).

Колос полностью остистый, белый, веретеновидный, длина колоса 10-14 см. Плотность колоса (количество члеников на 10 см длины колосового стержня) 24,7. Колосовая чешуя

ланцетная, длиной 8-10 мм, шириной 3 мм. Нервация – средняя. Зубец колосовой чешуи – короткий острый. Киль сильно выражен. Ости расположены под острым углом к колосовому стержню. Длина ости 8-11 см. Зерно крупное, 7-9 мм (рис. 2). Основание зерна – опушенное. Форма зерна – полуудлиненная. Окраска желто-коричневая. Масса 1000 зерен – 47,4 г. Содержание сырого протеина в зерне 14,30 %, сырой клейковины 17,4%. Натура зерна 714,4 г/л. Выравненность 97,9%.

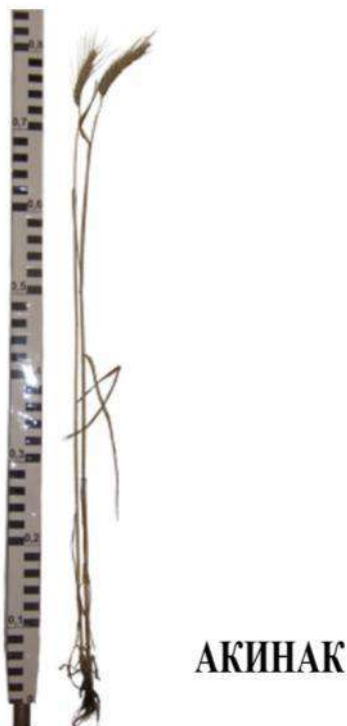


Рис. 1. Растение озимой тритикале Акинак



Рис. 2. Зерно озимой тритикале Акинак

Средняя урожайность в конкурсном сортоиспытании составила 66,5 ц/га что на 8,70 ц/га (или на 15,5%) выше, чем у сорта стандарта Тальва 100 (табл. 1). Максимальная прибавка была в 2016 году и составила 16,5 ц/га или 30,7%. Сорт зимостойкий, обладает полевой устойчивостью к основным заболеваниям и вредителям.

Таблица 1

Урожайность нового сорта озимой тритикале Акинак в конкурсном сортоиспытании, ц/га

Годы	Акинак	St Тальва 100	Прибавка урожая к St	
			ц/га	%
2016	70,3	53,8	16,5	30,7
2017	56,3	52,7	3,6	6,8
2018	72,9	66,9	6,0	9,0
Среднее за 2016-2018 гг.	66,5	57,8	8,7	15,5

Показатели качества зерна (масса 1000 зерен, выравненность, натура зерна, содержание белка и клейковины в зерне) в конкурсном сортоиспытании представлены в таблице 2. Масса 1000 зерен, характеризующая размер и выполненность зерна, зависит, прежде всего, от погодных условий. За годы проведения исследований масса 1000 зерен варьировала от 42,2 г в 2016, до 52,4 г в 2017 году, средний показатель за три года составил 47,4 г.

Натурой называется масса 1 л семян в граммах (ГОСТ 20290-74). Значение натуры зависит от влияния многих факторов: сферичности, крупности, плотности, наличия примесей

в зерновой массе, их вида и т.д. Натура приближенно показывает степень выполненности зерна. Зерно выполненное, полновесное имеет повышенную натуру. В среднем в КСИ натура зерна составила 714,4 г/л, что относится к первому классу качества.

Таблица 2

Показатели качества зерна озимой тритикале Акинак в КСИ, 2016-2018 гг.

Годы	Масса 1000 зерен, г.	Выравненность, %	Натура, г/л	Белок, %	Клейковина, %	ИДК
2016	42,2	98,5	689,7	13,69	16,2	105
2017	52,4	98,1	745,2	16,59	18,4	93
2018	47,7	97,1	708,4	12,63	17,6	82
Среднее за 2016-2018 гг.	47,4	97,9	714,4	14,30	17,4	93

Заклучение

В Центрально-Черноземном регионе средняя урожайность зерна озимой тритикале Акинак составила 57,9 ц/га, прибавка к стандарту 2,5 ц/га. Сорт сочетает в себе высокий потенциал продуктивности. По данным государственного сортоиспытания максимальная урожайность 101,2 ц/га получена на Тамбовской ГСИС в Тамбовской области в 2020 г. Характеризуется высокой зимостойкостью, хорошим качеством зерна, устойчивостью к полеганию, осыпанию, высокой устойчивостью к засухе и слабым поражением болезнями. В 2022 г. сорт озимой тритикале Акинак включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центрально-Черноземному региону РФ.

Литература

1. Бабайцева Т.А., Слюсаренко В.В. Особенности формирования урожайности и качества семян сортов озимого тритикале под влиянием технологических приемов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – № 2. – С. 103-113. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.103-113
2. Медведев А.М. Особенности формирования признаков продуктивности и качества зерна озимых тритикале республики Беларусь // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2 (46). – С. 125-133. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-125-133
3. Барулина Н.И., Крохмаль А.В., Грабовец А.И., Гординская Е.А. Источники хозяйственно ценных признаков и качества зерна для селекции озимой тритикале в условиях меняющегося климата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4 (102). – С. 44-50. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-102-4-44-50.
4. Воронов С.И., Медведев А.М., Осипов В.В., Осипова А.В., Жихарев С.Д., Лисеенко Е.Н., Пома Н.Г. Селекционно-генетическая ценность выделенных из коллекции сортообразцов озимой тритикале для селекции культуры в Центральном Нечерноземье // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – № 1. – С. 3-8.
5. Шпилев Н.С., Лебедько Л.В., Шепелев С.И., Торики В.Е., Мельникова О.В. Тритикале – важная кормовая культура // Вестник Брянской ГСХА. – 2023. – № 4 (98). – С. 19-24. DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-19-24
6. Шпилев Н.С., Сычев С.М., Торики В.Е., Лебедько Л.В., Сычева И.В. Инновации в селекционно-семеноводческом процессе зерновых культур // Аграрная наука. – 2022. – № 362 (9). – С. 92-97. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97

References

1. Babaytseva T.A., Slyusarenko V.V. Features of formation of yield and seed quality of winter triticale varieties under the influence of technological methods // *Agrarnaya nauka Euro-North-East*, 2020, V. 21, no. 2, pp. 103-113. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.103-113

2. Medvedev A.M. Features of formation of productivity traits and grain quality of winter triticale of the Republic of Belarus // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, no.2(46), pp. 125-133. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-125-133
3. Barulina N.I., Krokhamal A.V., Grabovets A.I., Gordinskaya E.A. Sources of economically valuable traits and grain quality for breeding of winter triticale under changing climate // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2023, no. 4 (102), pp. 44-50. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-102-4-44-50
4. Voronov S.I., Medvedev A.M., Osipov V.V., Osipova A.V., Zhikharev S.D., Liseenko E.N., Poma N.G. Breeding and genetic value of winter triticale varieties isolated from the collection for breeding of the crop in the Central Non-Black Earth Region // *Russian Agricultural Science*, 2019, no. 1, pp. 3-8.
5. Shpilev N.S., Lebedko L.V., Shepelev S.I., Torikov V.E., Melnikova O.V. Triticale - an important fodder crop // *Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy*, 2023, no. 4 (98), pp. 19-24. DOI: 10.52691/2500-2651-2023-98-4-19-24
6. Shpilev N.S., Sychev S.M., Torikov V.E., Lebedko L.V., Sycheva I.V. Innovations in breeding and seed production process of grain crops. // *Agrarnaya nauka*, 2022, no. 362 (9), pp. 92-97. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97

ПАРАМЕТРЫ ВОДНОГО РЕЖИМА И СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОЛИНА В ЛИСТЬЯХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ПРИ ВОДНОМ СТРЕССЕ

З.Ш. ИБРАГИМОВА, кандидат биологических наук

E-mail: ziyade.ibrahimova@gmail.com

ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НАН АЗЕРБАЙДЖАНА

Образцы озимой тритикале исследовались на показатели водного режима (относительная тургесцентность, водоудерживающая и водопоглощающая способности). Растения выращивались на опытных участках института в условиях орошения, при влажности почвы 70%, и водного дефицита, когда влажность почвы составляла 40%. Водный дефицит создавали путем прекращения полива. Продолжительность водного стресса составляла 15 дней. Установлено, что при нехватке воды усиливается водоудерживающая и водопоглощающая способности устойчивых к засухе образцов тритикале. Это объясняется увеличением при стрессе количества осмотически активных веществ в клетке, в том числе, свободного пролина, что, в свою очередь, способствует увеличению связанной воды. Обсуждается, что повышение водопоглощающей способности является показателем самовосстановления растения во время стресса и играет важную роль в обнаружении устойчивых образцов. Самая высокая стабильность показателей водного режима, которые практически не менялись в условиях орошения и водного дефицита, была отмечена для образца TRL-63. По параметрам водного режима и содержанию свободного пролина образцы TRL-1, TRL-4, TRL-9, TRL-25, TRL-41, TRL-54, TRL-56, TRL-58, TRL-60, TRL-77/2 оценены, как более устойчивые к засухе. Остальные образцы отнесены к умеренно устойчивым.

Ключевые слова: тритикале, параметры водного режима, пролин, водный дефицит.

Для цитирования: Ибрагимова З.Ш. Параметры водного режима и содержание свободного пролина в листьях образцов озимой тритикале при водном стрессе. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):74-79. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-74-79

PARAMETERS OF WATER REGIME AND CONTENT OF FREE PROLINE IN LEAVES OF WINTER TRITICALE SAMPLES UNDER WATER STRESS

Z.Sh. Ibrahimova

INSTITUTE OF GENETIC RESOURCES OF AZERBAIJAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE

Abstract: Samples of winter triticales were investigated for water regime indicators (relative turgescence, water retention and water absorption capacity). Plants were grown in experimental plots of the institute under conditions of irrigation, with soil moisture of 70%, and water deficiency, when soil moisture was 40%. Water deficit was created by stopping irrigation. The duration of water stress was 15 days. It has been established that when there is a lack of water, the water-holding and water-absorbing abilities of drought-resistant triticales samples increase. This is explained by an increase in stress in the amount of osmotically active substances in the cell, including free proline, which, in turn, contributes to an increase in bound water. It is discussed that increased water absorption capacity is an indicator of plant self-healing during stress and plays an important role in the detection of resistant samples. The highest stability of water regime indicators, which practically did not change under conditions of irrigation and water deficit, was noted for the TRL-63 sample. According to the parameters of the water regime and the content of

free proline, samples TRL-1, TRL-4, TRL-9, TRL-25, TRL-41, TRL-54, TRL-56, TRL-58, TRL-60, TRL-77/2 rated as more drought tolerant. The remaining samples are classified as moderately resistant.

Keywords: triticale, water regime parameters, proline, water deficiency.

Тритикале – гибрид пшеницы и ржи, превосходящий обоих родителей по ряду важных показателей (урожайность, пищевая ценность культуры, устойчивость к неблагоприятным климатическим условиям и болезням). Помимо того, что культура является фуражным зерном, ее используют и в спиртовой промышленности: из-за высокого содержания крахмала количество спирта, получаемого из тритикале, значительно выше, чем из пшеницы и ржи. Муку тритикале смешивают с пшеничной мукой (в соотношении 1:3) и используют для выпечки печенья в хлебопекарной и кондитерской промышленности [<https://produkt.by>]. [1].

Для озимой тритикале, эволюционно новой зерновой культуры, проведено мало исследований по устойчивости к стрессу, в том числе по устойчивости к засухе. Особого внимания заслуживает выделение засухоустойчивых и продуктивных сортов и линий на основе определения параметров водного режима. Как известно, водный режим растений является важнейшим показателем их устойчивости к почвенно-климатическим условиям. Изучение водного режима культурных растений позволяет определить степень их адаптации к агроклиматическим факторам. У образцов растений озимой тритикале недостаточно исследованы особенности водного режима, содержание свободного пролина и устойчивость к неблагоприятным условиям. Изучение и учет одновременно ряда физиолого-биохимических параметров характеризует и значительно повышает достоверность получаемой оценки по устойчивости растений к водному стрессу [2].

Цель исследования – определение содержания свободного пролина в условиях водного дефицита и изучение параметров водного режима, особенно водоудерживающей и водопоглощающей способности в образцах озимой тритикале.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2021-2023 гг. Параметры водного режима листьев растений озимой тритикале определяли в 2022 году, содержание пролина – в 2023 году.

В качестве материала исследования использовали семена образцов озимой тритикале TRL-1, TRL-4, TRL-7, TRL-9, TRL-16, TRL-24, TRL-25, TRL-26/2, TRL-29/2, TRL-41, TRL-43/1, TRL-44/2, TRL-47, TRL-48, TRL-50, TRL-52, TRL-54, TRL-55/1, TRL-56, TRL-58, TRL-60, TRL-63, TRL-70, TRL-77/2, которые были предоставлены отделом молекулярной цитогенетики Института Генетических Ресурсов МНО АР. Семена выращивались на опытных участках института в условиях орошения, при влажности почвы 70%, и водного дефицита, когда влажность почвы составляла 40%. Водный дефицит создавали путем прекращения полива. Продолжительность водного стресса составляла 15 дней. У 24 образцов озимой тритикале параметры водного режима (относительная тургесцентность, водоудерживающая и водопоглощающая способности) определяли по методике Н.Н. Кожушко (1988). По результатам водоудерживающей способности из контрольных растений были отобраны 6 образцов, у которых определяли содержание свободного пролина в листьях по известной методике и на основании калибровочной кривой [3].

Результаты и их обсуждение

Параметры водного режима определяли в условиях Абшерона. Абшерон характеризуется длинным жарким летом. Самые жаркие месяцы — июль и август со среднемесячной температурой воздуха 30°C, достигающей в отдельные дни 42°C. Годовые осадки на орошаемых полях выпадают преимущественно осенью, зимой и весной. Летом осадков почти не бывает, а потребность в воде в сельскохозяйственных зонах республики удовлетворяется только за счет орошения. Исходя из погодных условий и степени воздействия водного дефицита на сельскохозяйственные культуры, можно заранее определить устойчивость растений к водному стрессу, изучив параметры водного режима.

Так, на примере озимой пшеницы показано, что растения, находящиеся в идентичных условиях засухи но сохраняющие более высокую оводненность тканей, создают лучшие

условия для протекания всех физиологических процессов [4]. В наших опытах определение величины оводненности листьев растений, выращиваемых в орошаемых условиях показало, что уровень относительной тургесцентности у большинства изучаемых сортов в этих условиях выше, чем в условиях недостатка воды (рис. 1).

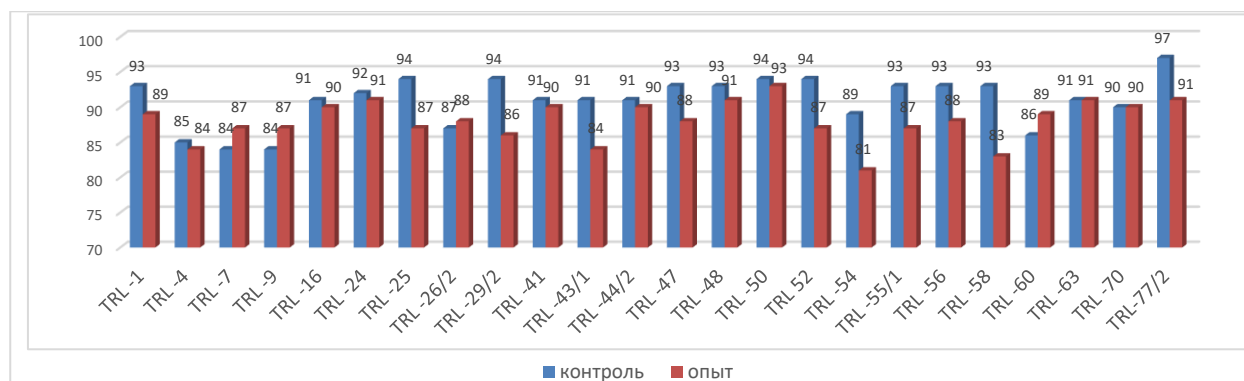


Рис. 1. Относительная тургесцентность листьев различных образцов тритикале, %, 2022 г.

Относительная тургесцентность у растений озимой тритикале составила 84-97% в контроле и 81-91% в опытных вариантах. Этот параметр был на 7-10% ниже у опытных растений: TRL – 25, TRL – 29/2, TRL – 43/1, TRL – 52, TRL – 54, TRL – 58 по сравнению с контролем. Однако в некоторых вариантах опыта наблюдалось увеличение относительной тургесцентности: у таких генотипов, как TRL-7, TRL-9 и TRL-60, этот показатель был выше на 3%. По данным ряда авторов, в условиях дефицита воды относительная тургесцентность в листьях озимой пшеницы снижалась на 3-18%, тогда как в нашем исследовании уменьшение этого показателя у растений тритикале составляло 3-6% [5].

Очень важную роль в регуляции водного обмена растений играет водоудерживающая способность их клеток, которая отражает устойчивость растений к засухе и высоким температурам, поскольку ее величина определяется количеством осмотически активных веществ, собранных в клетке, способностью набухания коллоидов за счет связанной воды и проницаемостью мембран [6]. При недостатке воды в засушливых условиях количество воды, связанной с осмотическими веществами (например, пролином), увеличивается, следовательно, увеличивается и водоудерживающая способность. По мере увеличения роста недостатка воды водоудерживающая способность значительно повышается у более устойчивых образцов [7].

Определение водоудерживающей способности в наших исследованиях показало, что у большинства образцов, выращенных в условиях орошения, этот показатель меньше, чем в условиях дефицита воды (рис. 2). В условиях орошения водоудерживающая способность контрольных растений колебалась в пределах 41,78-84,48%. В случае нехватки воды этот показатель увеличивался и варьировал в диапазоне 49-92,5%. Наблюдалось удержание значительного количества воды в клетках у некоторых опытных вариантов тритикале: у образцов тритикале TRL -54 водоудерживающая способность увеличилась на 40%; у образца TRL -43/1 – на 39%; в варианте TRL -9 – на 28%; у TRL -41 – на 20% и у TRL-70 – на 17. %. В целом, другие экспериментальные варианты показали увеличение удержания воды на 4-15% по сравнению с контролем. У пшеницы, которая является одной из родительских форм тритикале, способность удерживать воду при водном стрессе слабее и увеличивается только на 8-29% и 8-13% [5, 8].

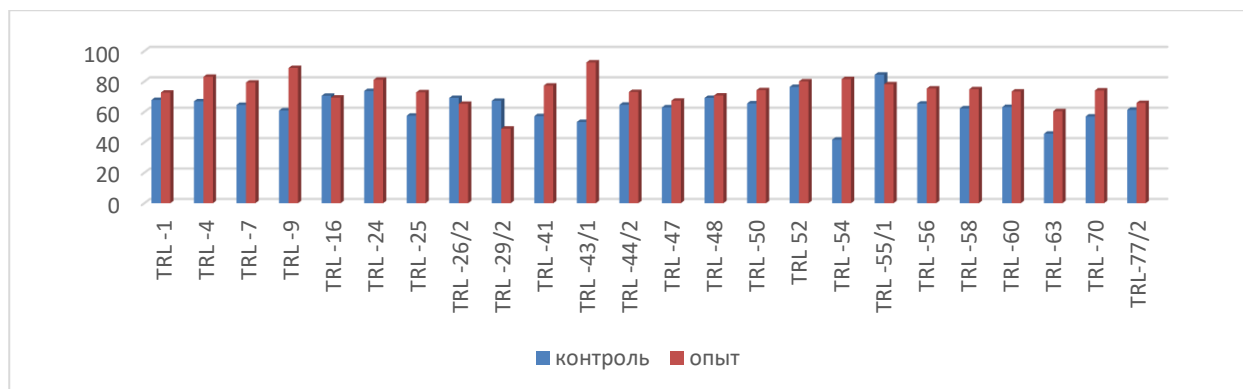


Рис. 2. Водоудерживающая способность листьев различных образцов тритикале, %, 2022 г.

Надо отметить, что среди изученных образцов озимой тритикале также были обнаружены растения с пониженной водоудерживающей способностью: 65,3% (в контроле 69,2%) у TRL – 26/2; 49,0% (в контроле 67,33%) у TRL – 29/2; 78,2% (в контроле 84,48%) у TRL – 55/1.

Водопоглощающая способность является показателем степени восстановления растений после перенесенного стресса. В условиях орошения водопоглощение у контрольных растений колебалось в пределах 55,7-132,4% (рис. 3). В условиях водного дефицита у опытных растений водопоглощение составляло от 84,2 до 100,8%. Большинство генотипов поглощали воду намного активнее, чем контрольные растения. Однако образцы TRL - 7, TRL - 24, TRL - 43/1, TRL - 44/2, TRL – 50 воду поглощали слабо. Их водопоглощающая способность была ниже, чем в контроле на 6-34%.

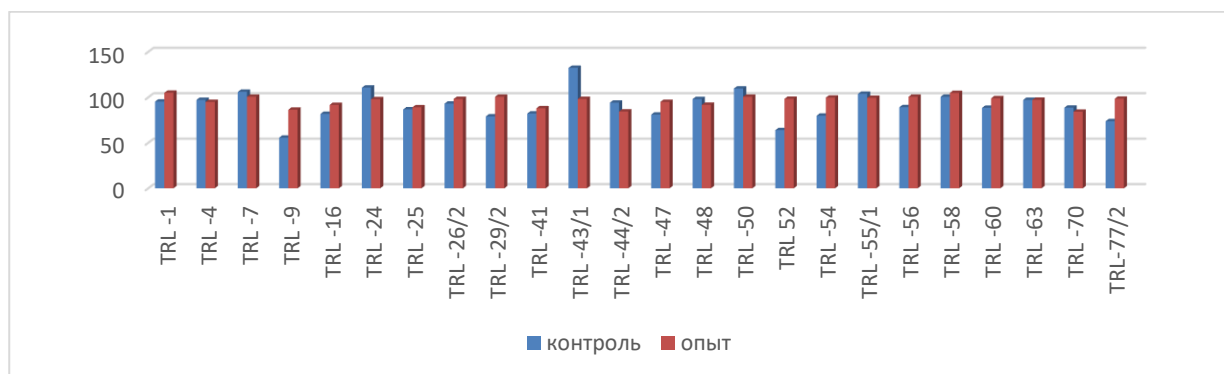


Рис. 3. Водопоглощающая способность листьев различных образцов тритикале

Надо отметить, что у озимой мягкой пшеницы в условиях засухи, по сравнению с оптимальным увлажнением, наблюдалось увеличение водопоглощающей способности на 10-194% [5].

Как было отмечено выше, из всех изученных образцов озимой тритикале были отобраны 6 образцов с высокой водоудерживающей способностью. Результаты опыта по определению содержания пролина показали, что в условиях стресса оно выше в экспериментальных вариантах, чем в контроле. (рис. 4). Не изменилось по сравнению с контролем лишь содержание свободного пролина у варианта опыта TRL – 70, который показал наименьшую водоудерживающую способность (57%) среди образцов, включенных в анализ. По-видимому, у данного образца наблюдается уравнивание процессов потребления и синтеза пролина при водном стрессе. При водоудерживающей способности 65,5%, которая наблюдалась у опытных растений TRL – 56, их водоудерживающая способность увеличилась только на 10% по сравнению с контролем, при этом содержание свободного пролина увеличилось значительно – до 175% и составило 1,98 мкМ/ г. Максимальное содержание свободного пролина при водном стрессе наблюдали в листьях растений TRL-4 – на 195,5% больше, чем в контроле, что составило 3,28 мкМ/г. У

этого образца водоудерживающая способность в условиях орошения составляла 67%, а при водном стрессе увеличилась на 7%. У образца TRL -55/1, обладающего максимальной водоудерживающей способностью (84,84%) в условиях орошения, наблюдалось снижение этого параметра при водном дефиците, однако, содержание свободного пролина увеличилось на 44,6% и составило 1,62 мкМ/г.

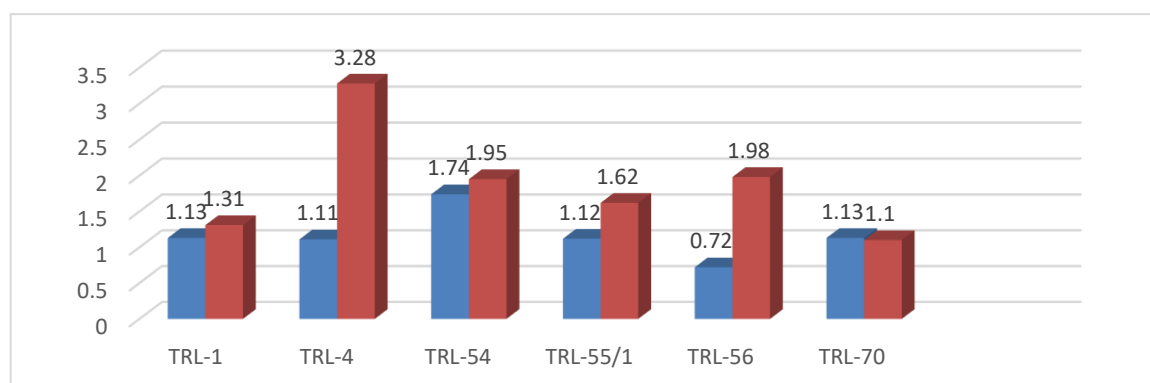


Рис.4. Определение свободного пролина в листьях отобранных образцов озимой тритикале, мкМ/г, 2023 г.

В то же время надо отметить отчетливую обратно пропорциональную связь между относительной тургесцентностью и содержанием свободного пролина. Уменьшение оводненности тканей листьев сопровождалось увеличением содержания свободного пролина. Исключение составлял генотип TRL-70, где значения относительной тургесцентности и содержания свободного пролина не менялись (рис. 1, 4).

Выводы

1. Установлено, что водоудерживающая и водопоглощающая способности листьев засухоустойчивых образцов растений озимой тритикале усиливаются при недостатке воды. Повышение водоудерживающей способности объясняется увеличением содержания свободного пролина в клетках при водном стрессе, которое приводит к увеличению количества связанной воды. Увеличение водопоглощающей способности является показателем самовосстановления растений после стресса и играет важную роль в обнаружении устойчивых образцов.

2. Повышение количества свободного пролина в клетках растений тритикале прямо пропорционально водоудерживающей способности и обратно пропорционально относительной тургесцентности.

3. По комплексу показателей водного режима в листьях выделились следующие генотипы: TRL-1, TRL-4, TRL-9, TRL-25, TRL-41, TRL-54, TRL-56, TRL-58, TRL-60, TRL-77/2. А образцы TRL-1, TRL-4, TRL-54, TRL-56, TRL-70 отличились еще и по содержанию свободного пролина. Проведенные исследования показывают, что высокий уровень устойчивости к водному стрессу, который демонстрируют эти образцы, объясняется быстрой реакцией их водного обмена на изменение условий внешней среды, то есть проявление адаптивных свойств при воздействии стресса. Образец озимой тритикале TRL -63 показал высокую стабильность. Показатели водного режима этого образца не изменялись в условиях орошения и водного дефицита. Остальные образцы можно отнести к умеренно устойчивым.

Литература

1. (<https://produkt.by>).
2. Кривошеев Г.Я., Шевченко Н.А., Ионова Е.В. Устойчивость к водному стрессу новых самоопыленных линий и гибридов кукурузы // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 6 (30) – С. 30-35.
3. Bates L.S., Walden R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies. // Plant Soil. – 1973 - 39: - 205-207

4. ИONOBA E.B., Некрасов E.И. Изменение водного режима растений озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона («Засушник») // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014 – № 4 (12). – С. 42-45.
5. ИONOBA E.B., Газе В.Л., Марченко Д.М., Некрасов E.И. Показатели водного режима растений озимой мягкой пшеницы при различных условиях выращивания. // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10 – С. 18-21.
6. Головина E.B., Зайцев В.Н. Влияние погодных условий на водный режим, пигментный комплекс и продуктивность сои. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2 (18). – С. 111-116.
7. Головина E.B., Зотиков В.И., Гришечкин В.В. Водный режим сортов сои северного экотипа и продуктивность. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 2 (14). – С. 37-41
8. Эргашев А.Э., Абдуллаев А.А., Каримов Х.Х., Иброхимов К., Рахимов М. Влияние почвенной засухи на водообмен в листьях пшеницы. Доклады Академии Наук Республики Таджикистан // 2010 - Том 53 – № 1. – С.64-69

References

1. (<https://produkt.by>).
2. Krivosheev G.YA., Shevchenko N.A., Ionova E.V. Resistance to water stress of new self-pollinated lines and hybrids of corn // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2013, no. 6 (30), pp. 30–35. (In Russ.)
3. Bates L.S., Walden R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies. // *Plant Soil*. – 1973 - 39: - 205-207
4. Ionova E.V., Nekrasov E.I. Water regime change in plants of winter wheat in the background provocative («silk conditions»)// *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no.4(12), pp.42-45 (In Russ.)
5. Ionova E.V., Gaze V.L., Marchenko D. M., Nekrasov E. I. Indicators of the water regime of winter soft wheat plants under different growing conditions.// *Agrarnyi vestnik Urala*, 2014, no. 10, pp.18-21. (In Russ.)
6. Golovina E.V., Zaitsev V.N. Influence of weather conditions on water regime, pigment complex and soybean productivity // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no.2 (18), pp.111-116. (In Russ.)
7. Golovina E.V., Zotikov V.I., Grishechkin V.V. Water regime of northern ecotype soybean varieties and productivity. // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no.2 (14), pp.37-41 (In Russ.)
8. Ehrgashev A.EH., Abdullaev A.A., Karimov Kh.Kh., Ibrokhimov K., Rakhimov M. The influence of soil drought on water exchange in wheat leaves. *Doklady Akademii Nauk Respubliki Tadzhikistan*, 2010, Vol. 53, no.1, pp.64-69. (In Russ.)

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И НОРМ ВЫСЕВА ЛЮПИНА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНО-ЯЧМЕННОЙ СМЕСИ НА СЕНАЖ И ЗЕРНО ПРИ РАЗНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

В.В. КОНОНЧУК, доктор сельскохозяйственных наук

E-mail: vadimkononchuk@yandex.ru

С.М. ТИМОШЕНКО, В.Д. ШТЫРХУНОВ, Т.О. НАЗАРОВА, Е.А. ТУЛИНОВА,

кандидаты сельскохозяйственных наук

В.Ф. КИРДИН, доктор сельскохозяйственных наук

О.А. ЩУКЛИНА*, П.М. КОНОРЕВ*, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

* ФГБУН ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РАН

Для повышения устойчивости продуктивности полевого кормопроизводства в условиях изменяющегося климата на средне окультуренных дерново-подзолистых почвах Центра Нечерноземной зоны России необходимо расширение видового разнообразия сеяных полевых агрофитоценозов за счет увеличения площади посева однолетних бобово-злаковых смесей на сенаж и зерно с использованием видов и сортов, характеризующихся разной реакцией на режим увлажнения в течение активной вегетации.

В засушливых и нормальных условиях увлажнения хорошо зарекомендовал себя смешанный посев узколистного люпина детерминантного типа с ячменем сортов Немчиновской селекции.

При выращивании на сенаж и зерно по зерновым предшественникам с нормой высева люпина 1,6-1,8 млн/га и ячменя 3,3 млн/га, на почвах с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием (IV-V класс) при дозах, восполняющих вынос P_2O_5 и K_2O планируемым урожаем и 50 кг/га N в виде аммиачной селитры (при выращивании на сенаж) эта смесь обеспечивала получение 7-12 т/га сухой массы, 4-5 т/га зерна с накоплением в них 0,7-1,0 т/га сырого и 0,5-0,6 т/га переваримого протеина, 50-95 ГДж/га обменной энергии, а питательность приготовляемых из них объемистых и концентрированных кормов соответствовала 2-3 классам качества.

Ключевые слова: люпин узколистный, смешанные посевы, агротехнология, продуктивность, Нечерноземная зона.

Для цитирования: Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунув В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Кирдин В.Ф., Щуклина О.А., Конорев П.М. Влияние удобрений и норм высева люпина на продуктивность люпино-ячменной смеси на сенаж и зерно при разных погодных условиях в Центральном Нечерноземье. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):80-87. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-80-87

INFLUENCE OF FERTILIZERS AND LUPIN SEEDING RATES ON THE PRODUCTIVITY OF LUPIN-BARLEY MIXTURE ON HAYLAGE AND GRAIN UNDER DIFFERENT WEATHER CONDITIONS IN THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION

V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov, T.O. Nazarova, E.A. Tulinova, V.F. Kirdin, O.A. Shchuklina*, P.M. Konorev*

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

*FSBIS THE TSITSIN MAIN BOTANICAL GARDEN OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Abstract: *To improve the sustainability of field forage production under changing climate conditions on medium-cultivated sod-podzolic soils of the Center of the Non-Black Earth zone of*

Russia, it is necessary to expand the species diversity of seeded field agrophytocenoses by increasing the area of sowing annual legume-grass mixtures for haylage and grain with the use of species and varieties characterized by a different response to the moisture regime during active vegetation.

In dry and normal moisture conditions mixed sowing of narrow-leaved determinant type lupine with barley using varieties of Nemchinovka breeding has proved to be a good solution.

When grown for haylage and grain on grain predecessors with seeding rate of lupine 1.6-1.8 mln/ha and barley 3.3 mln/ha, on soils with high and high content of mobile phosphorus and potassium (IV-V class) at doses, replenishing the removal of P_2O_5 and K_2O by the planned crop and 50 kg/ha of N in the form of ammonium nitrate (when growing for haylage), this mixture provided 7-12 t/ha of dry weight, 4-5 t/ha of grain with accumulation of 0.7-1.0 t/ha of crude and 0.5-0.6 t/ha of digestible protein, 50-95 GJ/ha of metabolizable energy, and nutritional quality of voluminous and concentrated forages prepared from them corresponded to 2-3 quality classes.

Keywords: narrow-leaved lupine, mixed crops, agrotechnology, productivity, Non-Black Earth zone.

Введение

Глобальные климатические изменения в Центральном Нечерноземье находят свое отражение в увеличении продолжительности теплого и вегетационного периодов, усилении экстремальности, повышении частоты интенсивности неблагоприятных явлений теплого и холодного сезонов. На фоне роста теплообеспеченности региона в летний период отмечается увеличение числа дней без осадков, что указывает на усиление показателей засушливости [1].

Отмеченные климатические изменения являются фактором, дестабилизирующим производство объемистых и концентрированных кормов для молочной отрасли животноводства региона, отрицательно сказываются на объемах поставок в торговую сеть и продуктов его переработки. Это связано с тем, что при преобладающем в отрасли сенажно-концентратном типе кормления, в полевом кормопроизводстве Нечерноземья наряду с кукурузой доминируют посевы однолетних бобово-злаковых мешанок с участием вики яровой, посевного и полевого гороха, которые максимум продуктивности обеспечивают при повышенном или высоком увлажнении [2, 3].

Поэтому требуется расширение посевов таких видов бобовых культур, которые адаптированы к засушливым условиям, например – люпина узколистного. Его сорта детерминантного типа в смешанных посевах способны формировать высокую продуктивность не только при выращивании на сенаж, но и на зерно с выходом до тонны и более сырого протеина на 1 га посева в нормальных и умеренно засушливых условиях увлажнения [4, 5].

Цель исследования – выявление особенностей влияния норм высева люпина в смеси, доз и сочетания минеральных удобрений на продуктивность люпино-ячменной смеси, выращиваемой на сенаж и зерно в Центре Нечерноземной зоны России при разных метеорологических условиях.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2019-2023 годах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном в Новой Москве, неподалеку от аэропорта Внуково, в серии краткосрочных полевых опытов. Оценка питательности получаемой кормовой продукции производилась специалистами ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН.

Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая на суглинистой морене средней окультуренности. После уборки предшественника (яровые зерновые) в пахотном (0-20 см) слое содержалось подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) 150-350 мг/кг и 120-220 мг/кг P_2O_5 и K_2O (IV-V класс обеспеченности по принятым грациям), гумуса 1,5-2,1%, pH_{KCl} от 6,5-6,7 до 4,6-4,9 с тенденцией подкисления от начала к концу исследований. Уровень гидролитической кислотности в разные годы варьировал от 0,94-1,50 мг-экв/100 г до 2,30-3,50 мг-экв/100 г и не лимитировал урожайность сенажной массы и зерна (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы. Слой 0-20 см

Год	Показатели				
	pH _{KCl}	Нг, мг-экв/100 г	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
				(по Кирсанову, мг/кг)	
2019	5,3-6,7	0,94-2,62	1,5-1,7	160-300	130-220
2020	5,3-5,8	2,50-2,70	1,8-2,1	190-220	130-180
2021	5,2-5,6	2,30-3,50	1,6-1,8	180-220	160-200
2022	4,6-4,9	2,70-3,34	1,8-2,1	250-350	180-220
2023	4,7-5,6	1,51-2,87	1,6-2,0	150-240	120-180

Судя по величинам гидротермического коэффициента, как в целом за вегетацию, так и в отдельные ее периоды, метеорологические условия имели существенные отличия от средних многолетних значений (табл. 2).

Таблица 2

**Гидротермический коэффициент периода активной вегетации
посева люпина с ячменем 2019-2023 гг.**

Год	Месяц, декада											01.05- 20.07	01.05- 20.08
	май			июнь			июль			август			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
2019	2,77	0,24	0,47	0,04	0,79	2,71	0,42	1,87	0,32	1,88	0,60	1,05	0,99
2020	0,76	8,26	9,34	3,63	2,24	0,91	3,57	2,68	1,87	0,43	0,45	2,81	2,24
2021	5,254	0,53	1,70	1,08	1,06	0,96	0,55	0,25	0,88	1,20	1,80	1,10	1,15
2022	0,82	1,63	3,25	0,51	1,42	0,10	1,09	1,08	0,82	0,09	0	1,12	0,85
2023	0,82	0,23	1,33	1,40	0,11	2,77	0,40	2,02	3,81	0	0,71	1,25	1,39
Среднее многолетнее	1,32	1,44	1,39	1,41	1,38	1,69	1,67	1,49	1,57	1,51	1,64	1,47	1,48

Так, при выращивании на сенаж (01.05-20.07) два года из четырех (2019 и 2022 гг.) выделялись умеренной засушливостью (ГТК 1,05-1,12). Один год (2020 г.) характеризовался избыточным и один (2023 г.) – нормальным уровнем увлажнения (ГТК 2,81 и 1,25) соответственно. При выращивании на зерно три года из пяти отличались в разной степени выраженной засушливостью (2019, 2021-2022 гг., ГТК 0,85-1,15), 2020 год – избыточным (ГТК 2,24), а 2023 год – нормальным (ГТК 1,39) уровнем увлажнения, что оказывало определенное влияние на эффективность элементов агротехнологии, величины урожайности и качества получаемой продукции.

Согласно схемы полевого эксперимента смесь люпина с ячменем выращивали в условиях одного полевого опыта в группе смешанных посевов параллельно с люпино-пшеничной и люпино-овсяной смесями. Схемой также предусмотрено возделывание одновидовых посевов яровых зерновых культур для установления азотфиксирующей способности люпина методом сравнения и размеров накопления биологического азота в товарной и нетоварной частях урожая.

На фоне фунгицидно – инсектицидной защиты растений изучали влияние удобрений (P₆₀K₆₀, N₅₀P₆₀K₆₀) и норм высева люпина (1,6 и 1,8 млн/га) при половинной (с поправкой на полевую всхожесть) норме высева ячменя на урожайность сухой сенажной массы, скашиваемой в фазе развития люпина «зеленый боб» и зерна полной спелости обоих компонентов, выход кормовых единиц, накопление протеина и обменной энергии. Общая площадь делянки первого порядка (фактор А – удобрение) 192 м², второго (фактор В – норма высева люпина) 64 м². Повторность четырехкратная. Из удобрений в разные годы использовали аммофос (12:52), бесхлорное калийное удобрение с содержанием K₂O 56% (ООО «Уралкалий»), РК (S) 20:20 (2) производства ООО «ФосАгро» и аммиачную селитру (34,4% N). Сорта люпина узколистного детерминантного типа - Ладный (2019-2022 гг.) и Деко 2 (2023 г.), ячменя ярового – Надежный (2019 г.), Златояр (2020 г.) и Московский 86 (2021-2023 гг.).

Агротехника возделывания бобово-злаковой смеси включала – с осени лущение стерни после уборки предшественника, внесение фосфорно-калийных удобрений, культурную вспашку на 20-22 см. Весной – боронование поверхности поля по диагонали к направлению вспашки, культивацию на 8-12 см, внесение аммиачной селитры с заделкой комплексным агрегатом для предпосевной обработки почвы типа РВК. Посев сеялкой Amazone D9 проводили в лучшие агротехнические сроки (25 апреля – 7 мая) на глубину 4 см. Поделяночный учет сенажной массы и зерна осуществляли миникосилкой роторного типа, агрегатируемой с трактором КМЗ и селекционным комбайном Wintersteiger.

При закладке полевых опытов, проведении учетов и наблюдений использовали рекомендации, изложенные в руководствах: «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982), «Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Федин, 1985), «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» (Доспехов, 1985). Азотфиксирующую способность люпина в смеси изучали методом сравнения (Трепачев, 1990), концентрацию обменной энергии в урожае сухой сенажной массы и зерна рассчитывали по формулам, приведенным в руководстве «Методические указания по оценке качества и питательности новых видов кормов» (Сычев, Лепешкин, 2009), концентрацию сырого протеина – по содержанию общего азота в конечном урожае, умноженному на 6,25.

Агрохимические анализы почвы и растений выполняли в сертифицированной лаборатории массовых анализов института по методикам и ГОСТам, принятым в Агрохимической Службе.

Защита растений включала протравливание семян и обработку посевов по вегетации баковой смесью из фунгицида и инсектицида дважды (2-3 пары настоящих листьев люпина, начало бутонизации). Гербициды не применяли. Из протравителей для люпина в разные годы использовали Фундазол, СП (2019 г.), ТМТД, ВСК + Табу ВСК (2020-2021 гг.), Витарос, ВСК + Табу, ВСК (2022-2023 гг.), для ячменя в течение всего периода исследований – Оплот Трио, ВСК + Табу ВСК.

По вегетации дважды применяли баковую смесь из инсектицида и фунгицида Данадим, КЭ + Колосаль Про, КЭ (2019 г.), Борей Нео, СК + Колосаль Про, КЭ (2020-2021 гг.), Борей Нео, СК + Спирит, СК (2022-2023 гг.).

В течение всего периода исследований в баковые смеси пестицидов добавляли биостимуляторы с антистрессовым эффектом для снижения негативных последствий пестицидного и погодного стресса растений: в 2019-2020 годах – Гумистим Zn, В, а в 2022-2023 гг. – комплекс биологически активных препаратов животного происхождения (аминокислоты+пептиды+микроэлементы) ООО «Лебозол Восток» [6].

Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что продуктивность люпино-ячменной смеси как на сенаж, так и на зерно находилась под влиянием метеорологических условий, складывающихся в течение вегетационного периода. При этом урожайность сухой массы в среднем по вариантам удобрения и норм высева люпина варьировала в диапазоне 5,15-10,54 т/га, зерна – от 2,67 т/га до 4,89 т/га с долей люпина 38-56% и 35-40% соответственно.

Наиболее высокие величины урожайности сухой сенажной массы и зерна, других показателей продуктивности обеспечивались в нормальных условиях увлажнения (2023 г.).

Ухудшение влагообеспеченности в сторону умеренной засухливости (ГТК 1,08 и 1,00, 2019 и 2022 гг.) оказывало отрицательное влияние на рассматриваемые показатели, снижая урожайность сухой массы на 41%, накопление обменной энергии и кормовых единиц на 35% и 28% соответственно. Отрицательное влияние засухливости на зерновую продуктивность также проявлялось, но в значительно меньшей степени – 16-17% в зависимости от показателя. Тем не менее в этих условиях смесь формировала более 6 т/га сухой массы и выше 4 т/га зерна с долей бобового компонента 35-40%, что обеспечивало накопление в урожае до 0,9 т/га и до 0,7 т/га сырого, 0,6 и 0,5 т/га переваримого протеина, порядка 50-57 ГДж/га обменной энергии 4,3-4,9 тыс. кормовых единиц (табл. 3).

Таблица 3

Влияние гидротермических условий возделывания на продуктивность смеси люпина с ячменем, среднее по вариантам удобрения и норм высева люпина

Показатели		2023 г.		2019 и 2022 гг.		2020 г.	
		сухая масса	зерно	сухая масса	зерно	сухая масса	зерно
		гидротермический коэффициент (ГТК)					
		1,25	1,39	1,08	1,00	2,81	2,24
Урожайность, т/га		10,54	4,89	6,22	4,06	5,15	2,67
Соотношение компонентов, б/з, %		38/62	40/60	43/57	35/65	56/44	30/70
Сбор протеина, т/га	сырого	0,96	0,80	0,90	0,67	0,69	0,53
	переваримого	0,48	0,64	0,61	0,53	0,46	0,42
Накопление обменной энергии, ГДж/га		88,4	60,0	57,4	49,8	44,5	39,2
Кормовые единицы, тыс.		6,01	5,95	4,31	4,94	3,07	3,94

В наибольшей степени негативное влияние погодного фактора на продуктивность смеси люпина с ячменем проявлялось при избыточном увлажнении (2023 г., ГТК 2,81 и 2,24), что обусловлено биологическими особенностями компонентов, которые при этом страдали от дефицита кислорода в прикорневой зоне почвы. Кислородное голодание у люпина приостанавливало формирование и функционирование бобово-ризобияльного симбиоза, у ячменя – замедляло процессы органогенеза, накопление биомассы. В результате обе культуры снижали урожайность, накопление протеина и энергии соответственно на 51 и 45%, 28 и 34%, 50 и 35% в сравнении с аналогичными величинами в условиях нормального увлажнения (табл. 3).

Следовательно, изучаемая смесь значительно лучше переносила засушливые условия и заметно снижала продуктивность при переувлажнении. Реакция ее на внесение удобрений и в первую очередь – на применение азота перед посевом, также определялась условиями погоды, складывающимися в течение активной вегетации (табл. 4).

Таблица 4

Влияние удобрений на продуктивность люпино-ячменной смеси при разных метеоусловиях вегетационного периода, среднее по нормам высева люпина

Показатели		Дозы и сочетание удобрений, кг/га	2023 г.		2019 и 2022 гг.		2020 г.	
			сухая масса	зерно	сухая масса	зерно	сухая масса	зерно
			гидротермический коэффициент (ГТК)					
			1,25	1,39	1,08	1,00	2,81	2,24
Урожайность, т/га		P ₆₀ K ₆₀	9,32	4,48	5,83	3,87	5,58	2,36
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	11,75	5,30	6,62	4,24	4,72	2,98
НСР ₀₅			1,64	0,45	0,66	0,31	0,55	0,36
Соотношение компонентов, б/з, %		P ₆₀ K ₆₀	44/56	62/38	49/51	44/56	60/40	46/54
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	31/69	18/82	37/63	26/74	53/47	32/68
Сбор протеина, т/га	сырого	P ₆₀ K ₆₀	0,99	0,97	0,82	0,65	0,71	0,50
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	0,92	0,62	0,99	0,68	0,68	0,59
	переваримого	P ₆₀ K ₆₀	0,57	0,78	0,54	0,52	0,45	0,40
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	0,40	0,50	0,68	0,54	0,40	0,47
Накопление обменной энергии, ГДж/га		P ₆₀ K ₆₀	81,1	57,4	52,1	47,6	44,8	29,4
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	95,6	62,5	62,7	52,0	49,6	36,9
Кормовые единицы, тыс.		P ₆₀ K ₆₀	5,71	5,71	3,81	4,72	3,02	3,00
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	6,30	5,92	4,84	5,12	3,12	3,75
Коэффициент N ₂ -фиксации (Кф)		P ₆₀ K ₆₀	0,59		0,38		0	
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	0,66		0,34		0	

При нормальном увлажнении (2023 г.) на фоне высокой N_2 -фиксирующей способности (Кф 0,59-0,66) влияние азота на продуктивность сенажной массы и зерна носило неоднозначный характер. Несмотря на то, что его внесение повышало сбор сухой массы и зерна соответственно на 26% и 18%, накопление обменной энергии в урожае на 18% и 9%, выход кормовых единиц на 10% и 4% за счет роста доли ячменя в конечной продукции на 13% и 44%, оно оказывало отрицательное влияние на величины сбора сырого и переваримого протеина (-7% и -30% по сенажной массе, -36% по зерну). При этом только конечная зерносмесь по питательности удовлетворяла требованиям стандарта, предъявляемым к энерго-протеиновым концентратам (табл. 4). Поэтому для получения сбалансированных по протеину и энергии объемистых и концентрированных кормов из люпино-ячменной смеси в нормальных условиях увлажнения следует ограничиться осенним внесением фосфорно-калийного удобрения, дозы которого определяются в зависимости от исходной обеспеченности пахотного слоя подвижным фосфором и калием с использованием норматива затрат P_2O_5 и K_2O – удобрения на сдвиг содержания их в почве на единицу (10 мг/кг).

В условиях умеренной засушливости (2019 и 2022 гг.) при низкой азотфиксации (Кф 0,34-0,38) азот удобрения оказывал положительное влияние на урожайность и другие показатели продуктивности, наиболее выраженное при выращивании на сенаж (+14-27%) в зависимости от показателя. Величина урожайности сухой массы достигла 6,62 т/га, зерна 4,24 т/га, накопление в них сырого протеина 0,99 т/га и 0,68 т/га, обменной энергии 62,7 и 52,0 ГДж/га, а питательность сенажа и зерносмеси соответствовала нормативам второго класса качества (табл. 4).

При наименьшей продуктивности в условиях переувлажнения и отсутствии азотфиксации предпосевное внесение 50 кг/га N на фоне $P_{60}K_{60}$ снижало урожайность сухой сенажной массы с 5,57 т/га до 4,72 т/га (-15%), но приводило к увеличению сбора зерна с 2,36 т/га до 2,98 т/га (+26%). В обоих случаях при этом наблюдалось изменение соотношения компонентов в пользу ячменя (+7% и +14%) соответственно, увеличение содержания общего азота как в надземной массе, так и в зерне злакового компонента +0,18% и +0,36%.

Это выравнивало сбор сырого протеина урожаем сухой массы на уровне 0,71-0,68 т/га, кормовых единиц 3,0-3,1 тыс., повышало накопление обменной энергии на 11% или от 44,8 ГДж/га до 49,6 ГДж/га, но снижало выход переваримого протеина в урожае на 11% или с 0,45 т/га до 0,40 т/га.

При выращивании на зерно под влиянием азота удобрений выход сырого и переваримого протеина увеличивался на 18%, накопление обменной энергии и кормовых единиц на 25-26% или до 36,9 ГДж/га и до 3,75 тыс. (табл. 4). По питательности сухая сенажная масса и зерносмесь в этом варианте соответствовали третьему и второму классам качества по принятым нормативам.

Следовательно, применение азота удобрений перед посевом в дозе 50 кг/га в неблагоприятных погодных условиях является фактором повышения продуктивности люпино-ячменного смешанного посева и обеспечивает получение сбалансированной по протеину и энергии конечной продукции как при проявлении засушливости, так и переувлажнения.

Установлено также, что при недостаточном увлажнении более высокие показатели продуктивности как сенажной массы, так и зерна создавались при норме высева люпина в смеси 1,8 млн/га (от +2-7% до +10-14% к аналогичным значениям в варианте с меньшей нормой высева). В условиях переувлажнения в лучшую сторону выделялись варианты с меньшей нормой высева. Это может быть связано с тем, что на отмеченных оптимальных вариантах норм высева люпина в смеси складывалось благоприятное соотношение компонентов – близкое к уравновешенному в условиях переувлажнения и с небольшим перевесом злакового – при засухе. В последнем случае доля люпина на уровне 40% с его глубоко проникающей корневой системой, способной усваивать влагу из второго полуметра почвы, была достаточной для формирования в среднем более 6 т/га сухой массы и 4 т/га

зерна с накоплением в них 0,94 и 0,71 т/га сырого протеина, 59 и 51 ГДж/га обменной энергии при питательности соответствующей второму классу качества (табл. 5).

Таблица 5

Влияние норм высева люпина на продуктивность люпино-ячменной смеси при разных метеоусловиях вегетационного периода, среднее по вариантам удобрения

Показатели		2019, 2022 гг.				2020 г.			
		сухая масса		зерно		сухая масса		зерно	
		ГТК							
		1,08		1,00		2,81		2,24	
		норма высева, млн/га							
		1,6	1,8	1,6	1,8	1,6	1,8	1,6	1,8
Урожайность, т/га		5,90	6,56	4,01	4,10	4,72	5,58	2,66	2,68
НСР ₀₅ *)		0,74/0,33				0,37/0,30			
Соотношение компонентов, б/з, %		44/56	42/58	31/69	39/61	50/50	63/37	48/52	28/72
Сбор протеина, т/га	сырого	0,86	0,94	0,62	0,71	0,75	0,64	0,60	0,48
	переваримого	0,59	0,64	0,50	0,57	0,55	0,38	0,48	0,38
Накопление обменной энергии, ГДж/га		55,5	59,3	48,8	50,8	45,8	43,5	33,4	32,8
Кормовые единицы, тыс.		4,24	4,38	4,80	5,04	3,58	2,56	3,42	3,32
Коэффициент N ₂ -фиксации (Кф)		0,35	0,37	-	-	0	0	-	-

*) Примечание: в числителе – сухая масса, в знаменателе – зерно

При переувлажнении норма высева люпина в смеси 1,6 млн/га обеспечивала получение в среднем до 5 т/га сухой массы и более 2,5 т/га зерна с накоплением в них до 0,8 и 0,6 т/га сырого протеина соответственно, 46 и 33 ГДж/га обменной энергии, а питательность сухой массы и зерносмеси соответствовала нормативу первого класса качества (табл. 5).

Заключение

На средне окультуренных дерново-подзолистых почвах Центра Нечерноземной зоны России для повышения устойчивости продуктивности полевого кормопроизводства в условиях изменяющегося климата необходимо расширение видового разнообразия сеяных полевых агрофитоценозов за счет увеличения площади посева однолетних бобово-злаковых смесей на сенаж и зерно с использованием видов и сортов, характеризующихся разной реакцией на режим увлажнения в течение активной вегетации.

В засушливых и нормальных условиях увлажнения хорошо зарекомендовал себя смешанный посев узколистного люпина детерминантного типа с ячменем.

При выращивании на сенаж и зерно по зерновым предшественникам на почвах с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием (IV-V класс по принятым грациям) эта смесь обеспечивала получение 7-12 т/га сухой массы, 4-5 т/га зерна с накоплением в них 0,7-1,0 т/га сырого и 0,5-0,6 т/га переваримого протеина, 50-95 ГДж/га обменной энергии, а питательность приготавливаемых из них объемистых и концентрированных кормов соответствовала второму-третьему классам качества по принятым нормативам. Для этого с осени под зябь необходимо внесение фосфорных и калийных удобрений в дозах, восполняющих вынос P₂O₅ и K₂O планируемым урожаем, а весной (при выращивании на сенаж) – 50 кг/га N в виде аммиачной селитры. При выращивании на зерно азотного удобрения не требуется. Норма высева люпина в смеси 1,6-1,8 млн/га, ячменя – 60-70% от полной (5,0 млн/га). Для защиты растений от болезней и вредителей обязательны одна-две обработки посева баковой смесью из фунгицида и инсектицида с добавлением биостимуляторов с антистрессовым и ростостимулирующим эффектом. Семена обоих компонентов обязательно подлежат протравливанию современными протравителями с инсектицидным эффектом, а люпина в день посева - обработке ризоторфином с активным штаммом специфичных азотфиксирующих микроорганизмов.

Работа выполнена по государственному заданию: «Создание перспективных сортов и технологий возделывания зернобобовых культур для условий Центрального

Нечерноземья, обеспечивающих высокий выход общего сырого и пищевого протеина» № регистрации 123012700036-3; «Разработка адаптивной системы производства кормов для обеспечения реализации генетического потенциала зебувидного типа черно-пестрой породы крупного рогатого скота, основанной на интеграции полевого и лугопастбищного кормопроизводства в условиях Истринского района Московской области» № регистрации 123120600005-2.

Литература

1. Суховеева О.Э. Изменение климатических условий и агроклиматических ресурсов в Центральном районе Нечерноземной зоны // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология, – 2016, – № 4. – С. 41-49.
2. Баринов Н.В. Оптимизация производственного потенциала пашни за счет смешанных посевов // Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы, пути решения: Сб. науч. трудов Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием / ВНИИОЦ-филиал ФГБНУ «Верхневолжский» ФАНЦ», 22-24 июля 2018г. – Иваново: ПрессСто, – 2018. – С. 47-51.
3. Воронов С.И., Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О. Сравнительная продуктивность зернобобовых культур в одновидовых и смешанных посевах на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сб. науч. трудов. Выпуск 28 (76). Материалы Международного конгресса по кормам, посвященного 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (Москва 21-24 июля 2022 г.). В двух частях. Часть 1. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – Москва: ФГБНУ ДПО РАКО АПК, – 2022. – С. 60-69.
4. Конончук В.В., Никиточкин Д.Н., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О. Влияние элементов агротехнологии возделывания люпинозлаковых смесей на азотфиксирующую способность и продуктивность в зависимости от метеорологических условий в Центральном Нечерноземье // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 3 (39). – С. 107-118. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-107-118
5. Конончук В.В., Благовещенский Г.В., Штырхунов В.Д., Тимошенко С.М., Назарова Т.О. Влияние удобрений на урожайность и качество продукции люпина узколистного в чистом и смешанном посеве при разных нормах высева в Центре Нечерноземной зоны России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – №1 (33). – С. 63-71. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11158
6. ООО «Лебозол Восток» Информация о продуктах // <https://www.lebosol.de/ru>.

References

1. Sukhoveeva O.E. Changes in climatic conditions and agroclimatic resources in the Central region of the Non-Black Earth Zone // *Vestnik VGU, Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, 2016, no.4, pp. 41-49.
2. Barinov N.V. Optimization of production potential of arable land through mixed crops // *Ecologically sustainable agriculture: state, problems, ways of solutions: Proceed. res. works All-Russian sci. conf with intern. participation/ VNIIOts-filial FGBNU «Verkhnevolzhskii» FANTs», 22-24 July 2018, Ivanovo: PressSto, 2018, pp. 47-51.*
3. Voronov S.I., Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O. Comparative productivity of leguminous crops in single-species and mixed crops on sod-podzolic soils of the Central Non-Black Earth Region // *Multifunctional adaptive feed production. Proc. res. works, 28 (76). Proceed. Int. Forage Congr. dedicated to the 100th anniv. of FSC V.R. Williams VIK. (Moscow, 21-24 July 2022). In 2 parts. P.1. FNTs «VIK im. V.R. Vil'yamsa». - Moscow: FGBNU DPO RAKO APK, 2022, pp. 60-69.*
4. Kononchuk V.V., Nikitochkin D.N., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O. The influence of elements of agricultural technology for cultivating lupine-grass mixtures on nitrogen-fixing capacity and productivity depending on meteorological conditions in the Central Non-Black Earth Region // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no.3 (39), pp. 107-118. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-107-118
5. Kononchuk V.V., Blagoveshchenskii G.V., Shtyrkhunov V.D., Timoshenko S.M., Nazarova T.O. The influence of fertilizers on the yield and quality of angustifolia lupine products in pure and mixed sowing at different seeding rates in the Center of the Non-Chernozem Zone of Russia // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.1 (33), pp. 63-71. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11158
6. ООО «Lebosol Vostok» Product Information. Available at: <https://www.lebosol.de/ru>.

СОДЕРЖАНИЕ СЫРОГО ПРОТЕИНА В ЗЕРНЕ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

В.И. БЛОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-5604-0154,

E-mail: bvikazan@bk.ru

И.Ю. НИКИФОРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0003-4313-2401,

E-mail: irina220169@mail.ru

И.С. ГАНИЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-9925-0178,

E-mail: irinaganieva1984@mail.ru

М.А. ЛАНОЧКИНА, научный сотрудник, ORCID: 0000-0001-5609-5529,

E-mail: lmar2701@mail.ru

Ю.В. МАЛАФЕЕВА, научный сотрудник ORCID: 0000-0001-7461-381X,

E-mail: malxp@mail.ru

А.А. АСКАРОВА, младший научный сотрудник ORCID: 0000-0003-0364-9780

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОБОСОБЛЕННОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН

Цель исследований – формирование сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя, возделываемых в условиях Предкамской зоны республики Татарстан в 2016-2023 гг. Корреляционным анализом выявлена достоверная на 1% уровне значимости зависимость содержания сырого протеина в зерне от гидротермических показателей межфазных периодов «всходы-колошение», «колошение-полная спелость» и периода вегетации: положительная средняя от среднесуточной температуры воздуха $r=0,39/0,67/0,68$; отрицательная средняя и сильная от суммы осадков $r=-0,55/-0,47/-0,71$ и от индекса ГТК $r=-0,55/-0,47/-0,74$, соответственно. В статье представлены средние сортовые значения содержания сырого протеина в зерне в зависимости от года изучения. Достоверно высокое среднее сортовое значение данного показателя отмечено в 2021 г. в условиях экстремальной засухи (14,84%), достоверно низкое значение - в 2017 г. во влажных условиях (10,92%). Среднее сортовая разница в содержании сырого протеина в зерне в контрастных условиях периода вегетации составила 3,92%. Доля влияния года на содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя составила 68,4%. В сортовом разрезе, достоверно высокими средними значениями содержания сырого протеина в зерне характеризовались сорта Раушан, Нур и Лаишевский (13,73;13,61;13,55% соответственно), достоверно низким – сорт Эндан (12,63%). Коэффициент вариации содержания сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя изменялся в пределах от 5,5% у сорта Эндан до 17,8% у сорта Нур. Линия тренда содержания сырого протеина в зерне сорта Эндан находилась на одном уровне, в то время как линия содержания сырого протеина в зерне сорта Нур находилась в восходящем тренде в зависимости от изменения индексов ГТК периодов вегетации. Таким образом установлены межсортовые различия в реакции на изменения индексов ГТК периода вегетации.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, зерно, сырой протеин, гидротермические показатели, корреляция, линия тренда.

Для цитирования: Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С., Ланочкина М.А., Малафеева Ю.В., Аскарова А.А. Содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):88-96. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-88-96

CRUDE PROTEIN CONTENT IN GRAIN OF SPRING BARLEY VARIETIES

V.I. Blokhin, I.Y. Nikiforova, I.S. Ganieva, M.A. Lanochkina,

Yu.V. Malafeeva, A.A. Askarova

Abstract: *The aim of the research is the formation of crude protein in the grain of spring barley varieties cultivated in the conditions of the Predkamsk zone of the republic of Tatarstan in 2016-2023. Correlation analysis revealed a reliable at 1% significance level dependence of crude protein content in grain on hydrothermal indicators of interphase periods "sprouting - sprinkling", "sprinkling - full ripeness" and the growing season: positive average from the average daily air temperature $r=0.39/0.67/0.68$; negative average and strong from the sum of precipitation $r=-0.55/-0.47/-0.71$ and from the hydrothermal coefficient (HTC) index $r=-0.55/-0.47/-0.74$, respectively. The article presents the varietal mean values of crude protein content of grain as a function of the year of study. Significantly high varietal mean value of this index was observed in 2021 under extreme drought conditions (14.84%,) and significantly low value was observed in 2017 under wet conditions (10.92%). The average varietal difference in the crude protein content of grain in contrasting conditions of the growing period amounted to 3.92%. The share of the influence of year on the crude protein content in the grain of spring barley varieties amounted to 68.4%. In the varietal section, reliably high average values of crude protein content in grain were characterized by varieties Raushan, Nur and Laishevsky (13.73/13.61/13.55%, respectively), reliably low - Endan variety (12.63%). The coefficient of variation of crude protein content in grain of spring barley varieties varied from 5.5% in Endan variety to 17.8% in Nur variety. The trend line of crude protein content in the grain of Endan variety was at the same level, while the line of crude protein content in the grain of Noor variety was in an upward trend depending on the change in HTC indices of vegetation periods. Thus, inter-variety differences in response to changes in HTC indices of the vegetation period were established.*

Keywords: spring barley, variety, grain, crude protein, hydrothermal parameters, correlation, trend line.

Введение

Для агропромышленного комплекса республики Татарстан яровой ячмень – основная зернофуражная культура в кормлении сельскохозяйственных животных. Одним из главных критериев кормовой ценности зерна является содержание сырого протеина. Анализ литературных источников свидетельствует, что содержание последнего в зерне ярового ячменя обусловлено широким спектром агротехнических приёмов. При возделывании ярового ячменя в одинаковых агроэкологических условиях межсортная разница в содержании сырого протеина в зерне составляет 1,4-1,9% [1, 2]. По данным А.Ю. Гавриловой с соавторами и Noskova E.N. et al. внесение органоминеральных и полных минеральных удобрений увеличивает содержание сырого протеина в зерне ячменя на 2,89-3,70% [3, 4]. По оценкам ряда исследователей [5, 6, 7] среди вышеперечисленных агротехнических приёмов, предопределяющих содержание сырого протеина в зерне ярового ячменя на долю сорта приходится 7,5...35,2...54,6%, на долю минеральных удобрений – 6,9...28,7...78,2%.

Однако ключевая роль в формировании сырого протеина в зерне ярового ячменя принадлежит гидротермическим условиям периода вегетации. Последние по оценкам О.Л. Шайтанова с соавторами в РТ претерпевают существенные изменения под влиянием глобального потепления климата [8]. По данным автора снижение суммы осадков за период активной вегетации в сочетании с повышением среднесуточных температур воздуха ведёт к снижению гидротермического коэффициента (ГТК). Линия тренда ГТК за период 1979-2016 гг. сместилась из области слабо засушливых и вошла в область засушливых лет. По данным О.А. Юсовой, П.Н. Николаева доля влияния гидротермических условий периода вегетации на содержание сырого протеина в зерне ярового ячменя составляет 90,7% [9]. О.Б. Батаковой с соавторами в условиях Архангельской области и О.А. Юсовой с соавторами в зоне южной лесостепи Западной Сибири выявлена положительная сильная зависимость содержания сырого протеина в зерне ярового ячменя от среднесуточных температур воздуха периода вегетации ($r=0,71-0,94$ соответственно) [10, 11]. А.В. Парамонов с соавторами установили

отрицательную среднюю и сильную зависимость содержания сырого протеина в зерне ярового ячменя от ГТК периода вегетации ($r = -0,63$ – $0,84$ соответственно) [12].

Если в вопросе о влиянии среднесуточной температуры воздуха и ГТК межфазных периодов на содержание сырого протеина в зерне ярового ячменя достигнут консенсус, то о влиянии суммы осадков в научных публикациях приведены диаметрально противоположные данные. И.Ю. Зайцева с соавторами при изучении коллекционных образцов ярового ячменя в условиях Волго-Вятского региона (г. Киров) установили, что 98,0% колебаний содержания сырого протеина в зерне ярового ячменя обусловлено колебаниями суммы осадков межфазного периода «колошение-полная спелость» [13]. При этом авторы выявили сильную положительную зависимость содержания сырого протеина от суммы осадков ($r = 0,99$) данного межфазного периода. По данным С.Н. Зюба [14] в условиях Белгородской области содержание белка в зерне ярового ячменя на 67,7% так же зависело от изменения количества осадков в межфазный период «колошение-полная спелость», но при этом автор выявил сильную отрицательную зависимость содержания сырого протеина от суммы осадков ($r = -0,82$) данного межфазного периода.

Цель исследований – содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя, возделываемых в условиях Предкамской зоны республики Татарстан.

Материал и методы исследований

Экспериментальная работа проводилась в 2016–2023 гг. на опытных полях Татарского НИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН, расположенных в Предкамской зоне РТ. Исходным материалом послужило зерно 9 сортов ярового ячменя: Камашевский, Орлан, Нур, Раушан, Тимерхан, Эндан, Лаишевский, Вакула, Тевкеч. Технология возделывания общепринятая для РТ. В период вегетации отмечали календарные даты наступления и окончания основных фенологических фаз развития растений: «всходы», «колошение», «полная спелость». Содержание сырого протеина в зерне определяли по ГОСТ 13496.4-2019 (Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания азота и сырого протеина). Использовали титриметрический метод определения азота по Кьельдалю. Массовую долю сырого протеина в испытуемой пробе (X_2 , %) вычисляли по формуле; $X_2 = 6,25 \times X_1$, где 6,25 – коэффициент пересчёта общего содержания азота на сырой протеин, X_1 – массовая доля азота в сухом веществе испытуемой пробы, %. Метеорологические данные предоставлены метеостанцией ТатНИИСХ, расположенной в с. Большие Кабаны Лаишевского муниципального района. Для характеристики межфазных периодов вегетации использовали следующие показатели: среднесуточная температура воздуха (с.с.т воздуха), сумма осадков и индексы гидротермического коэффициента (ГТК). Для классификации типов увлажнения периодов вегетации использовали разработанную О.Л. Шайтановым (2018) шкалу для условий РТ (тип увлажнения межфазных периодов вегетации: ГТК 0,5 и менее – сухой; 0,6–0,7 – сильно засушливый; 0,8–0,9 – засушливый; 1,0–1,2 – слабо засушливый; 1,3–1,5 – влажный; 1,6 и более – избыточно влажный).

Для проведения дисперсионного и корреляционного анализов экспериментальных данных значения содержания сырого протеина в зерне, выраженные в «%», преобразовывали в «угол-арксинус $\sqrt{\text{процент}}$ ». Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.08, РАСХН, 1999).

Результаты и их обсуждение

В условиях Предкамской зоны РТ корреляционным анализом экспериментальных данных нами выявлена достоверная на 1% уровне значимости зависимость содержания сырого протеина в зерне от гидротермических показателей межфазных периодов «всходы-колошение», «колошение-полная спелость» и периода вегетации: положительная средняя от среднесуточной температуры воздуха $r = 0,39/0,67/0,68$; отрицательная средняя и сильная от суммы осадков $r = -0,55/-0,47/-0,71$ и от индекса ГТК $r = -0,55/-0,47/-0,74$ соответственно (табл. 1). Судя по максимальному значению коэффициента детерминации, 54,8% колебаний в

содержании сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя вызывалось колебаниями индекса ГТК периода вегетации.

Таблица 1

Содержание сырого протеина в зерне в зависимости от гидротермических показателей межфазных периодов

Гидротермические показатели	Всходы-колошение		Колошение-полная спелость		Период вегетации	
	r	d, %	r	d, %	r	d, %
c.c.t, °C	0,39**	15,2	0,67**	44,9	0,68**	46,2
Σ осадков, мм	-0,55**	30,3	-0,47**	22,1	-0,71**	50,4
ГТК	-0,55**	30,3	-0,47**	22,1	-0,74**	54,8

Примечание: символом «**» выделены значимые на 1% уровне значения, r – коэффициент корреляции; $d=r^2$, % – коэффициент детерминации

Анализ гидротермических показателей периода активной вегетации растений ярового ячменя за 2016-2023 гг. в условиях Предкамской зоны РТ выявил нисходящий тренд индекса ГТК (график 1).

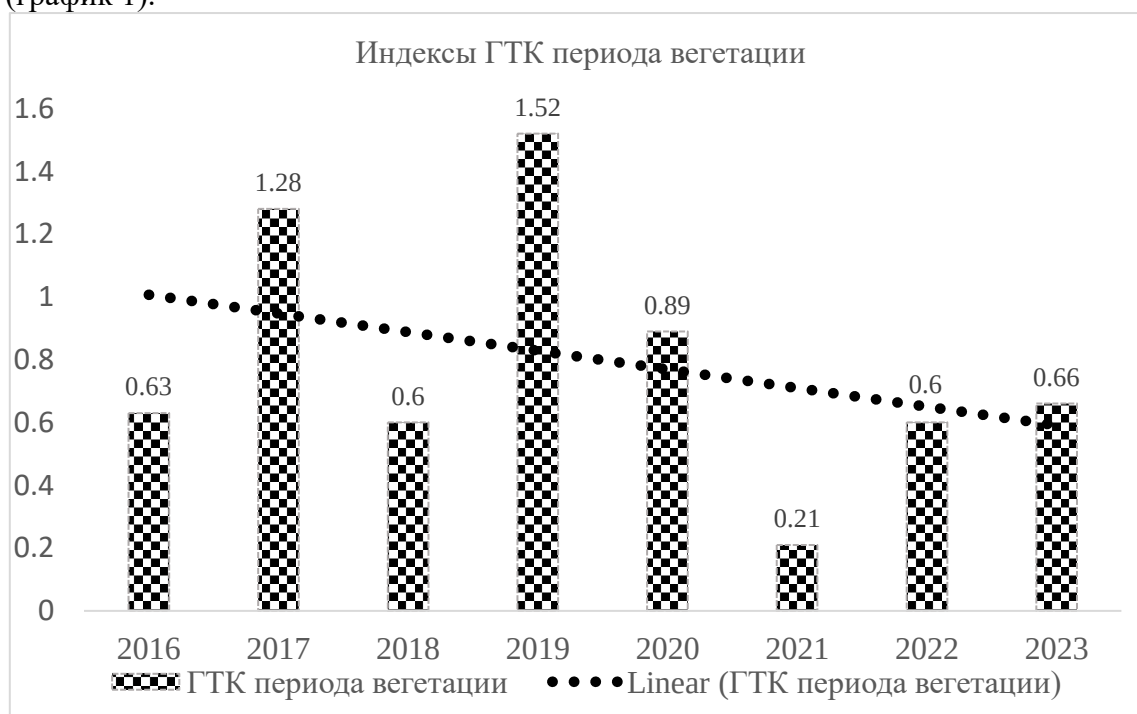


График 1. Линия тренда индекса ГТК периода вегетации растений ярового ячменя за 2016-2023 гг.

Два года (2017 и 2019) из восьми лет, периоды вегетации растений ярового ячменя характеризовались как влажные (ГТК=1,28/1,51, соответственно). Период вегетации 2021 г. характеризовался как экстремально засушливый (ГТК=0,21); 2016, 2018, 2022, 2023 гг. – как сильно засушливые (ГТК=0,63/0,60/0,60/0,66 соответственно); 2020 г. – засушливый (ГТК=0,89), (табл. 2).

За период 2016-2023 гг. среднее значение содержания сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя составило 13,23%, (табл. 3). Достоверно высокое среднее сортовое значение данного показателя отмечено в 2021 г. в условиях экстремальной засухи (14,84%). Достоверно низкое значение данного показателя отмечено в 2017 г. во влажных условиях (10,92%). Средне сортовое различие в содержании сырого протеина в зерне в контрастных условиях периода вегетации составила 3,92%. Доля влияния года на содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя составила 68,4%.

Таблица 2

**Гидротермические показатели межфазных периодов растений ярового ячменя,
2016-2023 гг.**

Год	Гидротермические показатели	Всходы-колошение	Колошение-полная спелость	Период вегетации
2016	с.с.т, °С	16,2	21,8	18,7
	Σ осадков, мм	74,0	17,0	91,0
	ГТК	1,16	0,21	0,63
2017	с.с.т, °С	14,5	19,4	17,2
	Σ осадков, мм	97,8	78,5	176,3
	ГТК	2,02	0,88	1,28
2018	с.с.т, °С	15,9	22,3	18,9
	Σ осадков, мм	51,0	38,0	89,0
	ГТК	0,80	0,45	0,60
2019	с.с.т, °С	17,7	17,4	17,6
	Σ осадков, мм	50,3	185,9	236,2
	ГТК	0,68	2,27	1,52
2020	с.с.т, °С	15,3	20,2	17,9
	Σ осадков, мм	77,0	51,5	128,5
	ГТК	1,44	0,57	0,89
2021	с.с.т, °С	19,6	24,1	21,7
	Σ осадков, мм	9,0	21,5	30,5
	ГТК	0,13	0,28	0,21
2022	с.с.т, °С	16,0	21,7	19,0
	Σ осадков, мм	31,5	64,0	95,5
	ГТК	0,49	0,67	0,60
2023	с.с.т, °С	15,9	19,8	18,1
	Σ осадков, мм	52,0	75,0	101,0
	ГТК	0,89	0,83	0,66

Примечание: тип увлажнения межфазных периодов вегетации: ГТК 0,5 и менее – сухой; 0,6-0,7 – сильно засушливый; 0,8-0,9 – засушливый; 1,0-1,2 – слабо засушливый; 1,3-1,5 – влажный; 1,6 и более – избыточно влажный

В сортовом разрезе, достоверно высокими средними значениями сырого протеина в зерне характеризовались сорта Раушан, Нур и Лаишевский (13,73;13,61;13,55%, соответственно), достоверно низким – сорт Эндан (12,63%). Коэффициент вариации, являющийся относительным показателем изменчивости, изменялся в пределах от 5,5% сорт Эндан до 17,8% сорт Нур. Реакции двух сортов с низким/высоким коэффициентами вариации содержания сырого протеина в зерне на изменение индексов ГТК периодов вегетации представлены на графиках 2 и 3. Линия тренда содержания сырого протеина в зерне сорта Эндан находится на одном уровне, в то время как линия содержание сырого протеина в зерне сорта Нур находилась в восходящем тренде. Таким образом установлены межсортные различия в реакции на изменение индексов ГТК периода вегетации.

Таблица 3

Содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя, % на сухое вещество

Сорт	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее	V, %	F _{факт.}	HCP ₀₅
Камашевский	13,38	10,86	13,80	11,41	13,30	14,94	13,74	13,42	13,11±0,47	11,1	6,90	0,51
Орлан	14,69	11,30	13,30	11,55	13,90	14,70	13,63	13,76	13,35±0,45	11,8		
Раушан	14,44	10,50	14,78	11,59	13,70	15,63	14,77	14,39	13,73±0,62	15,6		
Тимерхан	14,47	10,05	14,90	12,00	13,72	15,25	13,57	13,13	13,39±0,60	15,2		
Эндан	13,35	11,50	12,54	12,76	12,11	13,50	11,88	13,42	12,63±0,27	5,5		
Лаишевский	14,56	11,38	13,46	12,14	14,43	14,56	12,85	15,02	13,55±0,46	13,3		
Вакула	13,19	11,39	12,50	12,51	11,88	13,75	13,08	14,05	12,79±0,31	6,5		
Тевкеч	12,94	10,00	13,70	12,10	14,00	13,38	13,97	13,31	12,93±0,47	10,3		
Нур	15,60	11,29	13,40	11,61	12,57	17,88	14,07	12,45	13,61±0,78	17,8		
Среднее	14,07± 0,29	10,92± 0,19	13,60± 0,27	11,96± 0,15	13,29± 0,29	14,84± 0,46	13,51± 0,27	13,66± 0,28	<u>13,23</u>			
F _{факт.}	19,75											
HCP ₀₅	0,66											
Доля влияния года, %	68,4											

Примечание: V, % - коэффициент вариации



График 2. Зависимость содержания сырого протеина в зерне сорта Эндан от ГТК периода вегетации

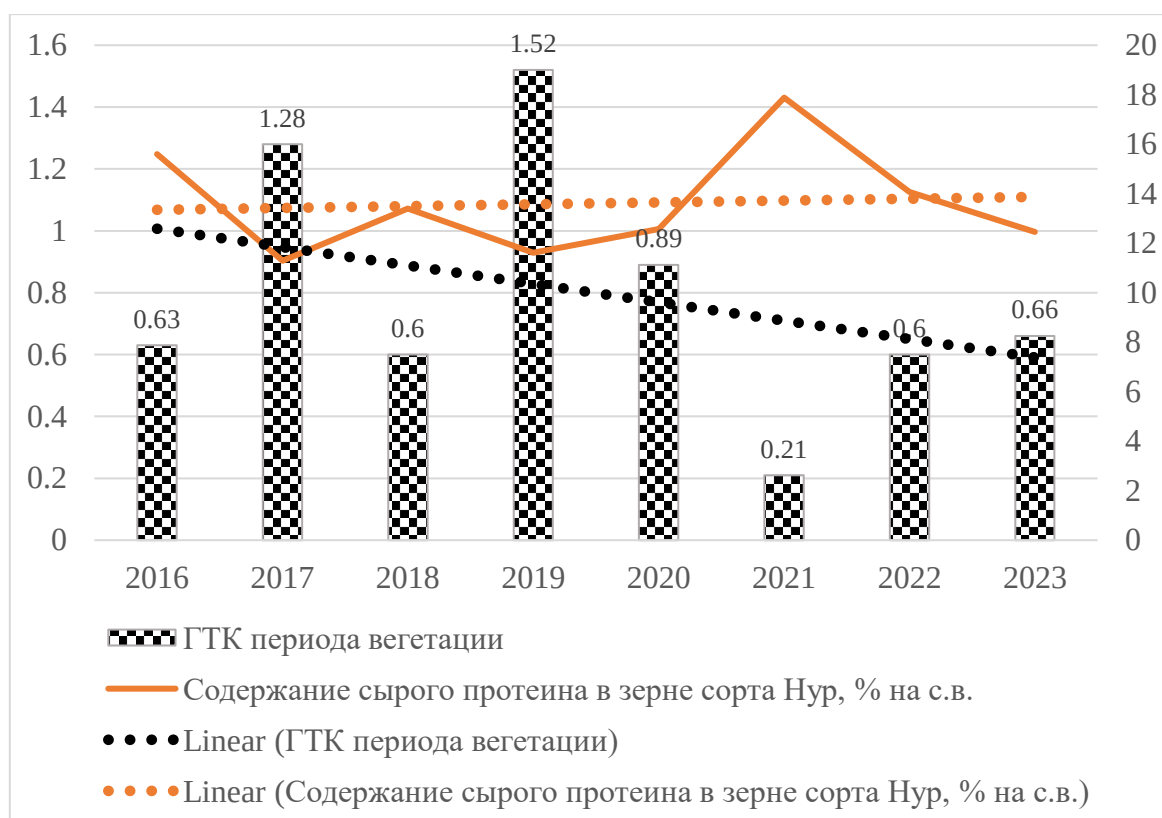


График 3. Зависимость содержания сырого протеина в зерне сорта Нур от ГТК периода вегетации

Закключение

В условиях Предкамской зоны республики Татарстан доля влияния года на содержание сырого протеина в зерне сортов ярового ячменя составила 68,4%. Судя по максимальному значению коэффициента детерминации, 54,8% колебаний в содержании сырого протеина в

зерне сортов ярового ячменя вызывалось колебаниями индекса ГТК периода вегетации. Анализ гидротермических показателей периода активной вегетации растения ярового ячменя за 2016-2023 гг. выявил нисходящий тренд индекса ГТК. Средне сортовая разница в содержании сырого протеина в зерне в контрастных условиях периода вегетации составила 3,92%. В сортовом разрезе, достоверно высокими средними значениями сырого протеина в зерне характеризовались сорта Раушан, Нур и Лаишевский (13,73/13,61/13,55% соответственно), достоверно низким – сорт Эндан (12,63%). Коэффициент вариации, являющийся относительным показателем изменчивости, изменялся в пределах от 5,5% у сорта Эндан до 17,8% у сорта Нур. Линия тренда содержания сырого протеина в зерне сорта Эндан находилась на одном уровне, в то время как линия содержание сырого протеина в зерне сорта Нур находилась в восходящем тренде. Таким образом установлены межсортовые различия в реакции на изменение индексов ГТК периода вегетации.

Работа выполнена по государственному заданию «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды». № регистрации 122011800138-7.

Литература

1. Ганиева И.С., Блохин В.И., Сержанов И. М. Сравнительная оценка сортов ярового ячменя по количеству и качеству белка // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – № 1 (52). – С. 17-21. DOI: 10.12737/article_5ccedb791c96f2.14695900
2. Левакова О.В., Ерошенко Л.М. Высокобелковые сорта и перспективные линии ярового ячменя // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 6. – С. 23-25. DOI:10.30850/vrsn/2019/6/23-25
3. Гаврилова А.Ю., Конова А. М., Самсонова Н.Е. Влияние доз и сочетаний минеральных удобрений на формирование урожайности и качества зерна пивоваренного ячменя в Центральном Нечерноземье // Агрохимия. – 2020. – №9. – С. 24-31. DOI: 10.31857/S0002188120090069
4. Noskova E.N., Lisitsyn E.M., Shchennikova I.N., Svetlakova E.V. Top-dressing treatment of spring barley to modify its quality // Foods and Raw Materials. 2023.Vol. 11. Nu 1. pp. 106-115. DOI:10.21603/2308-4057-2023-1-562
5. Stupar V., Paunović A., Madić M., Knežević D., Đurović D. Influence of genotype, nitrogen fertilisation and weather conditions on yield variability and grain quality in spring malting barley. Journal of Central European Agriculture. 2021. V. 22. Nu 1. pp. 86-95. DOI:10.5513/JCEA01/22.1.2858
6. Кузикеев Ж.В., Борадуллина В.А., Мусалитин Г.М., Кузикеева А.П. Формирование продуктивности и качества зерна сортов ярового ячменя в зависимости от норм высева и уровня азотного питания в лесостепи Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 3. – С. 74-78. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_3_74
7. Дедушев И.А., Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко И.А., Ромахина В.В., Болдырев М.А. Влияние азотного минерального питания на содержание белка в зерне сортов ячменя селекции ФИЦ «Немчиновка» // Аграрная Россия. – 2023. – № 9. – С. 20-24. DOI:10.30906/1999-5636-2023-9-20-24
8. Шайтанов О.Л., Низамов Р.М., Захарова Е.И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4 (40). – С. 102-112. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-102-112.
9. Юсова О.А., Николаев П.Н. Селекция ярового ячменя на высокое качество зерна // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 1 (33). – С. 148-157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562
10. Батакова О.Б., Корелина В.А., Зобнина И.В. Оценка селекционного материала ячменя ярового на продуктивность и содержание белка в зерне // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2 (62). – С. 43-49. DOI:10.18268/1816-4501-2023-2-43-49
11. Юсова О.А., Николаев П.Н., Паршуткин Ю.Ю., Юсов В.С. Изменения хозяйственно-ценных признаков яровых зерновых культур в зависимости от условий возделывания // Агрофизика. – 2021. – № 1. – С. 26-32. DOI: 10.25695/ AGRPH.2021.01.05

12. Парамонов А.В., Федюшкин А.В., Целуйко О.А. Влияние метеорологических условий на урожайность и качество зерна ярового ячменя в приазовской зоне Ростовской области // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 2(38). – С. 151-162. DOI:10.31774/2222-1816-2020-2-151-162
13. Зайцева И.Ю., Щенникова И.Н., Панихина Л.В., Дягилева Е.В. Адаптивность высокобелковых генотипов ячменя в условиях Волго-Вятского региона // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. – 183. – № 4. – С. 30-38. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-30-38
14. Зюба С.Н. Условия выращивания и кормовая продуктивность ярового ячменя // Земледелие. – 2021. – № 4. – С. 47-48.

References

1. Ganiyeva I.S., Blokhin V.I., Serzhanov I.M. Comparative evaluation of spring barley varieties for protein quantity and quality // Vestnik Kazanskogo GAU. 2019, no. 1(52), pp.17-21. DOI: 10.12737/article_5ccedb791c96f2.14695900 (In Russ.)
2. Levakova O.V., Yeroshenko L.M. High-protein varieties and promising lines of spring barley // Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy Nauki. 2019. no. 6, pp. 23-25. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/23-25 (In Russ.)
3. Gavrilova A.YU., Konova A. M., Samsonova N.Ye. Influence of doses and combinations of mineral fertilizers on the formation of yield and quality of malting barley grain in the Central Non-Black Earth Region // Agrokhimiya. 2020, no. 9, pp. 24-31. DOI: 10.31857/S0002188120090069 (In Russ.)
4. Noskova E.N., Lisitsyn E.M., Shchennikova I.N., Svetlakova E.V. Top-dressing treatment of spring barley to modify its quality // Foods and Raw Materials. 2023. Vol. 11. no. 1, pp. 106-115. DOI:10.21603/2308-4057-2023-1-562
5. Stupar V., Paunović A., Madić M., Knežević D., Đurović D. Influence of genotype, nitrogen fertilisation and weather conditions on yield variability and grain quality in spring malting barley. Journal of Central European Agriculture. 2021. Vol. 22. no. 1, pp. 86-95. DOI:10.5513/JCEA01/22.1.2858
6. Kuzikeyev ZH.V., Boradullina V.A., Musalitin G.M., Kuzikeyeva A.P. Formation of productivity and grain quality of spring barley varieties depending on seeding rates and level of nitrogen nutrition in the forest-steppe of Altai Krai // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. Vol. 36, no. 3, pp. 74-78. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_3_74 (In Russ.)
7. Dedushev I.A., Yeroshenko L.M., Romakhin M.M., Yeroshenko I.A., Romakhina V.V., Boldyrev M.A. The influence of nitrogen mineral nutrition on the protein content in grain of barley varieties bred by the Federal Research Center "Nemchinovka" // Agrarnaya Rossiya, 2023, no. 9, pp. 20-24. DOI: 10.30906/1999-5636-2023-9-20-24 (In Russ.)
8. Shaytanov O.L., Nizamov R.M., Zakharova Ye.I. Assessment of global warming in Tatarstan // Zernobovyye i krupyanyye kul'tury. 2021. no. 4 (40), pp. 102-112. DOI: 10.24412/2309-348X2021-4-102-112. (In Russ.)
9. Yusova O.A., Nikolayev P.N. Breeding of spring barley for high grain quality // Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki. 2023. no. 1 (33), pp. 148-157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562
10. Batakova O.B., Korelina V.A., Zobnina I.V. Assessment of spring barley breeding material for productivity and protein content in grain // Vestnik Ul'yanovskoy Gosudarstvennoy Sel'skokhozyaystvennoy Akademii. 2023, no. 2 (62), pp. 43-49. DOI: 10.18268/1816-4501-2023-2-43-49 (In Russ.)
11. Yusova O.A., Nikolayev P.N., Parshutkin Yu.Yu., Yusov V.S. Changes in economically valuable traits of spring grain crops depending on cultivation conditions // Agrofizika. 2021. no. 1, pp. 26-32. DOI: 10.25695/AGRF.2021.01.05 (In Russ.)
12. Paramonov A.V., Feduyshkin A.V., Tseluyko O.A. The influence of meteorological conditions on the yield and grain quality of spring barley in the Azov zone of the Rostov region // Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii. 2020, no. 2 (38), pp. 151-162. DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-151-162 (In Russ.)
13. Zaytseva I.YU., Shchennikova I.N., Panikhina L.V., Dyagileva Ye.V. Adaptability of high-protein barley genotypes in the Volga-Vyatka region // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii. 2022. Vol. 183, no. 4, pp. 30-38. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-30-38. (In Russ.)
14. Zyuba S.N. Growing conditions and feed productivity of spring barley // Zemledeliye. 2021, no. 4, pp. 47-48. (In Russ.)

ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

В.А. ВОРОНЦОВ, orcid/0000-0001-8549-1301. E-mail: vik100347@gmail.com,
Ю.П. СКОРОЧКИН, orcid.org/0000-0002-1717-5638. E-mail: yskorochkin@mail.ru,
Е.В. ДУДОВА, orcid.org/0009-0008-3131-9854. E-mail: elena dudova65@mail.ru

ТАМБОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ ИМ. И.В. МИЧУРИНА

Цель исследований – оценка влияния различных типов севооборотов в сочетании со средствами интенсификации и защитой агроценозов от вредных объектов на производительность пашни. Работу выполняли в условиях северо-востока Центрального Черноземья на чернозёме типичном тяжёлосуглинистом с содержанием гумуса 6,8-7,0%. В стационарном полевом опыте Тамбовского НИИСХ изучали три севооборота: зернотравяно-пропашной, зернопаропропашной и зернопропашной при различных уровнях интенсификации агрофона и системы защиты агроценозов от вредных объектов. По результатам полевого опыта наиболее высокая производительность пашни (выход продукции с 1 га севооборотной площади) получена в зернопаропропашном севообороте – 4,47 тыс. т/га зерновых единиц. В зернотравяно-пропашном и зернопропашном севооборотах выход зерновых единиц с 1 га пашни составил 3,07 и 3,26 тыс. т. Внесение минеральных удобрений обеспечивало прибавку продуктивности севооборотов. При этом наибольшей она была на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д. в./га пашни, в зернотравяно-пропашном – 0,51, в зернопаропропашном – 1,08 и зернопропашном севообороте – 0,31 тыс. т/га зерновых единиц. Максимальная производительность пашни отмечена при уровне интенсификации агрофона $N_{60}P_{60}K_{60}$ в комплексе с защитой агроценозов: зернотравяно-пропашном севообороте – 3,63, зернопаропропашном – 5,33 и зернопропашном – 3,72 тыс. т/га зерновых единиц, при показателях на контроле (без удобрений и защиты растений) – 2,57; 3,50 и 2,36 тыс. т/га зерновых единиц, соответственно.

Ключевые слова: продуктивность, зернотравяно-пропашной, зернопаропропашной и зернопропашной севооборот, минеральные удобрения, защита растений, зерновые единицы.

Для цитирования: Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П., Дудова Е.В. Продуктивность севооборотов на чернозёме типичном в северо-восточном регионе Центрального Черноземья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):97-101. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-97-101

PRODUCTIVITY OF CROP ROTATIONS ON CHERNOZEM TYPICAL IN THE NORTHEASTERN REGION OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

V.A. Vorontsov, Yu.P. Skorochkin, E.V. Dudova

TAMBOV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH FSBSI «I.V.
MICHURIN FEDERAL SCIENTIFIC CENTER»

Abstract: The purpose of the research is to assess the impact of various types of crop rotations in combination with means of intensification and protection of agroecosystems from harmful objects on the productivity of arable land. The work was carried out in the conditions of the northeast of the Central Black Earth Region on typical heavy loamy chernozem with a humus content of 6.8-7.0%. Three crop rotations were studied in the stationary field experiment of Tambov NIISKh: grain-grass-tillage, grain-fallow-tillage and grain-tillage under different levels of

agricultural background intensification and the system of protection of agrocenoses from damage. According to the results of the field experiment, the highest productivity of arable land (yield from 1 ha of crop rotation area) was obtained in grain-fallow-tillage crop rotation - 4.47 thousand tons/ha of grain units. In grain-grass-tillage and grain-tillage rotations the yield of grain units from 1 ha of arable land amounted to 3.07 and 3.26 thousand tons. Application of mineral fertilizers provided an increase in productivity of crop rotations. At that, it was the greatest on the background $N_{60}P_{60}K_{60}$ kg of active ingredient/ha of arable land, in grain-grass-tillage- 0.51, in grain-fallow-tillage- 1.08 and in grain-tillage rotation - 0.31 thousand tons/ha of grain units. Maximum productivity of arable land was observed at the level of agricultural background intensification $N_{60}P_{60}K_{60}$ in complex with protection of agrocenoses: grain-grass-tillage rotation - 3.63, grain-fallow-tillage - 5.33 and grain-tillage - 3.72 thousand tons/ha of grain units, with indicators on control (without fertilizers and plant protection) - 2.57; 3.50 and 2.36 thousand tons/ha of grain units, respectively.

Keywords: productivity, grain-grass-tillage, grain-fallow-tillage and grain-tillage crop rotation, mineral fertilizers, plant protection, grain units.

Введение. Стратегической целью аграрного производства является повышение урожайности полевых культур, значительное увеличение производительности пашни для обеспечения достаточного количества продовольствия. В настоящее время весьма важно несколько технологии культур экологически безопасны и экономически выгодны. Тем приёмом, который существенно влияет на решение как экономических, так и экологических задач, является севооборот [1]. Севообороты были, есть и будут основным элементом систем земледелия, который является наиболее доступным, низкзатратным и экологически безопасным способом регулирования сорного ценоза в технологиях, обеспечения высокой производительности пашни [2]. За счёт правильного севооборота урожайность культур может увеличиваться до 40%, а от удобрений – до 45%, то есть практически одинаковый уровень, с той лишь разницей, что за счёт севооборота повышение продуктивности культур достаточно без каких-либо дополнительных затрат [3, 4].

Севооборот оказывает существенное влияние на показатели почвенного плодородия [5-7]. Культуры севооборота должны подбираться с учётом почвенно-климатических условий и специализации хозяйства. В таком случае будет получена максимальная отдача от севооборота [8].

Цель исследований – оценка влияния различных типов севооборотов в сочетании со средствами интенсификации и защиты агроценозов от вредных объектов на производительность пашни.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в стационарном полевом опыте Тамбовского НИИСХ в 2013-2019 годах. Почва опытного участка – чернозём типичный мощный тяжёлосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 6,8-7,2%, подвижных форм питательных элементов P_2O_5 и K_2O – высокое и повышенное, pH (KCl) – 6,5.

Схема опыта включала три севооборота при различных уровнях минерального питания и защиты агроценозов.

Схема изучаемых севооборотов представлена в таблице 1. Поля в севооборотах развёрнуты во времени. Опыт заложен в трёхкратной повторности. Площадь учётной делянки 80 м², размещение – систематическое.

В севооборотах возделывали районированные культуры. Агротехника в технологиях общепринятая для большинства сельскохозяйственных предприятий Тамбовской области.

При проведении исследований применяли общепринятые методики [9] с использованием метода дисперсионного анализа.

Метеоусловия вегетационных периодов за годы исследований различались и имели отклонения от среднееголетних показателей. Так, май-август 2013, 2014, 2018 и 2019 годов характеризовались недостаточным количеством выпавших осадков. При среднееголетней норме 204 мм, их выпало на 23,9-77,0 % меньше. В эти годы отмечался повышенный температурный режим воздуха, а величина ГТК варьировала от 0,2 до 0,7. В

2015-2017 годах за вегетационный период осадков выпало в 1,2-2,1 раза больше среднегодовое значение, среднесуточная температура воздуха превышала среднегодовую на 0,8°C, ГТК по Селянинову составил 2,0-2,4, при среднегодовой величине того показателя 1,0.

Таблица 1

Схема севооборотов в опыте (2013-2019 гг.)

Уровень интенсификации в севооборотах	Защита агроценозов	№ 1 Зернотросточно-пропашной	№ 2 Зернопаро-пропашной	№ 3 Зернопропашной
1. Без удобрений (контроль)	1*	1. Сидеральный (горчичный) пар	1. Чёрный пар	1. Занятый пар (однолетние тр.)
	2**			
2. N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	1	2. Озимая пшеница	2. Озимая пшеница	2. Озимая пшеница
	2			
3. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	3. Ячмень + мн. травы (эспарцет)	3. Кукуруза на зерно	3. Подсолнечник
	2			
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	4. Многолетние травы 1 ^{го} года	4. Ячмень	4. Ячмень
	2			
5. Подкормка микроудобр.	1	5. Многолетние травы 2 ^{го} года	5. Соя	5. Люпин
	2			
	1	6. Яровая пшеница	6. Яровая пшеница	6. Яровая пшеница
	2			
		7. Подсолнечник	7. Подсолнечник	7. Подсолнечник

Примечание: 1* – без защиты растений агроценозов

2** – протравливание семян + пестициды (гербициды, фунгициды, инсектициды) по вегетации культур севооборотов

Результаты и их обсуждение

Для оценки продуктивности различных севооборотов необходимо учитывать выход зерновых единиц. Анализ полученных экспериментальных данных в опыте свидетельствует о том, что производительность пашни зависела как от типа севооборота, так и от применяемых средств интенсификации и защиты агроценозов от вредных объектов в течение вегетации культур (табл. 2).

Таблица 2

Продуктивность севооборотов (в среднем за 2013-2019 гг.)

тыс. т/га зерновых единиц

Уровень интенсификации агрофона в севообороте	Защита агроценозов	севооборот		
		Зернотросточно-пропашной	Зернопаро-пропашной	Зернопропашной
1. без удобрений (контроль)	1*	2,57	3,50	2,86
	2**	3,20	4,45	3,21
2. N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	1	2,75	4,01	3,29
	2	3,23	4,79	3,48
3. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	2,80	4,13	3,13
	2	3,25	4,96	3,48
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	3,08	4,58	3,17
	2	3,63	5,33	3,72
5. Подкормка микроудобр.	1	2,80	4,23	3,01
	2	3,35	4,74	3,75
Среднее по вариантам		3,07	4,47	3,26

Примечание: 1* – без защиты растений агроценозов

2** – протравливание семян + пестициды (гербициды, фунгициды, инсектициды) по вегетации культур севооборотов

Так, наиболее высокие показатели по выходу продукции отмечены в зернопаропропашном севообороте: на 1 га севооборотной площади приходилось, без учёта средств интенсификации и защиты растений, 4,47 тыс. т зерновых единиц. В зернотравяно-пропашном и зернопропашном производительность пашни была меньше. Выход зерновых единиц в этих севооборотах, составил 3,07 и 3,26 тыс. т/га, что в 1,5 и 1,4 раза меньше показателей зернопаропропашного севооборота.

Максимальный выход продукции зернопаропропашного севооборота объясняется наличием парового поля, что обеспечило наиболее высокую урожайность озимой пшеницы – 4,06 т/га и последующей за ней культуры. В зернотравяно-пропашном с сидеральным (горчичным) паром и зернопропашном с занятым (однолетние травы) паром урожайность озимой пшеницы составила 2,24 и 3,88 т/га, что на 1,82 и 0,18 т/га меньше, чем в зернопаропропашном севообороте. Сидеральный и занятой пар оказались менее эффективными предшественниками для озимой пшеницы, нежели чистый пар. В зернотравяно-пропашном севообороте низкий выход продукции можно объяснить и наличием минимального количества полей, занятых зерновыми и пропашными культурами.

Применение удобрений в севооборотах положительно сказалось на повышении производительности пашни. При этом максимальный выход продукции наблюдался при уровне интенсификации агрофона составлявшего $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д. в. удобрений на га пашни. Прибавка, по сравнению с контролем без удобрений, составила в зернотравяно-пропашном севообороте – 0,51 тыс. т/га, зернопаропропашном – 1,08 и зернопропашном – 0,31 тыс. т/га зерновых единиц.

Защита растений агроценозов в севооборотах способствовала получению дополнительной продукции: в зернотравяно-пропашном севообороте 0,63 тыс. т/га, зернопаропропашном – 0,95 и зернопропашном – 0,35 тыс. т/га зерновых единиц.

Наиболее высокая производительность пашни в севооборотах достигалась при комплексном применении удобрений и средств защиты растений. При этом максимальная продуктивность севооборотов получена на варианте с уровнем удобрённости $N_{60}P_{60}K_{60}$ в комплексе с защитой культур севооборотов от вредных объектов. По сравнению с контролем (без удобрений и защиты посевов), дополнительно было получено продукции: в зернотравяно-пропашном – 1,06, зернопаропропашном – 1,83 и зернопропашном – 0,86 тыс. т/га зерновых единиц.

Заключение

Таким образом в почвенно-климатических условиях северо-восточного региона Центрального Черноземья наиболее эффективен зернопаропропашной севооборот, в котором производительность пашни, в среднем за ротацию (7 лет) составила 4,47 тыс. т/га зерновых единиц без применения удобрений и средств защиты агроценозов. Зернопропашной и зернотравяно-пропашной севообороты менее эффективны (выход зерновых единиц составил 2,86 и 2,57 тыс. т/га севооборотной площади). Для повышения производительности пашни в севооборотах эффективно применение удобрений в сочетании с защитой агроценозов. Максимальная продуктивность севооборотов достигнута при уровне интенсификации агрофона $N_{60}P_{60}K_{60}$ в комплексе с защитой агроценозов в течение вегетации: в зернопаропропашном – 5,33, в зернопропашном – 3,72 и зернотравяно-пропашном – 3,63 тыс. т/га зерновых единиц.

Литература

1. Жученко А.А. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика в современных системах земледелия // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – Спецвыпуск № 2. – С. 9-13.
2. Дудкин И.В., Дудкина Т.А. Влияние севооборотов на засорённость посевов // Земледелие. – 2013. – № 8. – С. 40-42.
3. Денисов Е.П., Солодовников А.П., Четверногов Ф.П., Тарбаев Ю.А. Влияние приёмов минимизации обработки почвы и применения гербицидов на продуктивность ячменя в Поволжье // Нива Поволжья. – 2013. – № 26. – С. 7-11.

4. Ткачук О.А., Павликова Е.В., Богомазов С.В. Севооборот как фактор повышения продуктивности пашни и сохранения плодородия почвы в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2017. – № 3 (44). – С. 74-79.
5. Лошаков В.Г. Севооборот и другие биологические факторы воспроизводства плодородия почвы // Системы использования органических удобрений и возобновление ресурсов в ландшафтном земледелии / Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 100-летию Судогодского опытного поля. В 2_х. Т. 1. – Владимир: ГНУ ВНИИОУ РАСХН. – 2013. – С. 148-159.
6. Шабалкин А.В., Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. и др. Роль севооборотов в технологических комплексах возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Центрального Черноземья // Земледелие. – 2023. – № 5. – С. 3-7. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-53-7.
7. Никитин В.В., Тютюнов С.И., Воронин А.Н. и др. Влияние севооборотов, способов обработки, удобрений на содержание гумуса в почве // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 26-28.
8. Абрамов Н. В. Производительность агроэкосистем и состояние плодородия почв в условиях Западной Сибири / – Тюмень. 2013. – 254 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. – 1995. – 351 с.

References

1. Zhuchenko A.A. Biologization, ecologization, energy conservation, economics in modern farming systems. *Bulletin of the agroindustrial complex of Stavropol*, 2015, Special issue no. 2, pp. 9-13. (in Russian)
2. Dudkin I.V., Dudkina T.A. The influence of crop rotations on the contamination of crops. *Agriculture*, 2013, no. 8, pp. 40-42. (in Russian)
3. Denisov E.P., Solodovnikov A.P., Chetvernogov F.P., Tarbkov Yu.A. The influence of techniques for minimizing tillage and the use of herbicides on barley productivity in the Volga region. *The field of the Volga region*, 2013, no. 26, pp. 7-11. (in Russian)
4. Tkachuk O. A., Pavlikova E. V., Bogomazov S. V. Crop rotation as a factor in increasing arable land productivity and preserving soil fertility in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *Niva of the Volga region*, 2017, no. 3 (44), pp. 74-79. (in Russian)
5. Loshakov V. G. Crop rotation and other biological factors of soil fertility reproduction. *Systems for the use of organic fertilizers and the renewal of resources in landscape agriculture. Collection of reports of the All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of the Sudogodsky experimental field. In 2 Volumes. Vol. 1*, Vladimir: GNU VNIIOU RAS. 2013, pp. 148-159. (in Russian)
6. Shabalkin A.V., Vorontsov V. A., Skorochkin Yu. P., et al. The role of crop rotations in technological complexes of cultivation of agricultural crops in the conditions of the Central Chernozem region. *Agriculture*. 2023, no. 5, pp. 3-7. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-53-7. (in Russian)
7. Nikitin V.V., Tyutyunov S.I., Voronin A.N. et al. The influence of crop rotations, processing methods, fertilizers on the humus content in the soil. *Agriculture*. 2015, no. 7, pp. 26-28. (in Russian)
8. Abramov N.V. Productivity of agroecosystems and the state of soil fertility in Western Siberia, Tyumen, 2013, 254 p.
9. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment. Moscow, *Agropromizdat Publ.*, 1995, 351 p. (in Russian)

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТИВНОСТИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ИНДЕКСАМ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕСТА И УРОЖАЙНОСТИ

С.В. ЛЯЩЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID:0000-0002-6790-0770,
E-mail: lyaschevasveta@yandex.ru

Т.Б. КУЛЕВАТОВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-9564-7127;
E-mail: tanjakulevatova@yandex.ru

Л.Н. ЗЛОБИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-3866-8060;
E-mail:L9172193438@yandex.ru

А.И. СЕРГЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-3697-7660;
E-mail: a.sergeeva1977@mail.ru

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЮГО-ВОСТОКА

Целью настоящей работы являлось изучение адаптивных свойств сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности и показателям реологических свойств теста (индексов миксолабограммы). В качестве экспериментального материала привлекали такие сорта, как Лютесценс 230 (Л230), Саратовская 8 (С8), Виктория 95 (В95), Губерния (Губ.), Мироновская 808 (М808), Донская безостая (Д.без.), Саратовская 90 (С90), Жемчужина Поволжья (ЖП, стандарт), Саратовская 17 (С17), Смуглянка (См), Левобережная 1 (Л1), Созвездие (Соз.), выращенные в 2019, 2020, 2021 гг. в селекционном севообороте ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов. Данные статистического анализа показали, что по урожайности к экстенсивным сортам с низкой фенотипической стабильностью можно отнести Лютесценс 230, Созвездие и Саратовскую 90. Саратовская 8, Виктория 95, Губерния, Мироновская 808, Донская безостая, Жемчужина Поволжья, Саратовская 17, Смуглянка и Левобережная 1, то есть большинство изучаемых форм показали высокую фенотипическую стабильность по данному признаку. По выраженности абсолютного значения признака «стабильность теста», характеризующего его структурно-механические свойства, а именно сопротивление прикладываемой деформации (оценка на миксолабе), все изучаемые сорта, кроме Виктории 95 и Губернии, имели высокое значение. Такие же выводы можно сделать и по показателю C_2 . Наибольшее количество энергии во время замеса поглощало тесто из зерна таких сортов, как Лютесценс 230, Мироновская 808, Левобережная 1. Статистическая обработка данных (по Хангильдину) выявила селекционную значимость сортов (ранг сорта) по изучаемым показателям качества. По «стабильности теста» были выделены три группы сортов: экстенсивные формы с низкой фенотипической стабильностью (Л230, С8, В95, С90, Губ.); интенсивные с пониженной стабильностью (М808, Д. без., Л1, См); обладающие высокой стабильностью по данному признаку (ЖП, С17, Соз.). Анализ показателя C_2 (разжижение теста) показал, что такие сорта как Л230, Губ., В95, См, М808 можно отнести к экстенсивным формам с очень низкой фенотипической стабильностью, тогда как Созвездие зарекомендовало себя как экстенсивная фенотипически высокостабильная форма. С8, С17, Д без, Л1, ЖП, С90 являются интенсивными сортами с пониженной фенотипической стабильностью. Высокой фенотипической стабильностью по показателю PA характеризуются М808, С17, Л230, Л1, Соз, причем последние три являются интенсивными. Формы с пониженной фенотипической стабильностью представлены такими сортами как В95, С90, ЖП, Губ, С8, Д.без., См, последние три являются экстенсивными в отличие от трех первых.

Ключевые слова: сорт, озимая мягкая пшеница, качество зерна, тесто, миксолаб, адаптивность.

Для цитирования: Лящева С.В., Кулеватова Т.Б., Злобина Л.Н., Сергеева А.И. Оценка параметров экологической адаптивности озимой мягкой пшеницы по индексам реологических свойств теста и урожайности. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):102-109. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-102-109

ASSESSMENT OF THE PARAMETERS OF ECOLOGICAL ADAPTABILITY OF WINTER SOFT WHEAT ACCORDING TO THE INDICES OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE DOUGH AND YIELD

S.V. Lyashcheva, T.B. Kulevatova, L.N. Zlobina, A.I. Sergeeva

FSBSI FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER OF SOUTH-EAST

Abstract: The purpose of this work was to study the adaptive properties of winter soft wheat varieties in terms of yield and rheological properties of the dough (mixolabogram indices). Varieties used as experimental material: *Lutescens* 230 (L230), *Saratovskaya* 8 (C8), *Victoria* 95 (B95), *Gubernia* (Gub.), *Mironovskaya* 808 (M808), *Donskaya bezostaya* (D.awnless), *Saratovskaya* 90 (C90), *Pearl of the Volga region* (ZHP), *Saratovskaya* 17 (C17), *Smuglyanka* (Sm), *Levoberezhnaya* 1 (L1), *Constellation* (Const.) grown in the breeding crop rotation of the FANTZ of the South-East, Saratov, harvest of three years 2019, 2020, 2021. Statistical analysis data showed that in terms of yield, extensive varieties with low phenotypic stability include *Lutescens* 230, *Constellation* and *Saratovskaya* 90. *Saratovskaya* 8, *Victoria* 95, *Gubernia*, *Mironovskaya* 808, *Donskaya bezostaya*, *Pearl of the Volga region*, *Saratovskaya* 17, *Smuglyanka* and *Levoberezhnaya* 1, that is, most of the studied forms showed high phenotypic stability on this basis. According to the severity of the absolute value of the "stability of the dough" attribute, characterizing its structural and mechanical properties, namely the resistance to applied deformation (evaluation on a mixolab), all studied varieties, except *Victoria* 95 and *Gubernia*, had a high value. The same conclusions can be drawn from the C_2 indicator. The greatest amount of energy during kneading was absorbed by dough from grains of such varieties as *Lutescens* 230, *Mironovskaya* 808, *Levoberezhnaya* 1. Statistical data processing (according to Hangildin) revealed the breeding significance of varieties (variety grade) according to the studied quality indicators. According to the "stability of the dough", three groups of varieties were identified: extensive forms with low phenotypic stability (L230, C8, B95, C90, Gub.); intensive with reduced stability (M808, D. awnless, L1, Sm); having high stability on this basis (ZHP, C17, Const.) The analysis of the C_2 index (dilution of the dough) showed that such varieties as L230, Gub., B95, Sm, M808 can be attributed to extensive forms with very low phenotypic stability, whereas *Constellation* has established itself as an extensive phenotypically highly stable form. C8, C17, D. awnless, L1, ZHP, C90 are intensive varieties with reduced phenotypic stability. High phenotypic stability in terms of RA is characterized by M808, C17, L230, L1, Const., and the last three are intense. Forms with reduced phenotypic stability are represented by such varieties as B95, C90, ZHP, Gub., C8, D. awnless, Sm, the last three are extensive in contrast to the first three.

Keywords: variety, winter soft wheat, grain quality, dough, mixolab, adaptability.

Введение

Увеличение производства зерна пшеницы и повышения его качества в значительной мере связано с достижениями селекции. Следующий этап создания высокоурожайных сортов с повышенным содержанием белка и клейковины основывается на реализации их экологической пластичности и способности более эффективно использовать почвенно-климатический потенциал регионов возделывания [1, 2, 3]. Расширение посевных площадей озимой мягкой пшеницы сопровождается внедрением в производство новых сортов, адаптивные свойства которых требуют тщательной оценки, поэтому в селекционных центрах ежегодно проводится всесторонний анализ показателей качества зерна как традиционными, так и нетрадиционными методами [4, 5, 6]. Необходима постоянная оптимизация подбора

исходного материала на основе изучения адаптивности вовлекаемых в гибридизацию форм. Селекция на качество сдерживается слабой изученностью природы сложных признаков, высокой фенотипической изменчивостью контролируемых показателей и низкой эффективностью отбора по ним. Выделение лучших генотипов по качеству происходит в определенной среде; стабильность формирования признака в иных экологических условиях предопределяет востребованность сорта [7, 8, 9]. Таким образом, изучение реакции генотипа на воздействие разнообразных факторов позволяет решить задачу дальнейшего повышения продуктивности сортов в сочетании с формированием высокого качества урожая [10, 11].

Известно, что характеристики (упругость, эластичность, растяжимость) белкового комплекса зерна (клейковина) предопределяют в значительной степени питательные достоинства пшеничного хлеба. На количественной выраженности признака упругости клейковины, оцениваемой с помощью прибора ИДК (измеритель деформации клейковины) основывается классификация пшеницы по категориям. При этом характеристики эластичности и растяжимости клейковины не учитываются, с чем и связана необходимость проведения дополнительных исследований реологических свойств теста. Это позволяет ученым выявлять более эффективно линии с высокими показателями качества, а в производстве рациональнее использовать выращенное сельхозпроизводителями зерно [12]. В последние годы в ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» оценка реологических свойств теста (обводнённого коллоидного комплекса, обладающего внутренней структурой и непрерывно изменяющимися физико-химическими свойствами) проводится на приборе миксолаб (Франция), что позволяет оценивать сразу девять индексов качества в одном образце муки и характеризовать как белково-протеиназный, так и углеводно-амилазные комплексы зерна. На данном приборе изучают структурно-механические (реологические) свойства теста, которые характеризуют поведение продукта в условиях напряженно-деформированного состояния и позволяют связать между собой в виде математических зависимостей нагрузку и деформацию, и их производные во времени [6].

Цель работы – изучение адаптивных свойств озимой мягкой пшеницы по показателям реологических свойств теста (индексов миксолабограммы) и урожайности.

Материал и методика исследования

В качестве экспериментального материала для изучения показателей реологических свойств теста привлекали такие сорта, как Лютесценс 230 (Л230), Саратовская 8 (С8), Виктория 95 (В95), Губерния (Губ.), Мироновская 808 (М808), Донская безостая (Д.без.), Саратовская 90 (С90), Жемчужина Поволжья (ЖП), Саратовская 17 (С17), Смуглянка (См), Левобережная 1 (Л1), Созвездие (Соз.), выращенные в селекционном севообороте ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, урожая трех лет 2019, 2020, 2021 гг. Предшественник – черный пар. Площадь делянки конкурсного сортоиспытания – 20 м². Климат - умеренно-континентальный, почва – чернозем южный маломощный. Для анализа урожайности вышеперечисленные формы анализировали в течение 5 лет: 2011, 2012, 2013, 2019, 2020 гг.

Изучались такие показатели реологических свойств теста как «стабильность» (мин); энергия, поглощенная тестом во время замеса (РА, Вт*ч/кг); точка экстремума миксолабограммы – С₂ (н*м). Эксперимент проводили в протоколе «Chopin +» прибора миксолаб (Франция) по ГОСТ ISO 17718-2015 Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. Пластичность и стабильность оценивали по результатам статистического анализа данных соответственно по коэффициенту линейной регрессии (b₁), дисперсии стабильности (S²d_i) [13, 14]. О дифференцирующей способности судили по коэффициенту вариации CV (%). Экспериментальные данные подвергали однофакторному дисперсионному анализу для выявления значимости различий признаков.

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы в годы проведения экспериментов были различными (табл. 1, 2).

Таблица 1

Количество осадков весенне-летнего периода 2019-2021 гг. в сравнении с многолетними данными

Год	Май		Июнь		Июль	
	мм	Процент (%) от средне-многолетних значений	мм	Процент (%) от средне-многолетних значений	мм	Процент (%) от средне-многолетних значений
2019	34,3	80,0	21,0	47,0	49,9	98,0
2020	48,0	120,0	81,0	180,0	5,0	10,0
2021	38,2	88,8	75,0	168,0	45,3	88,8

Это в первую очередь касается влагообеспеченности: выше процента от нормы выпало осадков в мае 2020 г и июне 2020, 2021 гг. Что касается мая 2019, 2021 гг. и июня 2019 г., то в этот период осадков было меньше по сравнению со среднемноголетними значениями. Температура всей вегетации озимой мягкой пшеницы во все годы исследования превышала среднемноголетние значения. Известно, что в условиях Поволжья основной лимитирующий фактор формирования зерна озимой мягкой пшеницы высокого качества – это количество осадков в период вегетации и равномерность их распределения [5].

Таблица 2

Температура воздуха за период весна-лето 2019-2021 гг. в сравнении с многолетними данными

Год	Май			Июнь			Июль		
	T ⁰ C	Процент (%) от средне-много-летних значений	ГТК	T ⁰ C	Процент (%) от средне-много-летних значений	ГТК	T ⁰ C	Процент (%) от средне-много-летних значений	ГТК
2019	18,5	123,0	0,6	22,8	109,6	0,3	21,4	103,3	0,8
2020	14,9	99,3	1,1	20,2	104,1	1,3	24,4	114,0	0,1
2021	18,8	125,3	0,7	21,8	112,4	1,1	24,4	114,0	0,6

Вариабельность признака урожайности за годы исследования (2011-2021) составила 0,33-6,04 т/га. Наиболее низкие показатели по абсолютному значению наблюдались в более засушливых условиях 2011, 2012 гг.; наиболее высокие в 2013, 2017, 2019, 2020, 2021 гг. (табл. 3).

Данные статистической обработки данных показали, что по урожайности к экстенсивным сортам с низкой фенотипической стабильностью можно отнести такие сорта как Лютесценс 230, Созвездие и Саратовскую 90. Саратовская 8, Виктория 95, Губерния, Мироновская 808, Донская безостая, Жемчужина Поволжья, Саратовская 17, Смуглянка и Левобережная 1, то есть большинство изучаемых сортов показали высокую фенотипическую стабильность по данному признаку (табл. 4).

Таблица 3

Урожайность сортов озимой пшеницы (т/га)

N п/п	Название сорта	Год урожая							
		2011	2012	2013	2017	2019	2020	2021	$\bar{X}$
1.	Лютесценс 230	1,25	1,40	2,72	2,09	3,43	2,87	2,70	2,33
2.	Саратовская 8	0,71	1,56	2,79	4,92	2,94	3,76	3,78	2,35
3.	Виктория 95	0,77	1,96	4,15	5,60	3,36	2,49	3,20	2,55
4.	Губерния	0,83	1,65	4,28	5,69	3,29	3,47	4,02	2,70
5.	Мироновская 808	1,17	1,76	3,71	4,94	3,28	3,58	3,81	2,70

Продолжение таблицы 3									
6.	Донская безостая	0,33	2,09	2,68	5,18	2,44	3,23	3,36	2,15
7.	Саратовская 90	0,57	0,65	3,49	5,66	2,76	3,93	3,51	2,28
8.	Жемчужина Поволжья, st	0,51	1,50	2,84	5,59	3,88	4,02	4,21	2,55
9.	Саратовская 17	0,80	1,92	3,73	5,71	3,46	3,71	3,18	2,72
10.	Смуглянка	1,05	2,29	3,63	4,82	3,82	4,13	3,00	2,98
11.	Левобережная 1	0,68	1,71	2,48	5,22	2,86	3,79	3,50	2,30
12.	Созвездие	0,58	1,99	3,76	6,04	3,38	3,74	4,10	2,69
F		7,037*	9,589*	2,968*	13,35*	5,679*	3,264*	14,624*	1,915*
НСР		0,420	0,347	0,747	0,793	0,419	0,858	0,362	0,577

Примечание. * - Значимо на 5% уровне. То же в таблице 5.

Таблица 4

**Пластичность, стабильность и коэффициент вариации сортов по урожайности,
2011-2021 гг.**

№ п/п	Название сорта	X	b_i	$S^2 d_i$	CV, %
1.	Лютесценс 230	2,34	0,39	26,4	15,0
2.	Саратовская 8	2,88	0,99	8,64	26,8
3.	Виктория 95	2,98	1,07	18,54	22,3
4.	Губерния	3,13	1,15	11,05	15,3
5.	Мироновская 808	2,99	0,92	7,04	22,5
6.	Донская безостая	2,67	0,98	13,97	20,1
7.	Саратовская 90	2,92	1,26	13,14	15,1
8.	Жемчужина Поволжья, st	3,14	1,19	10,77	29,8
9.	Саратовская 17	3,24	1,09	6,40	12,8
10.	Смуглянка	3,31	0,87	9,57	26,6
11.	Левобережная 1	2,79	0,89	11,76	12,1
12.	Созвездие	3,21	1,21	6,61	14,3
F		2,998*	-	-	-
НСР		0,453	-	-	-

Примечание. $S^2 d_i$ – среднее квадратическое отклонение от линии регрессии (варианса стабильности); b_i – коэффициент линейной регрессии. CV – коэффициент сортовой вариации. То же в таблице 6.

Реализуя оценку селекционного материала на качество, изучают значительное количество признаков, это вызвано тем, что показатели очень гетерогенны по своей природе и на них при формировании зерна оказывает влияние большое количество природных факторов. Изучение качества зерна по реологическим свойствам теста несет информацию, как о белково-протеиназном комплексе («стабильность теста» и C_2 – точка экстремума миксолабограммы, характеризующая разжижение теста); так и об углеводно-амилазном («энергия, поглощенная тестом во время замеса (РА)). По выраженности абсолютного значения признака «стабильность теста», характеризующего его структурно-механические свойства, а именно сопротивление прилагаемой деформации, все изучаемые сорта, кроме Виктории 95 и Губернии, имели высокое значение (табл. 5). Такие же выводы можно сделать и по показателю C_2 . Наибольшее количество энергии во время замеса поглощало тесто из зерна таких сортов, как Лютесценс 230, Мироновская 808, Левобережная 1. Статистическая обработка данных (по Хангильдину) выявила селекционную значимость сортов (ранг сорта) по изучаемым показателям качества (табл. 5).

Таблица 5

Средние значения ($\bar{X}$) по годам (2019, 2020, 2021) показателей реологических свойств теста, значимость их различий, сортовая вариация и селекционная значимость

Нп/п	Название сорта	Стабильность теста (мин)	CV, %	C ₂ (н*м)	CV, %	РА (Вт*ч/кг)	CV, %	Ранг сорта
1.	Лютесценс 230	7,87	15,0	0,46	8,7	162,84	0,0	4
2.	Саратовская 8	8,56	26,8	0,49	11,2	154,93	18,9	6
3.	Виктория 95	3,64	22,3	0,39	8,0	127,82	11,9	11
4.	Губерния	3,54	15,3	0,39	5,3	128,88	18,9	10
5.	Мироновская 808	8,51	22,5	0,46	6,1	160,64	12,1	3
6.	Донская безостая	9,64	20,1	0,48	18,4	135,67	12,9	7
7.	Саратовская 90	9,06	15,1	0,48	13,0	150,69	20,4	5
8.	Жемчужина Поволжья, st	8,12	29,8	0,48	15,5	150,33	17,1	2
9.	Саратовская 17	9,39	12,8	0,47	14,3	151,58	16,4	1
10.	Смуглянка	7,75	26,6	0,42	11,6	137,76	16,1	9
11.	Левобережная 1	9,93	12,1	0,52	11,2	160,12	9,8	8
12.	Созвездие	9,89	14,3	0,52	8,7	170,83	12,8	1
F		15,307*	-	6,058*	-	4,560*	-	-
НСР		1,58	-	0,05	-	18,38	-	-

Каждый из изучаемых признаков несет свою индивидуальную, очень ценную информацию о качестве зерна, муки и теста. По «стабильности теста» (показатель миксолаба) были выделены три группы сортов: экстенсивные формы с низкой фенотипической стабильностью (Л230, С8, В95, С90, Губ.); интенсивные с пониженной стабильностью (М808, Д. без., Л1, См); обладающие высокой стабильностью по данному признаку (ЖП, С17, Соз.) (табл. 6).

Если анализировать показатель разжижения теста C_2 , то такие сорта как Л230, Губ., В95, См, М808 можно отнести к экстенсивным формам с очень низкой фенотипической стабильностью, тогда как Созвездие зарекомендовало себя как экстенсивная фенотипически высокостабильная форма. С8, С17, Д без, Л1, ЖП, С90 являются интенсивными сортами с пониженной фенотипической стабильностью (табл.6). Высокой фенотипической стабильностью по показателю РА характеризуются М808, С17, Л230, Л1, Соз, причем последние три являются интенсивными. Формы с пониженной фенотипической стабильностью представлены такими сортами как В95, С90, ЖП, Губ, С8, Д.без., См, последние три являются экстенсивными в отличие от трех первых.

Таблица 6

Экологическая пластичность и стабильность сортов по признакам качества

Нп/п	Название сорта	Стабильность теста, мин		РА, (Вт*ч/кг)		C ₂ , (н*м)	
		b _i	S ² d _i	b _i	S ² d _i	b _i	S ² d _i
1.	Лютесценс 230	0,35	14,34	1,14	14,17	-0,24	8,46
2.	Саратовская 8	0,67	25,68	0,36	11,19	1,25	6,74
3.	Виктория 95	0,25	21,29	1,25	7,37	0,6	5,89
4.	Губерния	0,34	12,20	1,21	8,80	0,36	4,23
5.	Мироновская 808	1,30	16,93	1,07	2,30	0,57	4,21
6.	Донская безостая	1,73	10,15	0,58	10,42	2,09	10,32
7.	Саратовская 90	0,64	13,46	1,20	14,74	1,67	4,45
8.	Жемчужина Поволжья, st	1,97	18,32	1,18	9,81	1,65	9,45
9.	Саратовская 17	0,95	8,22	1,31	5,67	1,42	9,51
10.	Смуглянка	1,73	15,59	0,7	13,28	0,33	11,23
11.	Левобережная 1	1,01	7,04	0,82	3,66	1,44	5,46
12.	Созвездие	1,07	9,82	1,15	4,52	0,85	6,49

Заключение

Выявлена информативность показателя урожайности у 12 сортов озимой пшеницы. Статистическим методом установлена значимость различий и сортовая вариация как урожайности, так и показателей реологических свойств теста, таких как «стабильность», S_2 , РА. Генотипические различия подтверждаются на 5%-ном уровне значимости F-критерия. Это свидетельствует о том, что данные показатели несут достоверную информацию в селекционном процессе на качество озимой пшеницы. Наиболее высокий (ранг 1) селекционной значимости имели 2 сорта: Саратовская 17 и Созвездие. Неплохо проявили себя Жемчужина Поволжья и Мироновская 808 (ранги 2, 3). Селекционная ценность по показателям качества оставляет желать лучшего у Смуглянки, Виктории 95 и Губернии, соответственно ранги 9, 10, 11. Степень пластичности и стабильности была выявлена у всех изучаемых сортообразцов как по урожайности, так и по показателям качества зерна озимой мягкой пшеницы.

Литература

1. Конькова Э.А., Лящева С.В., Сергеева А.И. Скрининг мировой коллекции озимой мягкой пшеницы по устойчивости к листовым болезням в условиях Нижнего Поволжья // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 14 (2). – С. 36-40. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-36-40.
2. Волкова Л.В. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности и адаптивным свойствам // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 4 (59). – С.19-23. DOI: 10.25750.
3. ИONOва Е.В., Лиховидова В.А., Газе В.Л. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортоиспытания // Зерновое хозяйство России. – 2021. – №1 (73). – С.3-7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7.
4. Безуглая Т.С., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Иванисова А.С., Кабанова Н.В., Копусь М.М. Перспективные сорта пшеницы твердой озимой и их семеноводство // Зерновое хозяйство России. – 2022. - № 14 (2). - С. 17-23. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-17-23.
5. Сайфуллин Р.Г. К анализу понятия селекции сельскохозяйственных растений на основе саратовского опыта // Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратовский государственный университет им. Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 142-144.
6. Кулеватова Т.Б., Андреева Л.В., Злобина Л.Н. Современный метод тестирования технологических свойств зерна и муки // VII Международная научно-практическая конференция «Достижения высшей школы-2011», 17-25 ноября, – 2011. – № 26. Сельское хозяйство, – С.59-61.
7. Бебякин В.М., Кедрова Л.И., Кулеватова Т.Б. Адаптивность: методические подходы, методы и критерии ее оценки // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. – №7. – С. 4-9.
8. Прянишников А.И., Савченко И.В. Алгоритмы селекционных программ на адаптивность // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С.24-33.
9. Прянишников А.И. Экологические основы адаптивной селекции озимой пшеницы на Юго-Востоке: Саратов. – 2016. – 115 с.
10. Волкова Л.В., Щенникова И.Н. Сравнительная оценка методов расчета адаптивных реакций зерновых культур // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – №3. – С. 140-146. DOI:10.25750/1995-4301-2020-3-140-146.
11. Некрасов Е.И., Марченко Д.М., Иванисов М.М. Оценка адаптивных сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 14 (2). – С.54-58. DOI:10.31367/2079-8725-2022-79-1-11-16.
12. Мелешкина Е.П., Коломиец С.Н., Жильцова Н.С., Бундина О.И. Современная оценка хлебопекарных свойств российской пшеницы // Вестник ВГУИТ. – 2021. – Т.83. – №1. – С.155-162. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162.
13. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop.Sci. - 1966. - Vol.6. - №1.- p.36-40.
14. Мартынов С.П. Генетические и фенологические методы совершенствования селекционного процесса самоопыляющихся культур. // Автореферат. дисс. на соискание ученой степени доктора биол.наук. Новосибирск, – 1990. – 34 с.

References

1. Kon'kova E.A., Lyashcheva S.V., Sergeeva A.I. Skrining mirovoj kollekcii ozimoy myagkoj pshenicy po ustojchivosti k listostebel'nyh boleznyam v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Screening of the world collection of winter soft wheat for resistance to leaf-stem diseases in the conditions of the Lower Volga region] // *Zernovoe khozyajstvo Rossii - Grain farming in Russia*. 2022, no. 14(2), pp. 36-40. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-36-40. (in Russ.).
2. Volkova L.V. Ocenka sortov yarovoj myagkoj pshenicy po urozhajnosti i adaptivnym svojstvam [Evaluation of spring soft wheat varieties by yield and adaptive properties] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka - Agricultural science of the Euro-North-East*. 2017, no. 4(59), pp.19-23. DOI:10.25750/1995-4301-2020-3-140-146.(in Russ.).
3. Ionova E.V., Lihovidova V.A., Gaze V.L. Izmenenie mekhanizmov adaptivnosti i urozhajnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy v zasushlivykh usloviyah po etapam sortosmeny [Changes in the mechanisms of adaptability and yield of winter soft wheat varieties in arid conditions by stages of variety change] // *Zernovoe khozyajstvo Rossii - Grain farming in Russia*. 2021, no. 1(73), pp.3-7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7. (in Russ.).
4. Bezuglaya T.S., Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Ivanisova A.S., Kabanova N.V., Kopus' M.M. Perspektivnye sorta pshenicy tverdoj ozimoy i ih semenovodstvo [Promising varieties of hard winter wheat and their seed production] // *Zernovoe khozyajstvo Rossii - Grain farming in Russia*. 2022, no. 14(2), pp. 17-23. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-17-23. (in Russ.).
5. Sajfullin R.G. K analizu ponyatiya selekcii sel'skoxozyajstvennykh rastenij na osnove saratovskogo opyta [To analyze the concept of agricultural plant breeding based on the Saratov experience] // Collection of articles of the intern. sci. and practical conference dedicated to the 129th anniversary of the birth of Academician N.I. Vavilov. Vavilov Saratov State University Publ., 2016, pp. 142-144. (in Russ.).
6. Kulevatova T.B., Andreeva L.V., Zlobina L.N. Sovremennyy metod testirovaniya tekhnologicheskikh svojstv zerna i muki [Modern method of testing technological properties of grain and flour] // VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Dostizheniya vysshej shkoly-2011», 17-25 noyabrya, 2011. 26. Sel'skoe hozyajstvo. [VII International Scientific and Practical Conference "Achievements of Higher education-2011", November 17-25], 2011, no. 26. Agriculture. pp.59-61.(in Russ.).
7. Bebyakin V.M., Kedrova L.I., Kulevatova T.B. Adaptivnost': metodicheskie podhody, metody i kriterii ee ocenki [Adaptability: methodological approaches, methods and criteria for its assessment] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka - Agrarian science of the Euro-North-East*. 2005, no. 7, pp.4-9. (in Russ.).
8. Pryanishnikov A.I., Savchenko I.V. Algoritmy selekcionnykh program na adaptivnost' [Algorithms of selection programs for adaptability] // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2017, no 4(24), pp.24-33. (in Russ.).
9. Pryanishnikov A.I. Ekologicheskie osnovy adaptivnoj selekcii ozimoy pshenicy na Yugo-Vostoke [Ecological foundations of adaptive breeding of winter wheat in the South-East] Saratov. 2016, 115 p. (in Russ.).
10. Volkova L.V., Shchennikova I.N. Sravnitel'naya ocenka metodov rascheta adaptivnykh reakcij zernovykh kul'tur [Comparative evaluation of methods for calculating adaptive reactions of grain crops] // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya - Theoretical and applied ecology*. 2020, no. 3, pp.140-146. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146.(in Russ.).
11. Nekrasov E.I., Marchenko D.M., Ivanisov M.M. Ocenka adaptivnykh sortov ozimoy myagkoj pshenicy selekcii FGBNU «ANC «Donskoj» [Assessment of adaptive varieties of winter soft wheat of the selection of FGBNU "ANC "Donskoy"] // *Zernovoe khozyajstvo Rossii - Grain farming in Russia*. 2022, no. 14(2), pp.54-58. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-11-16. (in Russ.).
12. Meleshkina E.P., Kolomic S.N., Zhil'cova N.S., Bundina O.I. Sovremennaya ocenka hlebopekarnykh svojstv rossijskoj pshenicy [Modern assessment of bakery products of Russian wheat] // *Vestnik VGUIT*. 2021, 83 (1), pp. 155-162. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162. (in Russ.).
13. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // *crop.Sci*. 1966. Vol.6, no1, pp.36-40.
14. Martynov S.P. Geneticheskie i fenologicheskie metody sovershenstvovaniya selekcionnogo processa samoopylyayushchihsya kul'tur [Genetic and phenological methods of improving the breeding process of self-pollinating crops] // Dr. biol. sci. diss. Novosibirsk. 1990, 34 p. (in Russ.).

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И АГРОТЕХНИКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ВИГНЫ В УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. МИРОШНИЧЕНКО, ORCID ID: 0000-0002-3171-4968

E-mail: aos_vir@mail.ru

И.Н. ПЕРЧУК, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-6568-5248

E-mail: i.perchuk@vir.nw.ru

Т.А. НЕСТЕРОВА, E-mail: aos_vir@mail.ru

М.О. БУРЛЯЕВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-3708-2594

E-mail: m.burlyaeva@vir.nw.ru

ФГБНУ ФИЦ ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА (ВИР)

В условиях Астраханской обл. зернобобовые культуры возделываются на незначительных территориях и представлены небольшим числом видов. Вигна относится к однолетним бобовым растениям из трибы фасолиевых (Phaseoleae DC). Она ценится за высокую продуктивность и питательность семян, бобов и зеленой массы, за способность расти в засушливых условиях, за жароустойчивость и нетребовательность к плодородию почвы. В настоящее время рекомендаций по выращиванию вигны в Астраханской обл. не существует. В связи с этим целью нашего исследования стала разработка наиболее эффективной схемы посева вигны, которая смогла бы обеспечить наибольший урожай и лучшее качество семян в почвенно-климатических условиях этого региона. На Астраханской опытной станции филиале ВИР в 2019-2021 гг. проведено изучение 67 образцов вигны из коллекции ВИР по фенологическим, хозяйственно ценным признакам и содержанию белка в семенах. Одновременно оценивали влияние генотипа, погодных условий и схемы посева (ширины междурядий) на анализируемые характеристики. Показатели продуктивности семян с растения варьировали от 17,5 г до 69,1 г, достигая у некоторых образцов 198,5 г, длительность вегетационного периода – от 59 до 83,1 дня, содержание белка в семенах – от 21,0 до 30,6%. Проведенный статистический анализ выявил различную степень влияния генотипа и условий выращивания на изменчивость показателей практически всех признаков. Установлено, что погода наиболее сильно влияет на длину растения и продуктивность, генотип – на массу 1000 семян и длину боба, совместное воздействие этих факторов – на содержание белка в семенах. От ширины междурядий достоверно зависят длина вегетационного периода, длительность цветения и продуктивность семян с растения. В результате проведенных опытов установлено, что наилучшим способом посева вигны, обеспечивающий наибольший урожай и лучшее качество семян в условиях Астраханской обл. является схема посева 140 × 10 см.

Ключевые слова: *Vigna unguiculata*, продуктивность семян, вегетационный период, содержание белка в семенах, аридная зона, Астраханская область.

Для цитирования: Мирошниченко Е.В., Перчук И.Н., Нестерова Т.А., Бурляева М.О. Влияние погодных условий и агротехники на продуктивность и качество семян вигны в условиях Астраханской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):110-119. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-110-119

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS AND AGROTECHNICS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF VIGNA SEEDS IN THE ASTRAKHAN REGION

E.V. Miroshnichenko, I.N. Perchuk, T.A. Nesterova, M.O. Burlyaeva

FRC N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES (VIR)

Abstract: Leguminous crops which are cultivated in minor areas in the conditions of the Astrakhan region represented by a small number of species. Cowpea belongs to the annual legumes of the bean tribe (*Phaseoleae* DC). It is valued for its high productivity and nutritional value of seeds, pods and green mass, for its ability to grow in dry conditions, for its heat resistance and undemandingness to soil fertility. Currently, there are no recommendations for growing cowpeas in the Astrakhan region. In this regard, the goal of our research was to develop the most effective scheme for cowpea sowing which could provide the largest yield and the best quality of seeds in the local soil and climatic conditions. At the Astrakhan experimental station, a branch of VIR, in 2019-2021, 67 cowpea accessions from the VIR collection were studied by phenological, economically valuable characteristics and seed protein content. The seed productivity per plant ranged from 17.5 g to 69.1 g, reaching 198.5 g in some accessions, the duration of the growing season was from 59 to 83.1 days, the seed protein content was from 21.0 to 30.6%. At the same time, the influence of the genotype of the accession, weather conditions and the sowing scheme - row spacing - on phenological, economically valuable characters and seed protein content was evaluated. The conducted statistical analysis revealed a different degree of influence of the genotype and growing conditions on the value variability of almost all of the studied traits. It is established that the weather most strongly affects the plant's length and productivity, genotype - on the weight of 1000 seeds and the bean length, and the combined effect of these factors - on the seed protein content. The growing season duration, the flowering period and the seed productivity per plant depend significantly on the distance between the rows. As a result of the experiments, it was established that the best way for cowpea sowing, providing the highest yield and the best quality of seeds in the conditions of the Astrakhan region is a sowing pattern of 140 × 10 cm.

Keywords: *Vigna unguiculata*, productivity seeds, period of vegetation, protein content in seeds, arid zone, Astrakhan region.

Введение

В условиях Астраханской обл. зернобобовые культуры возделываются на очень ограниченных территориях и представлены небольшим числом видов, такими как фасоль, нут, иногда горох. Фасоль плохо переносит жару и недостаточно засухоустойчива, имеет вегетативную массу непригодную для использования в животноводстве, т.к. плохо поедается животными. Горох в аридной зоне нижнего Поволжья имеет низкую урожайность. Нут отличается большей продуктивностью, чем фасоль, но надземная часть растений также не годится для кормления скота. Поэтому поиск и введение в земледелие области новых высокоурожайных, устойчивых к высоким температурам и низкой влажности воздуха, ценных в пищевом и кормовом отношении зернобобовых культур имеет большое хозяйственное значение.

Вигна, коровий горох (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) - однолетнее бобовое растение, широко распространенное в мире, особенно в странах с тропическим и субтропическим климатом. Культура ценится за высокую продуктивность и питательность семян, бобов и зеленой массы, способность расти в засушливых условиях, жароустойчивость (Hall, 2004), нетребовательность к плодородию почвы и способность переносить засоление [1, 2]. В странах, где традиционно возделывают культуру, в пищу употребляют не только семена и зеленые (овощные) бобы, но и зеленые молодые побеги и листочки. Содержание белка в семенах вигны, выращенных в Астраханской обл., по нашим данным колеблется от 20,6 до 31,7%, а в бобах в стадии технической спелости может достигать 33,5%. При изучении культуры в Саратовской обл. было выявлено, что в зеленой массе вигны накапливается от 16,0 до 22,0% белка [3]. По литературным данным зеленая масса хорошо поедается овцами, свиньями и коровами, как в свежем виде, так и в виде сена. В США поля с посевами вигны после сбора семян и овощных бобов используют для выпаса крупного рогатого [2, 4]. Кроме того, вигна широко применяется в различных системах земледелия для восстановления плодородия почвы и в качестве сидеральной культуры.

В последние годы из-за резкой аридизации климата в Астраханской обл. и нерегулируемого роста поголовья животных стало не хватать запасов кормов на естественных сенокосах и пастбищах. Поэтому в регионе стали расширять площади

кормовых угодий за счет посева трав на орошение [5]. Наше многолетнее изучение вигны при орошении на опытных полях ВИР на Астраханской опытной станции показало хорошие результаты: урожайность семян у лучших сортов достигала в среднем 1,9-1,7 т/га, бобов – 16,1-28,2 т/га [6]. В степной зоне Саратовской обл. на богаре урожайность надземной биомассы вигны составляла около 10,0 т/га, в Краснодарском крае – 16,0-20,0 т/га [3]. Эти данные свидетельствуют о том, что вигна может успешно выращиваться в Нижнем Поволжье как пищевая, так и кормовая культура. На настоящий момент рекомендаций по возделыванию этой ценной культуры в Астраханской обл. не существует.

Цель исследования – разработка наиболее эффективной схемы посева вигны, которая обеспечит наибольший урожай и лучшее качество семян в почвенно-климатических условиях Астраханской обл.

В ходе изучения решались следующие задачи: – анализ влияния ширины междурядий на показатели фенологических и хозяйственно ценных признаков, содержание белка в семенах; – оценка воздействия погодных условий и генотипа на варьирование этих же характеристик.

Материал и методы исследований

Материалом для исследования послужили 67 образцов вигны из мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). В выборку были включены скороспелые и среднеспелые образцы из стран Африки (31), Южной Америки (10), Европы (8) и Азии (15), из них 3 сорта селекции ВИР. Образцы были представлены сортами овощного, зернового и кормового направления использования и различались по морфологическим и хозяйственно ценным признакам.

Опыты проводились на Астраханской опытной станции – филиале ВИР (АОС ВИР), расположенной в зоне закаспийских пустынь и дельты Волги (Астраханская обл.) в 2019-2021 гг. Почвы на опытном поле были аллювиально-луговые, тяжелосуглинистые, слабозасоленные (тип засоления хлоридно-сульфатный), слабозакисленные и с небольшим содержанием гумуса. Климат Астраханской области относится к засушливым и резко континентальным. По среднемноголетним данным характеризуется суммой активных температур выше 10°C – 3600-3800°C, суммой осадков за период активной вегетации – 140 мм (Weather and climate, 2023). Погодные условия в годы изучения характеризовались контрастными условиями (рис. 1). Сумма активных температур в 2019 г. равнялась 3501°C, в 2020 г. – 3460°C, в 2021 г. – 3785°C. Сумма осадков в период с апреля по август в 2019 г. составила 60 мм, в 2020 г. – 120 мм, в 2021 г. – 65 мм.

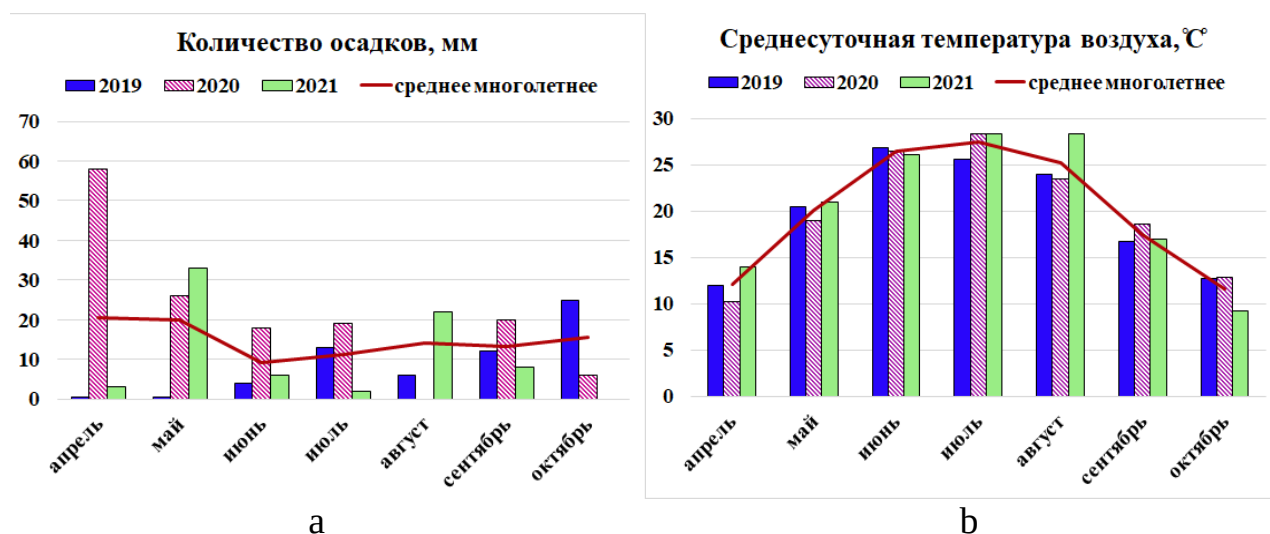


Рис. 1. Погодные условия в годы исследований, Астраханская область а – среднесуточная температура воздуха, б – количество осадков, выпавших за вегетационный период

Подготовка почвы была проведена по рекомендациям для возделывания овощных пропашных культур в Астраханской области. Образцы выращивали в двух повторностях на делянках с разной шириной междурядий 70 и 140 см по схемам: 140 × 10 см (площадь делянки 8,4 м²) и 70 × 10 см (площадь делянки 4,2 м²). Сеяли вручную в первой декаде мая. Орошение велось с помощью системы капельного полива с шагом эмиттера 20 см.

Оценку образцов осуществляли по «Международному классификатору видов рода *Vigna Savi*» [7]. Анализировали длину вегетационного периода и межфазных периодов, продуктивность семян с растения, содержание белка в семенах, массу 1000 семян, число бобов с растения, длину и ширину боба, длину растения.

Содержание белка в семенах определяли по методу Кьельдаля на приборе KjeltakTM2200 (Швеция) по А.И. Ермакову (1987).

Достоверность влияния ширины междурядий, генотипа, погодных условий, и их взаимодействий на исследованные признаки устанавливали, используя однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Долю влияния фактора (η^2 , %) по Фишеру вычисляли по формуле (1) [8].

$$\eta^2 = \frac{SS_{\text{фактора}}}{SS_{\text{общая}}} \times 100\%; (1)$$

где: η^2 , % – доля влияния фактора, $SS_{\text{фактора}}$ – факторная сумма квадратов отклонений, $SS_{\text{общая}}$ – общая сумма квадратов отклонений.

Результаты и их обсуждение

Изучение 67 образцов вигны в Астраханской области показало, что все сорта не зависимо от направления использования (зерновые, овощные и кормовые) хорошо переносят аридные условия региона. Продуктивность семян в разные годы по средним показателям колебалась от 17,5 г до 69,1 г с растения, достигая у некоторых образцов 187 г (к-1907, Бенин), 198,5 г (к-2027, Аргентина). Масса 1000 семян варьировала по средним показателям от 133 г до 134 г, длительность вегетационного периода (в.п.) – от 75,1 до 83,1 дня (дн.). Некоторые образцы имели длину в.п. 59-61 дн. (к-1782, Танзания; сорта селекции ВИР: к-2058, с. Астраханская красавица; к-2059, с. Жемчужина Каспия; и-0160531, Каспийская заря). Самая высокая средняя продуктивность наблюдалась в 2020 г. (69,1 г), немного ниже – в 2019 г. (68,0 г), низкая – в 2021 г. (17,5 г). Наиболее короткий период от всходов до созревания по средним показателям был отмечен в 2021 г. (75,1 дн.), в 2019-2020 гг. он составил 83,1 дн. Содержание белка в семенах во все годы колебалось от 21,0 до 30,6%. Ширина междурядий значительно не влияла на средние показатели большинства фенологических признаков, на число бобов на растение, на длину и ширину боба, на массу 1000 семян и на содержание белка в семенах (табл. 1). Однако, наблюдалась разница между растениями, выращенными на делянках с разной шириной междурядий, по длительности периодов «всходы – начало созревания» и «всходы – конец созревания», а также по продуктивности семян с растения. Растения на широких междурядьях (1,4 м), имели более короткий период вегетации и более высокую продуктивность, чем на узких (0,7 м).

Однофакторный дисперсионный анализ показал достоверную зависимость продуктивности ($F_{(1;390)}=7,59$, $p=0,006$) и длительности периодов: «начало – конец цветения» ($F_{(1;390)}=13,80$, $p=0,0002$), «всходы – конец созревания» ($F_{(1;390)}=5,09$, $p=0,0025$) от ширины междурядий. Доля влияния этого фактора на перечисленные выше признаки была незначительна и составила 1,9%, 1,9% и 3,4%, соответственно (табл. 2). Наблюдаемая изменчивость остальных изученных признаков по результатам проведенного анализа достоверно не зависела от ширины междурядий.

Таблица 1

Изменчивость средних показателей фенологических, хозяйственно ценных и биохимических признаков в разные годы исследований

Признаки/год	2019		2020		2021		Среднее по всем образцам
	0,7 м*	1,4 м*	0,7 м*	1,4 м*	0,7 м*	1,4 м*	
Длительность периода «всходы – цветение», дни	43,5	43,5	46,4	48,2	46,3	45,7	45,6
Длительность периода «начало – конец цветения», дни	11,4	11,1	9,2	11,6	8,7	8,4	10,1
Длительность периода «всходы – налив бобов», дни	47,4	47,3	50,0	51,8	49,9	48,8	49,2
Длительность периода «всходы – начало созревания», дни	66,9	65,5	67,2	66,6	60,3	58,7	64,2
Длительность периода «всходы – конец созревания», дни	84,0	82,2	84,7	81,7	77,8	72,5	80,5
Число бобов на растение	25,9	23,7	22,1	23,3	14,5	15,2	20,9
Длина растения, см	36,9	35,7	38,6	37,2	77,0	88,9	52,4
Длина боба, см	16,7	15,6	17,1	15,4	14,3	15,9	15,8
Ширина боба, мм	10,0	9,7	10,1	9,8	7,0	6,9	8,9
Масса 1000 семян, г	130	138	128	137	145	145	137
Продуктивность семян с растения, г	62,6	73,3	63,1	75,0	13,8	21,3	51,5
Содержание белка, % на сухое вещество	26,8	26,7	26,8	26,9			26,8

*– ширина междурядий

На варьирование изученных признаков сильнее влияли погодные условия. Так, на изменчивость высоты растения, продуктивности, длительности периодов «всходы – конец созревания» и «начало – конец цветения» больше оказывала действие погода в 2021 году (рис. 2, табл. 2). В мае – июне 2021 г. наблюдались оптимальные для возделывания вигны условия, растения имели длинные стебли и хорошую облиственность, но засуха в июле (в период цветения и налива бобов) привела к опадению цветков и зеленых бобов или неполному развитию бобов (уменьшению длины и ширины), и сокращению вегетационного периода, что привело к снижению продуктивности (рис. 1, табл. 1). На увеличение диапазона варьирования длительности периодов «всходы–цветение» и «всходы–налив бобов» больше влияли условия 2020 года (рис. 2, табл. 2). Вероятно, это было связано с низкой температурой в мае и с большим по сравнению с другими годами количеством осадков в мае – июле, выпавших на первых этапах развития растений, что удлинило период формирования куста, роста побегов и листьев. Причем в 2020 г. на делянках с узкими междурядьями цветение и налив бобов наступили раньше, чем на широких, на которых растения развили большую вегетативную массу.

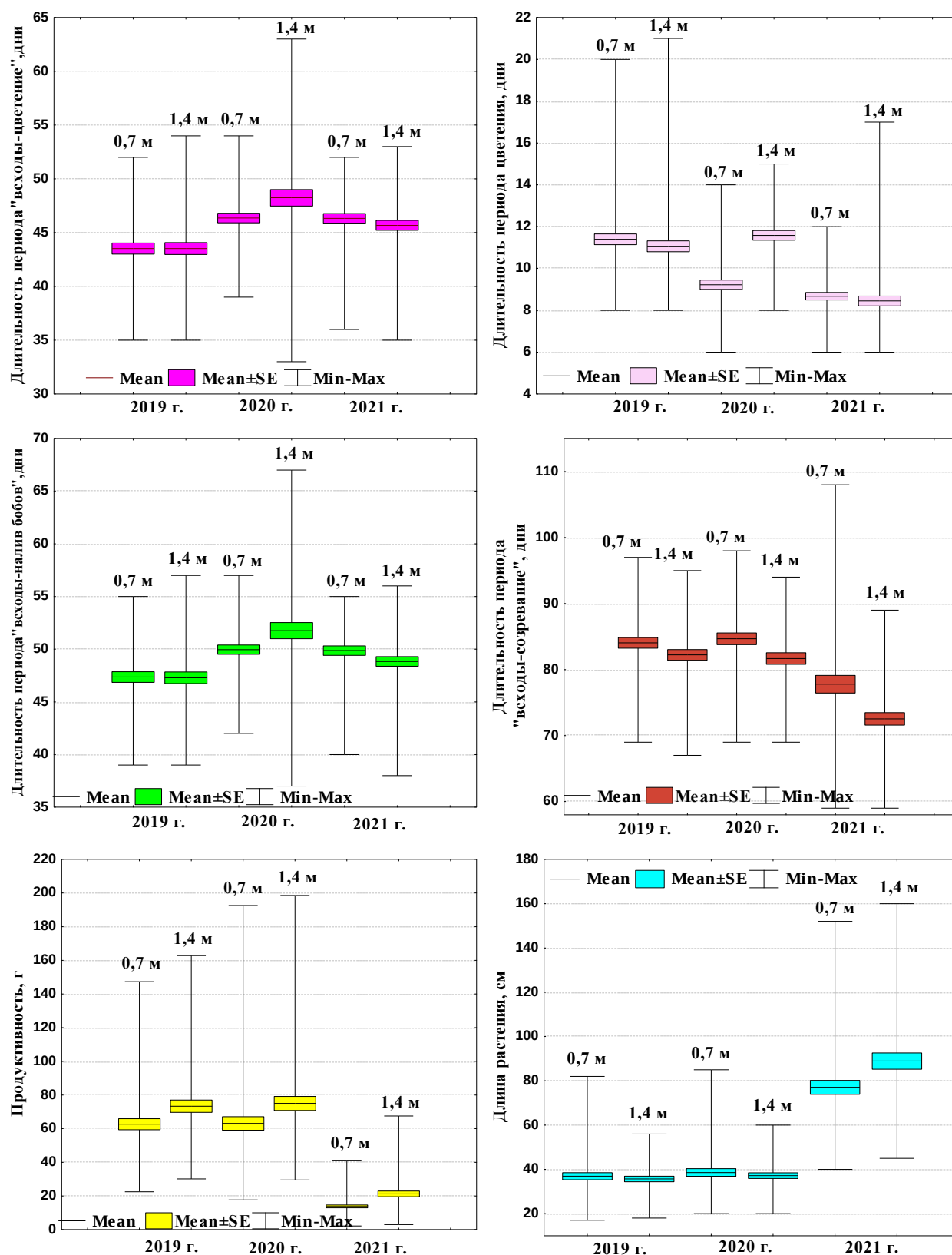


Рис. 2. Размах варьирования продуктивности, высоты растения и фенологических признаков в разных условиях выращивания (АОС, 2019-2021 гг.)
Mean – среднее, Min – минимум, Max – максимум, SE – стандартная ошибка среднего

Изучение влияния погодных условий на исследуемые характеристики с помощью однофакторного дисперсионного анализа выявило, что изменчивость всех признаков (кроме длины боба и содержания белка в семенах) достоверно зависит от них. Были получены следующие результаты по влиянию погоды на исследуемые признаки: на длительность

периодов «всходы – цветение» ($F_{(2;391)}=22,91$, $p<0,000$), «начало – конец цветения» ($F_{(2;391)}=60,86$, $p<0,000$), «всходы – налив бобов» ($F_{(2;391)}=19,86$, $p<0,000$), «всходы – начало созревания» ($F_{(2;391)}=53,69$, $p<0,000$), «всходы – конец созревания» ($F_{(2;391)}=58,37$, $p<0,000$); на число бобов с растения ($F_{(2;391)}=58,97$, $p<0,000$), на высоту растения ($F_{(2;391)}=248,39$, $p<0,000$), на ширину боба ($F_{(2;391)}=110,69$, $p<0,000$), на массу 1000 семян ($F_{(2;391)}=4,57$, $p<0,01$), на продуктивность ($F_{(2;391)}=157,73$, $p<0,000$). Наиболее высокая доля влияния этого фактора была отмечена для признаков – длина растения (55,95%) и продуктивность (44,65%) (табл. 2).

Таблица 2

Влияние генотипа, погодных условий и ширины междурядий на фенологические, хозяйственно ценные и биохимические признаки вигны (АОС, 2019-2021 гг.)

Признаки	Доля влияния факторов, %				
	Ширина междурядий	Погодные условия	Генотип/ Образец	Взаимодействие ширина междурядий *погодные условия	Взаимодействие генотип *погодные условия
Длительность периода «всходы – цветение»	–	10,48	56,30	–	15,07
Длительность периода «начало – конец цветения»	1,90	23,74	–	23,81	34,46
Длительность периода «всходы – налив бобов»	–	9,22	55,84	9,22	16,32
Длительность периода «всходы – начало созревания»	–	21,20	60,44	–	13,88
Длительность периода «всходы – конец созревания»	3,42	22,99	62,48	–	11,39
Число бобов на растение	–	23,1	43,99	–	19,35
Длина растения	–	55,95	–	–	15,28
Длина боба	–	–	77,13	–	–
Ширина боба	–	36,15	28,42	–	–
Масса 1000 семян	–	2,28	88,32	–	4,92
Продуктивность семян с растения	1,91	44,65	35,59	–	15,68
Содержание белка	–	–	33,58	–	58,81

«–» – Отмечены признаки изменчивость которых достоверно не зависела от изучаемого фактора.

Индивидуальные генетические свойства образца также оказывали существенное влияние на варьирование признаков. Однофакторный дисперсионный анализ показал достоверную зависимость изменчивости многих признаков от генотипа. К этим признакам относились: длительность периода «всходы – цветение» ($F_{(66;326)}=6,36$, $p<0,000$), длительность периода «всходы – налив бобов» ($F_{(66;326)}=6,25$, $p<0,00$), длительность периода «всходы – начало созревания» ($F_{(66;326)}=7,73$, $p<0,000$), длительность периода «всходы – конец созревания» ($F_{(66;326)}=8,23$, $p<0,000$), число бобов на растение ($F_{(66;326)}=3,8$, $p<0,000$), длина боба ($F_{(66;326)}=16,66$, $p<0,000$), ширина боба ($F_{(66;326)}=1,96$, $p<0,000$), масса 1000 семян ($F_{(66;326)}=37,36$, $p<0,000$), продуктивность ($F_{(66;326)}=2,7$, $p<0,000$), содержание белка в семенах

($F_{(66;326)}=1,49$, $p<0,02$). В наибольшей степени зависела от генотипа изменчивость массы тысячи семян, длины боба, длины вегетационного периода, доля его влияния на эти признаки составила 88,32, 77,13 и 62,4%, соответственно (табл. 2).

Анализ эффекта взаимодействия изученных факторов (ширины междурядий и погодных условий) показал, что достоверное совместное влияние они оказывают только на варьирование длительности периодов: «начало – конец цветения» ($F_{(2;388)}=21,63$, $p<0,000$), и «всходы – налив бобов» ($F_{(2;388)}=3,77$, $p<0,02$), доля влияния 23,81 и 9,22%, соответственно (табл. 2).

Взаимодействие погодных условий и генотипа достоверно влияло на изменчивость большинства анализируемых признаков: на длительность периода «всходы – цветение» ($F_{(130;194)}=1,28$, $p<0,05$), длительность периода «начало – конец цветения» ($F_{(130;392)}=1,89$, $p<0,000$), длительность периода «всходы – налив бобов» ($F_{(130;194)}=1,33$, $p<0,000$), длительность периода «всходы – начало созревания» ($F_{(130;194)}=4,8$, $p<0,000$), длительность периода «всходы – конец созревания» ($F_{(130;194)}=3,24$, $p<0,000$), на число бобов на растение ($F_{(130;194)}=2,36$, $p<0,000$), на высоту растения ($F_{(130;194)}=1,66$, $p<0,000$), на массу 1000 семян ($F_{(130;194)}=1,69$, $p<0,000$), продуктивность ($F_{(130;194)}=6,61$, $p<0,000$), содержание белка в семенах ($F_{(130;194)}=16,11$, $p<0,00$). Совместное влияние этих факторов наиболее сильно сказывалось на изменчивости длительности периода «начало – конец цветения» (34,46%) и содержания белка в семенах (58,81 %) (табл. 2).

Комплексная оценка влияния погодных условий, ширины междурядий, генотипа и их взаимодействий на изучаемые признаки показала, что:

1. содержание белка в семенах не зависит от ширины междурядий и обусловлено генотипическими свойствами образцов (доля влияния генотипа 33,58%), и их реакцией на различные изменения погоды (доля взаимодействия генотип*погодные условия 58,81%);

2. продуктивность семян примерно в равной степени определяют генотип и погодные условия, в меньшей – их взаимодействие, в незначительной – ширина междурядий, их доля влияния равнялась 35,59, 44,65, 15,68 и 1, 91%, соответственно;

3. длина вегетационного периода в первую очередь зависит от генотипа, затем от погодных условий, далее от взаимодействия этих факторов и ширины междурядий, их доля влияния – 62,48, 22,99, 11,39 и 3,42%, соответственно (табл. 2).

Погодные условия, генотип и их взаимодействие (генотип*погодные условия) влияют на изменчивость показателей большинства изученных признаков (табл. 2). По степени зависимости изменчивости признаков от генотипа образца изучаемые характеристики расположились в следующем порядке: масса 1000 семян > длина боба > длины межфазных периодов вегетации > число бобов на растение > продуктивность > содержание белка в семенах > ширина боба. По силе влияния погодных условий они распределились таким образом: длина растения > продуктивность > ширина боба > число бобов на растение > длины межфазных периодов вегетации > масса 1000 семян. Таким образом, погодные условия оказывали наибольшее влияние на продуктивность семян и длину растения, менее всего действовали на параметры массы 1000 семян и длину боба, изменчивость которых определял генотип (табл. 2). Анализируя полученные данные необходимо заметить, что при выборе образцов вигны для возделывания в сельскохозяйственных предприятиях региона, нужно подбирать материал ориентируясь не только на высокие показатели продуктивности семян, но и учитывая сильное влияние на этот признак погодных условий, отдавать предпочтение сортам со стабильной урожайностью.

Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что в условиях Астраханской обл. с успехом можно выращивать на поливе овощные, зерновые и кормовые образцы вигны. Семенная продуктивность у изученных сортов даже в годы с очень небольшим количеством осадков (60 мм) и сильной жарой (сумма активных температур 3785°C) колебалась от 13,8 до 21,3 г с растения. В годы, менее жаркие и более обеспеченные водой она находилась в пределах 62,6-75,0 г. Содержание белка в семенах отличалось хорошими показателями во всех вариантах опыта (21,0-30,6%). Вегетационный период в разные годы эксперимента

варьировал от 72,5 до 84,7 дн., что позволяет возделывать культуру и в пожнивных посевах для получения семян, бобов, зеленой массы и для повышения плодородия почвы.

По нашим данным для посева вигны в условиях Нижнего Поволжья оптимальной является ширина междурядий 1,4 м. При схеме 140 × 10 см по сравнению со схемой 70 × 10 см продуктивность семян с растения увеличивается в среднем на 7,5-11,9 г, а период вегетации сокращается на 1,8-5,3 дн. Следует отметить, что при неблагоприятных условиях разница между параметрами длины в.п. и продуктивности у образцов, выращенных на делянках с разной шириной междурядий была максимальной. По продуктивности она составила 11,9 г., по длине в.п. 5,3 дня. Содержание белка в семенах достоверно не отличалось при разных схемах посева.

Выводы

Проведенное на Астраханской опытной станции ВИР в 2019-2021 гг. изучение 67 образцов вигны зернового, овощного и кормового направления использования, позволило охарактеризовать материал по содержанию белка в семенах, по основным хозяйственно ценным и фенологическим признакам и рекомендовать данную культуру как перспективную для более широкого возделывания в Прикаспийской низменности. Наилучшим способом посева вигны, обеспечивающим наибольший урожай и лучшее качество семян в почвенно-климатических условиях Астраханской обл. является схема посева 140 × 10 см. Анализ влияния генотипа и погодных условий на изменчивость изученных характеристик выявил, что они влияют в большей или меньшей степени на показатели практически всех изученных признаков. От погоды в наибольшей степени зависит изменчивость длины растения и продуктивность семян, от генотипа – масса 1000 семян и длина боба, от совместного воздействия этих факторов – содержание белка в семенах. Ширина междурядий достоверно влияет только на длину вегетационного периода, на длительность цветения и продуктивность семян с растения.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного проекта № FGEM-2022-0002 «Выявление возможностей генофонда бобовых культур для оптимизации их селекции и диверсификации использования в различных отраслях народного хозяйства».

Литература

1. Timko M.P., Ehlers J.D., Roberts P.A. Cowpea. In: Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. Volume 3. Pulses, Sugar and Tuber Crops C. Kole, ed. – Springer Verlag, Berlin Heidelberg, – 2007 – P. 49-67. DOI: 10.1007/978-3-540-34516-9-3
2. Timko M.P., Singh B. Cowpea, a multifunctional legume. In: Genomics of Tropical Crop Plants. P.H. Moore, R. Ming (eds). – New York, NY: Springer; – 2008. – P. 227-258. DOI: 10.1007/978-0-387-71219-2-10
3. Osipitan O.A., Fields J.S., Lo S., Cuvaca I. Production Systems and Prospects of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the United States // Agronomy. – 2021. – Vol. 11, 2312. DOI:10.3390/agronomy 11112312
4. Жужукин В.И., Багдалова А.З. Исходный материал вигны для селекции в Нижнем Поволжье // Кормопроизводство. – 2011. – № 3 – С. 29-30.
5. Кудряшова Н.И., Булахтина Г.К., Кудряшов А.В., Хюпинин А.А. Структура злаково-бобовой травосмеси при разных способах посева и орошения в аридных условиях Нижнего Поволжья // Вестник Казанского ГАУ. – 2021. – № 4 (64) – С.19-23. DOI 10.12737/2073-0462-2022-19-23
6. Бурляева М.О., Гуркина М.В., Чебукин П.А., Перчук И.Н., Мирошниченко Е.В. Новые сорта вигны (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc.) овощного использования, перспективные для возделывания в южных регионах России // Овощи России. – 2019. – № 5. – С.33-37. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-5-33-37
7. Бурляева М.О., Гуркина М.В., Чебукин П.А., Киселева Н.А. Международный классификатор видов рода *Vigna* Sav. – Санкт-Петербург: ВИР; – 2016. – 90 с.

References

1. Timko M.P., Ehlers J.D., Roberts P.A. Cowpea. In: Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. Volume 3. Pulses, Sugar and Tuber Crops C. Kole, ed. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2007. pp. 49-67. DOI:10.1007/978-3-540-34516-9_3
2. Timko M.P., Singh B. Cowpea, a multifunctional legume. In: Genomics of Tropical Crop Plants. P.H. Moore, R. Ming (eds). New York, NY: Springer; 2008. pp. 227-258. DOI: 10.1007/978-0-387-71219-2_10
3. Osipitan O.A., Fields J.S., Lo S., Cuvaca I. Production Systems and Prospects of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the United States. *Agronomy*, 2021, no 11, 2312. DOI:10.3390/agronomy 11112312
4. Zhuzhukin V.I., Bagdalova A.Z. Source material for cowpea breeding in the Lower Volga region. *Kormoproizvodstvo*. 2011, no.3, pp. 29-30. (In Russ.)
5. Kudryashova N., Bulahtina G., Kudryashov A., Hyupinin A. Structure of cereal-legume herbals with different methods of sowing and irrigation in arid conditions of the Lower Volga. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2021, no 4(64), pp. 19-23. (in Russian) DOI 10.12737/2073-0462-2022-19-23 (In Russ.)
6. Burlyaeva M.O., Gurkina M.V., Chebukin P.A., Perchuk I.N., Miroshnichenko E.V. New varieties of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc.) and prospects of their cultivation in southern Russia. *Vegetable Crops of Russia*, 2019, no 5, pp. 33-37. (in Russian) DOI:10.18619/2072-9146-2019-5-33-37
7. Burlyaeva M.O., Gurkina M.V., Chebukin P.A., Kiseleva N.A. The international descriptors for species of the genus *Vigna* Savi. St. Petersburg: VIR; 2016. 90 p. (In Russ.)

СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ И АКТИВНОСТЬ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ОБРАЗЦАХ РАЗЛИЧНЫХ ТАКСОНОВ ГОРОХА

К.А. БАШКИРОВА, младший научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0002-3370-0604

E-mail: xeni43339@gmail.com

С.В. БОБКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-8146-0791

E-mail: svbobkov@gmail.com

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Проведено изучение содержания фотосинтетических пигментов и активности антиокислительной системы в прилистниках образца азиатского гороха к-1974 и сорта Саламанка (ssp. sativum) на стадии начала налива семян. Между растениями исследуемых образцов не было обнаружено существенных различий как по содержанию пигментов, так и по активности антиокислительных ферментов. В прилистниках образца к-1974 отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам на 0,77 единицы ($p \leq 0,001$) превышало величину указанного признака у культурного гороха. У сорта Саламанка отношение хлорофилла а к хлорофиллу b было на 0,22 единицы существенно ($p \leq 0,05$) выше, чем у образца к-1974. В прилистниках образца к-1974 в период начала налива семян зафиксирована существенная сильная положительная связь между активностью каталазы и содержанием хлорофиллов и каротиноидов. У сорта Саламанка содержание фотосинтетических пигментов находилось в положительной статистически значимой корреляционной связи как с активностью каталазы, так и с активностью пероксидазы.

Ключевые слова: внутривидовой таксон гороха, фотосинтетический пигмент, каталаза, пероксидаза, корреляция.

Для цитирования: Башкирова К.А., Бобков С.В. Содержание фотосинтетических пигментов и активность антиокислительной системы в образцах различных таксонов гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):120-125. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-120-125

CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND ACTIVITY OF ANTIOXIDATION SYSTEM IN ACCESSION FROM VARIOUS PEA TAXONS

K.A. Bashkirova, S.V. Bobkov

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: Study of photosynthetic pigments content and activity of antioxidant system in stipules of asiaticum accession pea k-1974 and variety Salamanka (ssp. sativum) at the beginning of seed filling were conducted. There were no statistically significant differences between accession k-1974 and variety Salamanka on content of pigments and the activity of antioxidant enzymes were not revealed. In the stipules of accession k-1974 ratio of chlorophylls to carotenoids was 0,77 units significantly higher ($p \leq 0,001$) than in ones of cultivated pea. In variety Salamanka, ratio of chlorophyll a to chlorophyll b was 0,22 units significantly higher ($p \leq 0,05$) than in the accession k-1974. In stipules of accession k-1974 there was strong positive relationship between activity of catalase and content of chlorophylls and carotenoids at the beginning of seed filling. In Salamanka there was significant strong and moderate positive correlation between content of photosynthetic pigments and activity of catalase, and consequently, activity of peroxidase.

Keywords: intraspecies pea taxon, photosynthetic pigment, catalase, peroxidase, correlation.

Горох – одна из основных зернобобовых культур в России. В 2023 году его посевы составили 1,9 млн га, с которых, впоследствии, было получено 4,72 млн т семян [1]. Ценность гороха посевного определяется его кормовыми, пищевыми и агротехническими качествами. Содержание белка в семенах этой культуры доходит до 28,7% [2]. Важными свойствами горохового протеина является хорошая усвояемость в организме и наличие высокого содержания таких незаменимых аминокислот, как аргинина, лизина и треонина [3].

Для формирования высоких урожаев гороха большое значение имеет активность фотосинтетических процессов [4, 5]. Известно, что фотосинтетическая система некоторых сортов гороха, выведенных в XX веке имеет ряд изменений, связанных с уменьшением фотосинтетического потенциала, увеличением активности хлоропластов и чистой продуктивности фотосинтеза [6]. В настоящее время широкое распространение в производстве получил горох безлисточкового морфотипа, устойчивый к полеганию, характеризующийся меньшим фотосинтетическим потенциалом, по сравнению с традиционным [6]. Все это вызывает опасения снижения продуктивности и качества семян у современных сортов гороха.

Восполнить снижение фотосинтетического потенциала можно усилением фотосинтетической деятельности растений за счет увеличения содержания хлорофиллов и каротиноидов в фотосинтезирующих органах. Источниками высокого количества фотосинтетических пигментов могут выступать представители внутривидовых таксонов *Pisum sativum* L. По литературным данным образец к-3370 (ssp. *elatius*) коллекции ВИР отличается высоким содержанием фотосинтетических пигментов на всех стадиях онтогенеза [7, 8]. Также вызывает интерес образец к-1974, относящийся, согласно классификации Р. Х. Макашевой (1979), к азиатскому подвиду гороха (*Pisum sativum* L. ssp. *asiaticum*), произрастающий на территории Передней, Центральной и Юго-Западной Азии. Этот образец также имеет повышенный уровень хлорофиллов и каротиноидов [9].

Цель исследования - оценка образца к-1974 (ssp. *asiaticum*) коллекции ВИР по содержанию фотосинтетических пигментов и активности антиокислительных ферментов в период начала налива семян для определения возможности его использования в селекции гороха на высокую эффективность фотосинтетического аппарата.

Материал и методы исследований

Исследование содержания хлорофиллов, каротиноидов и активности каталазы, пероксидазы проводили в прилистниках образца коллекции ВИР к-1974 (ssp. *asiaticum*).

Контролем служил сорт Саламанка (Norddeutsche Pelanzenzucht Hans-Georg Lembke KG, Германия, внесен в Госреестр РФ в 2013 г.) безлисточкового морфотипа. Его вегетационный период составляет 63-87 дней (среднеспелый сорт). Растения обладают высокой устойчивостью к осыпанию семян и полеганию, средней – к засухе, асхитозу и ржавчине. Содержание белка в растениях – в пределах от 23,4 до 26,3% [10].

Опытные растения выращивали на опытном поле ФНЦ зернобобовых и крупяных культур на делянках 1 м² с густотой посева 1,2 млн растений/га. Длительность периода от посева (26.04.2023) до момента начала отбора проб (5.07.2023) составила 70 дней (рассчитанный ГТК для этого периода равнялся 0,8). Отбор проб для анализа производился с 5 по 12 июля 2023 года в условиях сильной засухи (ГТК=0,4).

Определение содержания фотосинтетических пигментов и активности антиокислительных ферментов проводили в прилистниках сложного листа гороха. Прилистники для анализа брали с третьего продуктивного узла (счет снизу-вверх) в периоды начала налива семян, что соответствовало содержанию воды в семяпочках бобов первого продуктивного узла на уровне 80 %. Отбор проб проводили в 10 повторениях. Содержание фотосинтетических пигментов выражали в мг/г сухого вещества (СВ), активность каталазы - в мкмоль Н₂О₂/г СВ • мин, активность пероксидазы - в единицах оптической плотности /г СВ • мин.

Экстракцию и определение содержания фотосинтетических пигментов проводили в 95% этиловом спирте в соответствии с рекомендациями Н.К. Lichtenthaler (1987). Оптическую плотность экстрактов хлорофиллов и каротиноидов измеряли на

спектрофотометре ПЭ5300В (ПромЭкоЛаб, Россия). Активность каталазы определяли по методу Н. Аebi (1984) в оригинальной модификации, активность пероксидазы – по методу А.Н. Бояркина (Ермаков, 1987). Для определения активности каталазы и пероксидазы использовали спектрофотометр СФ-26 (Россия) и фотоэлектроколориметр КФК-2МП (Загорский ГОСМ, Россия) соответственно.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента и корреляции Пирсона.

Результаты и их обсуждение

Исследование содержания фотосинтетических пигментов и активности антиокислительных ферментов в прилистниках образца к-1974 в начале налива семян показало, что среднее количество хлорофилла *a* (Chl *a*), хлорофилла *b* (Chl *b*), их суммы (Σ Chls), каротиноидов составило 3,11, 1,42, 4,53 и 0,75 мг/г СВ соответственно (табл. 1). У сорта Саламанка данные признаки равнялись 2,37, 0,98, 3,35 и 0,65 мг/г СВ соответственно. Активность каталазы и пероксидазы в прилистниках азиатского подвида гороха находилась на уровне 183,0 мкмоль H_2O_2 /г СВ • мин и 2,20 единиц оптической плотности/г СВ • мин соответственно, а у сорта Саламанка – 176,33 мкмоль H_2O_2 /г СВ • мин и 2,05 единиц оптической плотности/г СВ • мин. Несмотря на то, что значения всех изученных признаков в азиатском подвиде гороха были выше, чем у культурного сорта, статистически значимых различий обнаружено не было.

Таблица 1

Содержание фотосинтетических пигментов и активность антиокислительных ферментов в прилистниках дикого и культурного гороха в период начала налива семян на первом продуктивном узле

Парные сравнения	Содержание фотосинтетических пигментов и активность антиокислительных ферментов		Оценка различий между образцом к-1794 и сортом Саламанка по t-критерию Стьюдента	
	к-1974	Саламанка	Различие	p-value
Chl <i>a</i> , мг/г СВ	3,11	2,37	+0,74	0,42
Chl <i>b</i> , мг/г СВ	1,42	0,98	+0,44	0,31
Σ Chls, мг/г СВ	4,53	3,35	+1,18	0,38
Каротиноиды, мг/г СВ	0,75	0,65	+0,11	0,61
Каталаза, мкмоль H_2O_2 /г СВ • мин	183,0	176,33	+6,68	0,77
Пероксидаза, единиц оптической плотности/г СВ • мин	2,20	2,05	+0,15	0,60

В прилистниках образца к-1974 достоверно ($p=0,02$) отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* было ниже на 0,21 единицы, по сравнению с сортом Саламанка (табл. 2). Это явление может быть обусловлено различиями в строении фотосинтетического аппарата внутривидовых таксонов гороха посевного (*Pisum sativum* L.) [7].

Таблица 2

Соотношение фотосинтетических пигментов в прилистниках образца к-1974 и сорта Саламанка в период начала налива семян на первом продуктивном узле

Парные сравнения	Соотношение фотосинтетических пигментов		Разница между показателями отношений фотосинтетических пигментов у образца к-1974 и сорта Саламанка
	к-1974	Саламанка	
Chl <i>a</i> / Chl <i>b</i>	2,22	2,41	-0,21*
Σ Chls / Каротиноиды	5,90	5,13	+0,77***

Примечание: *, *** – статистические различия при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,001$ (t-критерий Стьюдента)

Немаловажной характеристикой работы фотосинтетического аппарата является соотношение суммы хлорофиллов и каротиноидов, которое свидетельствует о физиологическом состоянии растения. В прилистниках образца к-1974 отношение суммы хлорофиллов и каротиноидов равнялось 5,90, что значительно ($p=0,0008$) превышало таковой показатель у культурного сорта (5,13 единиц) (табл. 2).

Дополнительно на стадии начала налива семян было проведено исследование корреляционной зависимости между содержанием фотосинтетических пигментов и активностью антиокислительных ферментов. У азиатского гороха количество хлорофиллов и каротиноидов достоверно ($p \leq 0,01$) положительно коррелировало с активностью каталазы (Chl *a*: $r=0,918^{**}$; Chl *b*: $r=0,927^{**}$; $\sum$ Chls: $r=0,921^{**}$; каротиноиды: $r=0,912^{**}$) (табл. 3). Сила связи оценивалась как высокая.

Таблица 3

Взаимосвязь между содержанием фотосинтетических пигментов и активностью антиокислительных ферментов у образца к-1974 и сорта Саламанка на стадии начала налива семян

Парные сравнения	Коэффициент корреляции Пирсона, <i>r</i>	
	к-1974	Саламанка
<i>Фотосинтетические пигменты и каталаза</i>		
Chl <i>a</i>	0,918**	0,796**
Chl <i>b</i>	0,927**	0,706**
$\sum$ Chls	0,921**	0,775**
Каротиноиды	0,912**	0,854**
<i>Фотосинтетические пигменты и пероксидаза</i>		
Chl <i>a</i>	0,448	0,574*
Chl <i>b</i>	0,488	0,638**
$\sum$ Chls	0,461	0,597**
Каротиноиды	0,439	0,511*

Примечание: *, ** – статистические различия при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$ (*r*-корреляция Пирсона)

Уровень фотосинтетических пигментов также положительно со средней силой был связан с активностью пероксидазы, однако статистически данные не подтверждались. Следует обратить внимание, что ранее в фотосинтезирующих органах у некоторых представителей внутривидовых таксонов гороха была выявлена незначительная отрицательная связь между содержанием фотосинтетических пигментов и активностью пероксидазы и статистически значимая положительная корреляция ($p \leq 0,05$) с активностью каталазы [11].

Количество хлорофиллов и каротиноидов в прилистниках сорта Саламанка также было связано с активностью каталазы (Chl *a*: $r=0,796^{**}$; Chl *b*: $r=0,706^{**}$; $\sum$ Chls: $r=0,775^{**}$; каротиноиды: $r=0,854^{**}$). Однако содержание фотосинтетических пигментов коррелировало и с активностью пероксидазы (Chl *a*: $r=0,574^{*}$; Chl *b*: $r=0,638^{**}$; $\sum$ Chls: $r=0,597^{**}$; каротиноиды: $r=0,511^{*}$). Корреляционная связь характеризовалась как положительная умеренная и положительная сильная.

Полученные данные могут свидетельствовать о том, что у азиатского гороха основным ферментом антиокислительной системы, нейтрализующим действие активных форм кислорода, образующихся в результате повышения содержания фотосинтетических пигментов, является каталаза, в то время как для культурного гороха, наряду с каталазой, действует и пероксидаза.

Заключение

Проведено исследование количества фотосинтетических пигментов и активности антиокислительных ферментов в прилистниках образца к-1974 (*ssp. asiaticum*) коллекции ВИР и сорта Саламанка (*ssp. sativum*) в период начала налива семян. У азиатского гороха

содержание Chl *a* составило 3,12 мг/г СВ, Chl *b* – 1,42 мг/г СВ, каротиноидов – 0,75 мг/г СВ, а у посевного – 2,37, 0,98 и 0,65 мг/г СВ соответственно. Активность каталазы в прилистниках образца к-1974 равнялась 183 мкмоль H₂O₂/г СВ • мин и превышала на 6,68 мкмоль H₂O₂/г СВ • мин аналогичную величину у сорта Саламанка. У азиатского и культурного гороха существенные различия были обнаружены в отношениях Chl *a* / Chl *b* и суммы хлорофиллов к каротиноидам. У образца к-1974 корреляционный анализ выявил статистически значимую положительную зависимость между содержанием фотосинтетических пигментов и активностью каталазы. Напротив, у сорта Саламанка содержание хлорофиллов и каротиноидов положительно коррелировало как с активностью каталазы, так и пероксидазы.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЗБК по разделу FGZ-2022-003 «Физиолого-биохимическое изучение генетических ресурсов зерновых и крупяных культур для использования в селекционном процессе».

Авторы выражают искреннюю благодарность Е.В. Семёновой ФИЦ ВИГРР имени Н.И. Вавилова за предоставленный образец гороха к-1974 из коллекции ВИР.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики // URL: <http://rosstat.gov.ru/> (Дата обращения: 15.04.2024).
2. Браилова И.С., Филатова И.А., Юрьева Н.И., Белоусова Ю.В. Оценка перспективных сортообразцов гороха по качеству и взаимосвязь биохимических показателей с урожайностью и массой 1000 зерен // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2020. – № 3 (35). – С. 20-25. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11180>
3. Бобков С. В., Сучкова Т.Н. Аминокислотный состав запасных белков у диких подвидов гороха *Pisum sativum* L. // *Вестник аграрной науки*. – 2012. – № 3. – С. 30-32.
4. Аликина О.В., Беседин А.Г., Путина О.В. Вишнякова М.А. Сравнительная оценка сортов овощного гороха двух морфотипов по комплексу признаков в условиях Краснодарского края // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2016. – Т. 177. – № 1. – С. 35-51. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-1-35-51>
5. Чиков В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений // *Физиология растений*. – 2008. – Т. 55. – № 1. – С. 140-154.
6. Амелин А.В. Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха // Автореф. дисс. на соискание ученой степени доктора с.-х. наук. Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева. – Москва, – 2001. – 47 с.
7. Бобков С.В., Бычков И.А. Содержание фотосинтетических пигментов в онтогенезе дикого и культурного гороха // *Вестник Казанского ГАУ*. – 2020. – № 4 (60). – С. 10-14. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-10-14>
8. Бобков С.В., Башкирова К.А. Содержание фотосинтетических пигментов в различных органах растений дикого и культурного гороха // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2021. – № 4 (40). – С. 15–23. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-15-23>
9. Башкирова К.А., Бобков С.В. Исходный материал для селекции гороха с высоким содержанием фотосинтетических пигментов // *Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых АПК, Ростовская область, п. Рассвет* – 2023. – С. 138-142. <https://doi.org/10.34924/FRARC.2023.60.24.030>
10. Сорт Саламанка // URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektcionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/salamanka-gorokh-posevnoy/> (Дата обращения: 19.03.2024).
11. Бобков С.В., Бычков И.А. Содержание фотосинтетических пигментов и активность ферментов окислительного стресса у диких образцов гороха // *Земледелие*. – 2018. – № 4. – С. 29-33. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10409>

References

1. Federal State Statistics Service // URL: <http://rosstat.gov.ru/> (Accessed: 15.04.2024) (in Russian)
2. Brailova I.S., Filatova I.A., Yur'eva N.I., Belousova YU.V. Evaluation of perspective pea varieties by quality and relationship of biochemical indicators with yield and weight of 1000 grains. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 3 (35), pp. 20-25. [https://doi.org/ 10.24411/2309-348X-2020-11180](https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11180) (in Russian)
3. Bobkov S.V., Suchkova T.N. Amino acid composition of storage proteins in wild subspecies of pea *Pisum sativum* L. *Vestnik agrarnoi nauki*, 2012, no. 3, pp. 30-32. (in Russian)
4. Alikina O.V., Besedin A.G., Putina O.V. Vishnyakova M.A. Comparative evaluation of garden pea varieties of two morphotypes according to a set of traits in Krasnodar region. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*, 2016, v. 177, no. 1, pp. 35-51. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-1-35-51> (in Russian)
5. Chikov V.I. Evolution of notions about relationship between photosynthesis and plant productivity. *Fiziologiya rastenij*, 2008, 55, no. 1, pp. 130-143. (in Russian)
6. Amelin A.V. Morphophysiological basis for increasing the efficiency of pea breeding. Doct. Diss. (Agric.), Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, 2001, 47 p. (in Russian)
7. Bobkov S.V., Bychkov I.A. Content of photosynthetic pigments in ontogenesis of wild and cultural pea. *Vestnik Kazanskogo GAU*, 2020, no. 4 (60), pp. 10-14. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-10-14 (in Russian)
8. Bobkov S.V., Bashkirova K.A. Content of photosynthetic pigments in various organs of wild and cultural pea. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 4 (40), pp. 15–23. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-15-23> (in Russian)
9. Bashkirova K.A., Bobkov S.V. Source material for pea breeding with a high content of photosynthetic pigments. *Materialy V Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh APK «Aktual'nye voprosy razvitiya otraslei sel'skogo khozyaistva: teoriya i praktika»*, Rostovskaia oblast, p. Rassvet, 2023, pp. 138-142. <https://doi.org/10.34924/FRARC.2023.60.24.030> (in Russian)
10. Sort Salamanka. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-seleksionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/salamanka-gorokh-posevnoy/> (Accessed: 19.03.2024) (in Russian)
11. Bobkov S.V., Bychkov I.A. Content of photosynthetic pigments and activity of oxidative stress enzymes in wild pea. *Zemledelie*, 2018, no. 4, pp. 29-33. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10409> (in Russian)

ВЛИЯНИЕ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН И ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

А.К. АСАДБЕКОВ^{1,2}, аспирант, E-mail: ahmadasadbekov@mail.ru

С.В. РЕЗВЯКОВА², доктор сельскохозяйственных наук,

<https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>, E-mail: lana8545@yandex.ru

¹ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

²ФГБОУ ВО ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.В. ПАРАХИНА

В статье представлены результаты исследований по применению фунгицидного протравителя семян Гераклион, КС, инокулянта РизоБаи с прилипателем Биополмик и комплексного минерального удобрения Мегамикс Профи в фазу бутонизации - начала цветения на всхожесть и урожайность новых сортов гороха посевного Эстафета и Ягуар. Полевой опыт был заложен в 2023 году в ФНЦ ЗБК на темно-серой лесной почве. Площадь учетной делянки – 7,5 м², повторность четырёхкратная, размещение делянок систематическое. Норма высева составила 1,2 млн. всхожих семян на гектар. Учеты проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Урожайность гороха учитывали поделочно. Проведение комплекса агроприемов позволило получить максимальную прибавку урожайности сорта Эстафета на 17,1% и сорта Ягуар – на 18,3%.

Ключевые слова: горох посевной, сорт, протравитель, инокулянт, комплексное удобрение, урожайность.

Для цитирования: Асадбеков А.К., Резвякова С.В. Влияние подготовки семян и листовой подкормки на урожайность новых сортов гороха посевного. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):126-133. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-126-133

EFFECT OF SEED PREPARATION AND LEAF FERTILIZATION ON YIELD OF NEW VARIETIES OF PEA PLANTS

A.K. Asadbekov^{1,2}, S.V. Rezvyakova²

¹ FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

² FSBEI HE N.V. PARAKHIN OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: *The article presents the results of research on the use of fungicidal seed dressing Heraklion, KS, inoculant RizoBash with adhesive Biopolymik and complex mineral fertilizer Megamix Profi in the phase of budding - beginning of flowering on germination and yield of new varieties of pea Estafeta and Jaguar. The field experiment was laid in 2023 at FSC of Legumes and Groat Crops on dark gray forest soil. The size of the accounting plot was 7.5 m², the repetition was fourfold, the placement of plots was systematic. Seeding rate was 1.2 million germinated seeds per hectare. Counts were conducted according to the Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops (Moscow, 2019). Pea yields were counted by division. Carrying out a set of agronomic practices allowed to obtain the maximum yield increase of the variety Estafeta by 17.1% and variety Jaguar - by 18.3%.*

Keywords: pea, variety, dressing, disinfectant, inoculant, complex fertilizer, yield.

Горох посевной является ценной зернобобовой культурой благодаря богатому и сбалансированному по аминокислотному составу растительному белку. Однако без соответствующей подготовки семян и строгого соблюдения зональной технологии возделывания невозможно получить высокий урожай качественного зерна [1, 2, 3, 4]. В борьбу с человеком за урожай вступают многочисленные вредители, возбудители болезней и

сорные растения. В связи с этим обязательными агроприемами являются протравливание семян, применение инокулянтов, регулирование пищевого режима и контроль фитосанитарного состояния посевов [5, 6, 7].

Так, в опытах Г.А. Борзенковой установлены эффективные протравители и комплексные смеси против корневой гнили гороха: ТМТД, вск, ТМТД-Плюс, кс, Винцит, ск и Винцит форте, Витацит, кс, Феразим, кс, Винцит+Фитоспорин+Гуми (1,5+1,0+0,06 л/га) и ТМТД+Гуми (8+0,06 л/т) [8].

По данным Е.Н. Трухиной (2016) использование в предпосевной обработке семян бактериального и ростостимулирующего препарата Экстрасол активизировало процессы прорастания семян и повышало полевую всхожесть гороха Орловчанин на черноземе обыкновенном на 6,3%. На варианте обработки семян гороха ростостимулятором Силиплант получена наибольшая урожайность зерна гороха – 5,47 т/га, что превышало показатели контрольного варианта более, чем в 1,6 раза. В опытах других авторов отмечено положительное влияние системных протравителей Ламадор – 0,2 л/т, Крузер – 1 л/т, Баритон – 1,5 л/т на подавление семенной инфекции гороха [9].

В условиях Предуралья на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве при возделывании сорта гороха Агроинтел с обработкой семенного материала бактериальным препаратом Ризоторфин установлена прибавка урожайности 0,47 т/га. Это обусловлено тем, что современные культурные штаммы обладают более высокой вирулентностью относительно природных аналогов [10]. Максимальная урожайность гороха в условиях лесостепи Среднего Поволжья была достигнута при обработке семян препаратами биостимуляторов Ноктин+Фертигрейн Старт и Ризоторфин+Фертигрейн Старт и обработке посевов по вегетации препаратом Фертигрейн Фолиар в фазу бутонизации и составила 1,96 и 2,01 т/га без применения удобрений и с внесением $N_{32}P_{32}K_{32}$ – 2,25 и 2,19 т/га соответственно [11].

Горох хорошо отзывается на внесение макро-и микроэлементов (бор, молибден), которые способствуют улучшению прохождения азотфиксации, фотосинтетической деятельности и улучшают обменные процессы [12, 13]. В опытах Белорусской ГСХА на дерново-подзолистой почве некорневая подкормка гороха в фазе бутонизации борной кислотой (200 г/га), молибденово-кислым аммонием (150 г/га), сернокислым кобальтом (100 г/га) и комплексным микроудобрением Миком повышала урожайность семян гороха на фоне $N_{50}P_{50}K_{90}$ на 3,3, 2,8, 2,6 и 4,3 ц/га [14].

Цель исследований – изучить влияние предпосевной обработки семян новым фунгицидом Гераклион, КС 1 л/т и биологическим инокулянтом Ризобаш 3 л/т + прилипатель Биолипостим 0,3 л/т, а также комплексного удобрения Мегамикс Профи по вегетации на продуктивность новых сортов гороха посевного Эстафета и Ягуар.

Материалы и методика проведения исследований

Полевой опыт был заложен в 2023 году в ФНИЦ ЗБК на темно-серой лесной почве. Механический состав почвы - средний суглинок, кислотность – 5,5. Содержание основных элементов питания в почве: P_2O_5 – 15,0; K_2O – 17,0 мг/100 г почвы. Мощность гумусового горизонта 25-30 см., предшественник - яровая пшеница.

Размер учетной делянки – 7,5 м², повторность четырёхкратная, размещение делянок систематическое. Норма высева составила 1,2 млн. всхожих семян на гектар. В полевых условиях обработка растений гороха по вегетации была проведена в фазе бутонизации - начала цветения. Объём воды для приготовления рабочего раствора препарата брали из расчета 250 л/га.

Схема опытов представлена в таблицах 1, 2.

Учеты проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). За день до уборки гороха с делянок были отобраны образцы растений для проведения структурного анализа. Урожайность гороха учитывали поделочно. Результаты опытов по урожайности обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Объектами исследований являлись новые сорта гороха Эстафета и Ягуар селекции ФНЦ ЗБК [15]; протравитель Гераклион, КС 1 л/т, инокулянт РизоБаш 3 л/т, прилипатель Биолипостим 0.3 л/т и удобрение Мегамикс Профи 0,5 л/га.

Сорт Эстафета – включён в Госреестр селекционных достижений в 2021 г. по Центральному (3) региону. Листочковый (обычный). Средняя урожайность за годы испытаний - 37,3 ц/га. Сорт раннеспелый, вегетационный период - 84 дня. Устойчивость к полеганию и осыпанию высокая. Масса 1000 семян – 255 г. Кулинарная оценка высокая

Сорт Ягуар – включён в Госреестр селекционных достижений в 2020 г. по Центальному-Черноземному (5) региону. Относится к новому морфологическому типу «хамелеон». Средняя урожайность на Госсортоучастках региона – 23,1 ц/га. Сорт среднеранний, вегетационный период 65-75 дней. Средне засухоустойчивый. Устойчивость к полеганию и осыпанию высокая. Масса 1000 семян - 260-274 г.

Гераклион, КС - (400 г/л тирама + 25 г/л тебуконазол + 15 г/л азоксистробина). Уникальный контактно-системный фунгицидный протравитель с бактерицидным действием для обработки семян зерновых и зернобобовых культур.

РизоБаш – высокоэффективный универсальный инокулянт основных бобовых сельскохозяйственных культур для фиксации атмосферного азота с ростостимулирующими свойствами.

Биолипостим – биоприлипатель для повышения эффективности и экономии применяемых СЗР, регуляторов роста и водорастворимых удобрений при предпосевной обработке и в период вегетации сельскохозяйственных культур.

Мегамикс Профи – комплексное минеральное удобрение, содержащее 4 макро- и 9 микроэлементов:

Cu	Zn	Fe	Mn	B	Mo	Co	Cr	Se	Ni
Макроэлементы, г/л									
N		S				Mg			
6		29				15			
Микроэлементы, г/л									
7	14	3	3,5	1,7	4,6	1	0,3	0,1	0,1

Условия проведения исследований

В 2023 году погодные условия по температурному режиму и количеству выпавших осадков оказали своё непосредственное влияние на всхожесть семян, рост и развитие растений гороха (рис. 1, 2). За апрель месяц температура воздуха превышала среднюю многолетнюю норму на 4,1°C, осадков выпало всего 15,1 мм месячной нормы. Наибольшее повышение температуры отмечено в первой декаде апреля и составило 4-7°C, наименьшее – в третьей декаде – 0,4°C.

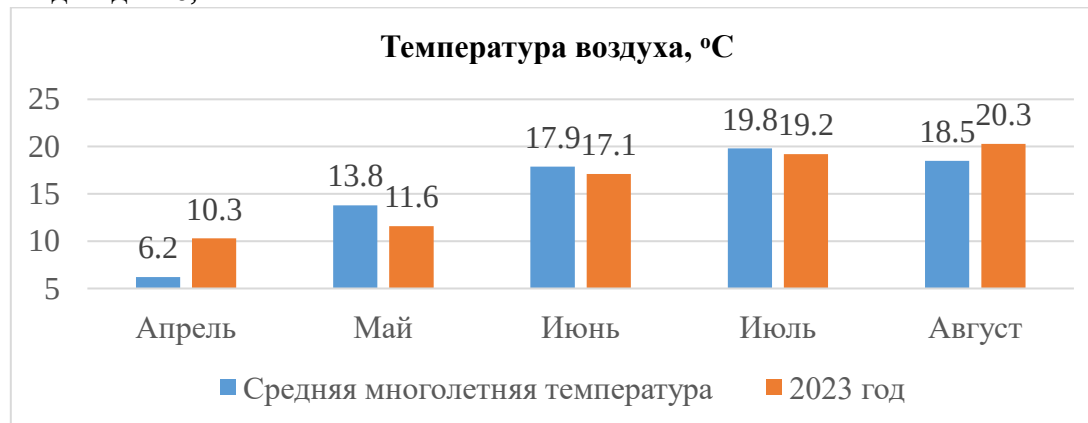


Рис. 1. Динамика среднемесячных температур воздуха за вегетационный период гороха в 2023 г. по сравнению со среднемноголетней

Среднемесечная температура воздуха в мае была ниже среднемноголетней на 2,2°C. Осадков в мае выпало всего 34,2 мм месячной нормы, что мало благоприятно повлияло на прорастание семян гороха.

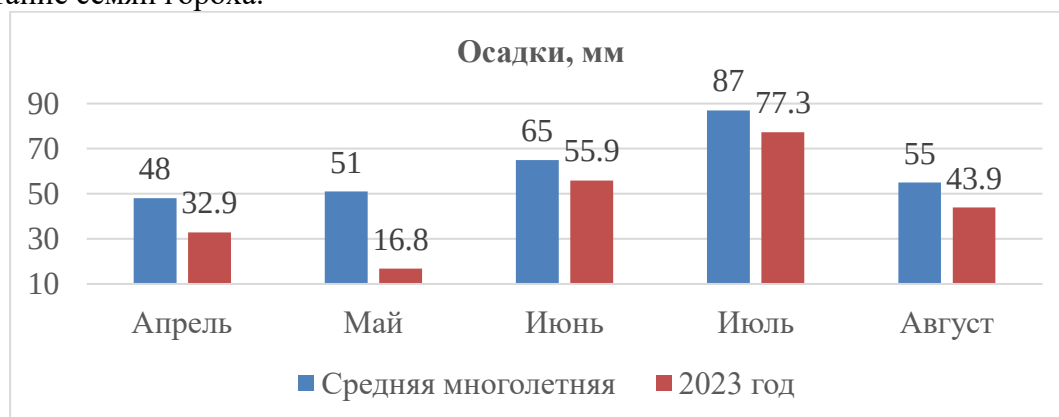


Рис. 2. Динамика среднемесечного количества осадков за вегетационный период гороха в 2023 г. по сравнению со среднемноголетними значениями

Температура воздуха в июне была ниже среднемноголетней нормы на 0,8°C. Первая декада июня характеризовалась прохладной и сухой погодой, а третья - прохладной и влажной. Осадков в первой декаде июня выпало всего 11,3%, в третьей – 165,2% декадной нормы. Вторая декада июня была теплее на 0,4°C декадной нормы. Осадков выпало всего 41,7%. Во второй декаде июня растения испытывали недостаток влаги, а в третьей декаде из-за обильных осадков были неблагоприятные условия для проведения полевых работ.

Первая декада июля была благоприятной для развития растений, среднедекадная температура воздуха была выше на 1,2°C декадной нормы. Во второй декаде среднесуточная температура воздуха была ниже декадной нормы на 0,9°C, в третьей – на 2,2°C. Осадков в первой декаде июля выпало 50% от нормы, во второй – 21,3%, в третьей – 203,6% декадной нормы. Обильные осадки третьей декады и температурный режим июля ускорили созревание и полегание посевов гороха. Август по температурному режиму и количеству выпавших осадков был благоприятным для полевых работ. В первой декаде температура воздуха была выше среднедекадной нормы на 2,5°C, во второй – на 2,4°C, и в третьей – на 0,9°C. Осадков за первую декаду августа выпало 97,3%, за вторую – 82,2%, за третью – 84,4% декадной нормы.

Результаты и их обсуждение

В лабораторных и полевых условиях была проведена оценка обработанных и необработанных (контроль) семян гороха сортов Эстафета и Ягуар новым фунгицидным протравителем Гераклион, КС 1 л/т и биологическим инокулянтom РизоБаш 3 л/т + прилипатель Биолипостим 0.3 л/т, а также их комплексное применение на семенах гороха сортов Эстафета и Ягуар.

В результате заложенного опыта по лабораторной и полевой всхожести семян выявлено, что данный показатель при обработке семян гороха фунгицидом Гераклион, КС 1 л/т превышал контроль. На этом варианте лабораторная всхожесть обоих сортов увеличилась на 2%, по сравнению с контролем, а повышение полевой всхожести семян составило у сорта Эстафета 4%, у сорта Ягуар – 3% относительно контрольного варианта (табл. 1)

На варианте с инокуляцией семян биологическим инокулянтom РизоБаш 3 л/т + прилипатель Биолипостим 0,3 л/т (в день посева) прибавки по лабораторной всхожести семян не отмечено, а при оценке полевой всхожести семян гороха – прибавка была незначительная и составила у сорта Эстафета – 2%, у сорта Ягуар – 1%.

Наибольшее влияние на лабораторную и полевую всхожесть семян отмечено на варианте с комплексным применением препаратов Гераклион, КС 1 л/т (обработка семян за 7 дней до посева) + Инокуляция РизоБаш 3 л/т + прилипатель Биолипостим 0,3 л/т в день посева. Таким образом, лабораторная всхожесть семян по сравнению с контролем

увеличилась у сорта Эстафета на 3%, у сорта Ягуар – на 2%. При определении полевой всхожести семян на данном варианте опыта прибавка составила у сорта Эстафета – 6%, у сорта Ягуар – 5%.

Таблица 1

Влияние предпосевной подготовки на лабораторную и полевую всхожесть семян гороха сортов Эстафета и Ягуар

Варианты опыта	Лабораторная всхожесть, %		Полевая всхожесть, %	
	Эстафета	Ягуар	Эстафета	Ягуар
Контроль без обработки	94	96	88	86
Гераклион, КС 1л/т за 7 дней до посева	96	98	92	89
РизоБаш 3л/т+ прилипатель Биолипостим 0,3 л/т в день посева	94	96	90	87
Гераклион, КС 1л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3л/т+ прилипатель Биолипостим 0,3 л/т в день посева	97	98	94	91

Обработка семян фунгицидным протравителем Гераклион, КС 1л/т совместно с биологическим инокулянт РизоБаш 3 л/т + прилипатель Биолипостим 0,3 л/т, а также опрыскивание вегетирующих растений комплексным удобрением Мегамикс Профи 0,4 л/га в фазу бутонизации – начала цветения оказало положительное влияние на закладку и формирование структурных элементов урожайности гороха (табл. 2).

Таблица 2

Элементы урожайности растений гороха сортов Эстафета и Ягуар в зависимости от изучаемых агроприемов

Варианты опыта		Кол-во бобов, шт./раст.	Кол-во семян, шт./раст.	Масса семян, г/раст.	Масса 1000 семян, г
Эстафета					
Контроль без обработки		3	15	2,9	183,9
Обработка семян	Гераклион КС 1л/т за 7 дней до посева	4	20	3,8	191,3
	РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева	5	18	3,6	194,5
	Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева	5	21	4,2	201,3
	Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева + обработка растений по вегетации Мегамикс ПРОФИ 0,4 л/га	5	20	4,2	208,8
НСР _{0,5}		0,24	1,40	0,27	3,70
Ягуар					
Контроль без обработки		4	18	4,1	234,2
Обработка семян	Гераклион КС 1л/т за 7 дней до посева	5	21	4,3	235,7
	РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева	6	22	5,3	238,6
	Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева	7	27	6,4	241,6
	Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева + обработка растений по вегетации Мегамикс ПРОФИ 0,4 л/га	7	26	6,4	241,9
НСР _{0,5}		0,39	1,42	0,33	4,18

Выявлена сортовая специфичность в отношении используемых агроприемов. Так, на варианте с комплексной обработкой семян Гераклион КС 1 л/т + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т + Мегамикс Профи 0,4 л/га количество бобов с растения у сорта Эстафета увеличилось на 2 шт., у сорта Ягуар – на 3 шт. При этом количество семян увеличилось у сорта Эстафета на 5 шт., у сорта Ягуар – на 8 шт. с растения. Масса семян с растения увеличилась у сорта Эстафета на 4,4%, у сорта Ягуар – на 5,6%.

На варианте с совместной обработкой семян гороха Гераклион КС 1 л/т + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т у сорта Эстафета количество бобов с растения увеличилось на 2 шт., у сорта Ягуар - на 3 шт. При этом количество семян с растения увеличилось у сорта Эстафета на 6 шт., у сорта Ягуар - на 9 шт. У сорта Эстафета масса семян с растения увеличилось на 9%, масса 1000 семян - на 10%. У сорта Ягуар прибавка по данным показателям составила 5,6% и 3% соответственно.

Обработка семян Гераклион, КС 1 л/т + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т, способствовали увеличению элементов продуктивности растений гороха. Таким образом при подсчете среднего количества бобов с растения, на данном варианте опыта была отмечена прибавка у обоих сортов на 2 шт., при этом среднее количество семян с растения в сравнении с контролем изменялось у сорта Эстафета на 3-5 шт., у сорта Ягуар – на 3-4 шт. При определении массы семян с растения установлено ее увеличение как за счет количества семян, так и их выравненности, что свою очередь повлияло на массу 1000 семян. Масса 1000 семян увеличилась у сорта Эстафета на 4,0-5,7%, у сорта Ягуар на 0,7-1,7%.

Прибавка урожайности гороха по сравнению с контролем на варианте с обработкой семян Гераклион КС 1л/т составила у сорта Эстафета 0,2 т/га или 6,3%, у сорта Ягуар - 0,15 т/га или 4,8% (табл. 3).

Обработка семян протравителем Гераклион КС 1 л/т и инокулянтом РизоБаш 3 л/т + прилипатель Биолипостим 0,3 л/т позволила получить прибавку урожайности у сортов Эстафета и Ягуар 15,9 и 14,8% соответственно.

Максимальна урожайность в опыте получена на варианте с обработкой семян и вегетирующих растений. Так, при опрыскивании растений комплексным удобрением Мегамикс Профи в фазу бутонизации - начала цветения получена прибавка урожайности у сорта Эстафета на 0,54 т/га или 17,1% и сорта Ягуар – на 0,57 т/га или 18,3%.

Таблица 3

Урожайность гороха сортов Эстафета и Ягуар в зависимости от изучаемых агроприемов

Варианты опыта		Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
			т/га	%
Эстафета				
Контроль без обработки		3,14	-	-
Обработка семян	Гераклион КС 1л/т за 7 дней до посева	3,34	0,2	6,3
	РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева	3,15	0,01	0,3
	Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева	3,64	0,5	15,9
Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева + обработка растений по вегетации Мегамикс ПРОФИ 0,4 л/га		3,68	0,54	17,1
НСР ₀₅		0,38	-	

Ягуар				
Контроль без обработки		3,1	-	-
Обработка семян	Гераклион КС 1л/т за 7 дней до посева	3,3	0,15	4,8
	РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева	3,2	0,1	3,2
	Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева	3,6	0,5	14,8
Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева + РизоБаш 3 л/т + Биолипостим 0,3 л/т в день посева + обработка растений по вегетации Мегамикс ПРОФИ 0,4 л/га		3,67	0,57	18,3
НСР ₀₅		0,34	-	

Заключение

Таким образом, подготовка семян гороха к посеву с использованием протравителя Гераклион, КС 1л/т за 7 дней до посева и инокулянта РизоБаш 3л/т с прилипателем Биолипостим 0,3 л/т в день посева является эффективным приемом, который повышает лабораторную и полевую всхожесть новых сортов гороха Эстафета и Ягуар.

Проведение комплекса агроприемов, включающих обработку семян фунгицидом Гераклион КС 1 л/т за 7 дней до посева и инокулянтом РизоБаш 3 л/т с прилипателем Биолипостим 0,3 л/т в день посева, а также листовую подкормку растений макро- и микроэлементами в составе удобрения Мегамикс ПРОФИ 0,4 л/га в фазу бутонизации - начала цветения позволяет получить максимальную прибавка урожайности: у сорта Эстафета превышение урожайности составило 17,1%, у сорта Ягуар – 18,3%.

Литература

- 1.Зотиков В.И., Цуканова З.Р., Молошенок А.А. Реализация биологического потенциала и особенности семеноводства современных сортов гороха посевного. //Зернобобовые и крупяные культуры.- 2019. -№2(30). – С.20-26. DOI: 10.24411/2309-349X-2019-11083
2. Ерохин А.И., Павловская Н.Е. Предпосевная обработка семян гороха препаратом на основе лектинов зернобобовых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2 (22). – С. 42-46.
3. Кривошеев С.И., Шумаков В.А., Гаврилова Т.В. Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами и микроудобрениями на посевные качества и урожайность различных сортов гороха // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 6. – С. 40-44.
4. Резвякова С.В., Асадбеков А.К., Цуканова З.Р. Приемы повышения посевных качеств семян и урожайности гороха // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – №4 (36).- С. 88-91.
5. Немченко В.В. Протравливание семян – первая ступень получения защищенного и продуктивного агроценоза // Защита и карантин растений. – 2014. –№ 3. – С. 22-23.
6. Лаптиева А.Б., Кунгурцева О.В. Предпосылки и основы химической защиты гороха от болезней // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2. (18). – С. 99-103.
7. Титова В.И., Малышева М.К. Влияние жидкого комплексного удобрения «ЖКУ 11-37-0» на продуктивность гороха посевного в условиях вегетационного опыта // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 1 (17). – С. 49-54.
8. Борзенкова Г.А. Система рационального применения протравителей и оптимизация их совместного использования с биопрепаратами и ФАВ в защите гороха от болезней в условиях юга Нечерноземной зоны России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 90-98.
9. Мурзенкова В.И., Черненькая Н.А. Использование новых фунгицидных протравителей в предпосевной подготовке семян гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2 (22). – С. 46-50.

10. Алешин М.А. Влияние инокуляции и доз азотных удобрений на крупяные свойства и урожайность посевного гороха в условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья // Пермский аграрный вестник. – 2018. – №1 (21). – С. 48-53.
11. Вершинина О.В. Формирование высокопродуктивных посевов гороха при применении биостимуляторов и удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Кинель. – 2008. 213 с.
12. Целуйко О.А., Парамонов А.В. Влияние длительного применения удобрений на урожайность гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4 (32). – С. 46-51.
13. Шор В.Ч., Крицкий М.Н., Гвоздова Л.И., Макарова Н.В. Возделывание гороха в чистых и смешанных посевах. // Земледелие и защита растений. Приложение к журналу "Земледелие и защита растений". – 2020. – № 1. – С. 5-9.
14. Вильдфлуш И.Р., Пироговская Г.В., Мишура О.И., Малашевская О.В. Влияние новых комплексных удобрений и регуляторов роста на биометрические показатели, урожайность и качество гороха полевого // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1 (56). – С. 129-137.
15. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Панарина В.И., Бобков С.В., Бударина Г.А., Грядунцова Н.В. и другие // Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов. Орёл: ООО ПФ «Картуш». – 2022. – 204 с.

References

1. Zotikov V.I., Tsukanova Z.R., Moloshonok A.A. Realization of the biological potential and features of seed production of modern varieties of common peas. // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no.2(30), pp.20-26. DOI: 10.24411/2309-349X-2019-11083
2. Erokhin A.I., Pavlovskaya N.E. Presowing treatment of pea seeds with a preparation based on lectins of leguminous crops // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2017, no. 2(22), pp. 42-46.
3. Krivosheev S.I., Shumakov V.A., GavriloVA T.V. Effect of pre-sowing seed treatment with biopreparation and microfertilizers on sowing qualities and yield of different pea varieties // *Bulletin of Kursk State Agricultural Academy*. 2018, no. 6, pp. 40-44.
4. Rezvyakova C.V., Asadbekov A.K., Tsukanova Z.R. Methods to improve the sowing qualities of seeds and yield of pea // *Innovations in agro-industrial complex: problems and prospects*. 2022, no.4 (36), pp. 88-91.
5. Nemchenko V.V. Seed dressing - the first step in obtaining protected and productive agrocenosis // *Plant Protection and Quarantine*. 2014, no. 3, pp. 22-23.
6. Laptiev A.B., Kungurtseva O.V. Prerequisites and bases of chemical protection of pea from diseases // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 2, pp. 99-103.
7. Titova V. I., Malysheva M. K. Effect of liquid complex fertilizer "ZhKU 11-37-0" on the productivity of pea seed in the conditions of vegetation experiment // *Perm Agrarian Bulletin*, 2017, no. 1 (17), pp. 49-54.
8. Borzenkova G.A. System of rational use of dressing agents and optimization of their joint use with biopreparations and FAV in the protection of pea from diseases in the south of the Non-Black Earth zone of Russia // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no. 1, pp. 90-98.
9. Murzenkova V.I., Chernenkaya N.A. Use of new fungicide dressing agents in the pre-sowing preparation of pea seeds // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no. 2 (22), pp. 46-50.
10. Alyoshin M.A. Influence of inoculation and doses of nitrogen fertilizers on cereal properties and yield of sown peas in conditions of sod-podzolic heavy loamy soil of the Urals // *Perm Agrarian Bulletin*. 2018, no.1 (21), pp. 48-53.
11. Vershinina O.V. Formation of high-yielding pea crops under the application of biostimulants and fertilizers in the conditions of forest-steppe of the Middle Volga region. Dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Kinel. 2018. 213 p.
12. Tseluiko O.A., Paramonov A.V. Effect of long-term application of fertilizers on pea yield // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019, no. 4 (32), pp. 46-51.
13. Shor V.C., Kritsky M.N., GvozdoVA L.I., Makarova N.V. Pea cultivation in pure and mixed crops // *Land farming and plant protection. Supplement to the journal "Land farming and plant protection"*. 2020, no. 1, pp. 5-9.
14. Vil'dflush I.R., Pirogovskaya G.V., Mishura O.I., Malashevskaya O.V. Effect of new complex fertilizers and growth regulators on biometric parameters, yield and quality of field pea // *Soil Science and Agrochemistry*. 2016, no. 1(56), pp. 129-137.
15. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Panarina V.I., Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V. et al. Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog. Orel, ООО ПФ «Kartush» Publ., 2022, 204 p.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛ «ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ»

О статусе журнала ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ

С 01.01. 2024 года Минобрнауки РФ утвердило итоговое распределение журналов Перечня ВАК по категориям: К1, К2, К3. Журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» отнесён к К2 по пяти специальностям: 1.5.7. Генетика (сельскохозяйственные науки); 1.5.9. Ботаника (сельскохозяйственные науки); 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (биологические науки); 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки); 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

Структура статьи

УДК xxx.xxx:(xxx.xxx+xxx.xxx)

Название статьи (по центру, 12 пт)

Инициалы и фамилии авторов (по центру, заглавные буквы 12 пт)

ORCID ID, E-mail:

Официальное название организации, город, страна (по левому краю, 12 пт).

Реферат (200-250 слов, по ширине страницы, 12 пт). Реферат должен быть четким и информативным (не содержать общих фраз, второстепенной информации), оригинальным, содержательным (отражать основное содержание статьи), структурированным (написанным как один абзац текста, но следовать последовательности описания результатов в статье).

Реферат должен содержать цель, краткое описание методов проведения исследований, описание основных результатов и лаконичные выводы.

Ключевые слова (4-6 слов, по ширине страницы, 12 пт).

Введение. Введение может содержать характеристику изученности проблемы в мировой научной литературе. Историей вопроса. Постановкой проблемы. Завершается введение характеристикой цели работы: «выявить...», «охарактеризовать...», «выяснить...», «описать...»; целью работы не может быть «изучить...» или «исследовать...».

Материал и методы исследований. Раздел должен давать возможность повторить весь объем проведенных исследований для проверки полученных автором статьи данных. Он по необходимости может делиться на подразделы. Раздел должен создавать целостное представление о том, что автору работы известны все возможные источники ошибок, которые могут повлиять на результаты исследований.

Результаты и их обсуждение

Раздел при необходимости может делиться на подразделы.

1. Латинские названия и связанная с ними информация (например, фамилии авторов или год описания) должны иметь одинаковые элементы форматирования.

2. Нельзя приводить ссылки на таблицу или рисунок в виде отдельного предложения.

3. Единицы измерения системы СИ приводятся без точки (м, г, а, моль), а нестандартизированные единицы – с сокращениями (экз./м² и т. д.).

4. В статье нельзя использовать сокращение научных терминов.

5. Названия таблиц и рисунков (а также примечания к ним) должны быть «исчерпывающими». Читатель не должен дополнительно перечитывать «Материал и методы исследований» или название работы, чтобы разобраться в содержании таблицы или рисунка, определить повторность исследований.

Выводы. Выводы – 5-10 предложений. Можно в виде списка, можно сплошным текстом.

Благодарности (если необходимы). Благодарности подаются после выводов перед библиографическими ссылками.

Библиографические ссылки. Список литературы должен включать в себя ссылки на современные исследования, опубликованные за последние 10-15 лет. Приветствуются ссылки на статьи из высокоцитируемых зарубежных и российских журналов. Проверку цитируемости автора или журнала необходимо осуществлять по базам: WoS

(<http://apps.webofknowledge.com/>), SCOPUS (<http://apps.webofknowledge.com/>), РИНЦ (<https://elibrary.ru/authors.asp>).

Ссылки на статьи из журнала, в котором публикуется данная статья, не должны превышать 10% от общего количества всех источников из списка литературы статьи.

Примеры оформления библиографических ссылок. ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 4 (44) 2022 г.

Вариант References (для зарубежных баз данных) приводится полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются ли в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке.

Для получения транслитерированного списка литературы необходимо воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу в системе **BSI (British Standard Institute)** на сайте <http://translit.ru>, <http://transliteration.pro/bsi>, или на других сайтах, где есть онлайн транслитерация в системе BSI.

Транслитерируются: фамилия (и) И.О. автора(ов), название статьи и русскоязычные названия источников. Название источника выделяется курсивом.

Переводятся на английский язык: названия статей, монографий, сборников статей, конференций. После выходных данных указывается язык (in Russian).

- Перевод названия статьи, книги, сборника и журнала на английский язык дается в квадратных скобках, после транслитерированного названия.

- Из транслитерированного варианта ссылки нужно убрать знак «//», заменив его точкой.

- Место издания необходимо раскрыть. Например, вместо М. указать Moscow.

- Количество страниц в виде «s» (123 s.) из транслитерированного варианта ссылки нужно заменить на «р» (123 p. – в случае указания общего количества страниц в источнике) или pp. (pp. 23-35 – при указании диапазона страниц статьи в журнале или сборнике статей).

- Значок номера № в References заменяется на по.

Примерная схема представления статей из русскоязычных источников для References:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Author D.D. (Перечисляются все авторы в транслитерации) Title of article. (Транслитерация + перевод). Title of Journal (Транслитерация курсивом или транслитерация курсивом + перевод курсивом), 2019, V. 5, no. 2, pp. 49-53. (In Russian) Debelyi G.A. Zernobobovye kul'tury v mire i Rossiiskoi Federatsii [Legumes in the World and in Russian Federation]. Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops, 2012, no 2, pp. 31-35. (In Russian)

Подробное описание обработки различных видов ссылок для References находится по адресу <https://bibliotekovedenie.rsl.ru/jour/pages/view/References>

Авторы полностью несут ответственность за точность библиографических источников, в том числе в переводе на английский язык.

Все библиографические ссылки необходимо проверить на наличие DOI, обязательно его указать. Ответственность за проверку наличия DOI в библиографических ссылках несут авторы статьи.

Критерии авторства. Авторы статьи должны в письменном виде подтвердить, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат).

Конфликт интересов. Авторы должны заявить об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах. Имя Отчество Фамилия, организация, степень, звание, должность, E-mail, ORCID (для индивидуальных исследователей доступ к реестру ORCID предоставляется бесплатно: <https://orcid.org/signin>. Вы можете получить ORCID ID, управлять записью результатов своей деятельности и искать в реестре других научных работников. Очень важно предоставлять код ORCID каждый раз, когда вы отправляете рукопись в журнал).

Все авторы должны прочитать и одобрить окончательный вариант рукописи.

Рекомендации по набору и оформлению текста.

Рукописи печатаются на одной стороне листа А4 с 1,0 междустрочным интервалом.

Шрифт Times New Roman, размер – 12 пт. Абзацный отступ – 1,0 см.

Объем экспериментальных статей – от 5 до 10 страниц; объем обзорных статей – не более 15 страниц. Количество рисунков не должно превышать 5.

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 4 (44) 2022 г.

Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы в соответствии с содержанием статьи. Статистическая и другие виды детализации приводятся под таблицей в примечаниях.

Табличные материалы размещаются в тексте статьи непосредственно после первого упоминания о них.

Рисунки нумеруются в порядке их обсуждения в тексте. Все элементы текста в изображениях (графиках, диаграммах, схемах), если это возможно, должны иметь гарнитуру Times New Roman. Изображение после сканирования при печати должно быть четким, подстать четкости основного текста. Ссылки в тексте приводятся по образцу (фамилия, год), например: 1 автор – (Vinson, 1997); 2 автора – (Vargo and Laurel, 1994; Vargo and Hulsey, 2000); 3 и более авторов – (Jones et al., 1978; Davis et al., 1989).

Рукопись должна быть подписана авторами и иметь заверенное печатью направление от учреждения, подтверждающее, где проводилось исследование и что материалы публикуются впервые.

Все статьи, поступающие в редакцию, проверяются на наличие заимствований в системе АНТИПЛАГИАТ.

Правила опубликования

1. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора.

2. За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

3. Присланные рукописи обратно не возвращаются.

4. Не допускается направление в редакцию работ, которые направлены в другие издания или напечатаны в них.

Редакция оставляет за собой право сокращать и исправлять рукопись по согласованию с автором.

Авторские права. Авторы, публикующие в данном журнале, соглашаются со следующим:

1. Авторы сохраняют за собой авторские права на работу и предоставляют журналу право первой публикации работы на условиях лицензии Creative Commons Attribution License, которая позволяет другим распространять данную работу с обязательным сохранением ссылок на авторов оригинальной работы и оригинальную публикацию в этом журнале.

2. Авторы сохраняют право заключать отдельные контрактные договорённости, касающиеся неэксклюзивного распространения версии работы в опубликованном здесь виде (например, размещение ее в институтском хранилище, публикацию в книге), со ссылкой на ее оригинальную публикацию в этом журнале.

3. Авторы имеют право размещать их работу в сети Интернет (например, в институтском хранилище или персональном сайте) до и во время процесса рассмотрения ее данным журналом, так как это может привести к продуктивному обсуждению и большему количеству ссылок на данную работу (См. The Effect of Open Access).

Приватность. Имена и адреса электронной почты, введенные на сайте этого журнала, будут использованы исключительно для целей, обозначенных этим журналом, и не будут использованы для каких-либо других целей или предоставлены другим лицам и организациям.