

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 1 (41), 2022 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

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

Зеленов Андрей Анатольевич, к. с.-х. наук

Косолапов Владимир Михайлович, академик РАН

Крефт Иван, академик, Словения

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.**

Фотомастер **Черненький В.А.**

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

**Свидетельство о регистрации
ПИ №ФС77-77939,
от 19 февраля 2020 г.**

**Журнал включен ВАК при
Минобрнауки РФ в Перечень
рецензируемых научных изданий,
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: 21.03.2022 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.1 (41), 2022

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.).

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

Zelenov, Andrei A. – FSBSI FSC LGC, Deputy Director for Research, Cand. Sci. (Agric.)

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

Kreft, Ivan – University of Ljubljana, Slovenia, Professor, Academician, Slovenian Academy of Sciences and Arts, Dr. Sci., Dr. h.c.

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

Serekpae, 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
Registration certificate
ИИ №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, 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: 21.03.2022

Format A4.

Font Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Printed at FSBSI «FSC LGC»

Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

Полухин А.А., Кибиров А.Я., Михайлов М.Р. Оценка промежуточных итогов выполнения программ поддержки воспроизводства материально-технической базы растениеводства в Российской Федерации	5
Зубарева К.Ю., Бобков С.В., Хрыкина Т.А. Влияние органоминеральных микроудобрений на накопление белка в органах растений и качество зерна сои	13
Дидоренко С.В., Сагит И., Абилдаева Ж.Б., Касенов Р.Ж., Далибаева А.М. Создание неосыпающихся линий сои в условиях юго-востока Казахстана	21
Катышева Н.Б., Поморцев А.В., Зорина С.Ю., Соколова Л.Г., Журавкова А.С., Катышев А.И., Дорофеев Н.В. Оценка продолжительности вегетационного периода и продуктивности сортов и сортообразцов сои в условиях Иркутской области	30
Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Некоторые аспекты агроэкологической характеристики сельскохозяйственных растений	36
Лебедько Л.В., Ториков В.Е., Шпилев Н.С. Совершенствование селекционно-семеноводческого процесса полевых культур	45
Задорин А.М., Зеленов А.А., Кононова М.Е. Новый сорт гороха Эстафета	51
Ерохин А.И. Эффективность внекорневой (листовой) обработки растений гороха препаратом Гумат+7	56
Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности числовых признаков сортообразцов <i>Vicia faba</i> L. при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана	61
Сурков А.Ю., Суркова И.В. Адаптивная способность и стабильность различных морфотипов проса в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона	72
Тихонов Н.П., Тихонова Т.В. Эколого-генетические аспекты и результаты селекции проса посевного на крупнозёрность	82
Медведев А.М., Лисеенко Е.Н., Митрошина О.В. К вопросу устойчивости озимой тритикале в Центральном Нечерноземье к наиболее опасным болезням и полеганию	90
Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность зернопарового севооборота в северо-восточном регионе ЦЧЗ в зависимости от агротехнологий	99
Коваленко С.А., Кадушкина В.П., Бирюкова О.В. Изменчивость технологических свойств зерна твердой яровой пшеницы под влиянием условий вегетации	109
Дронов А.В., Бельченко С.А., Мамеев В.В., Нестеренко О.А. Параметры адаптивной способности и урожайности зерна гибридов кукурузы (ФАО 100-300) в условиях юго-западной части Нечерноземья (Брянская область)	115
Титков А.А., Шелкова С.О., Киреева О.О. Влияние пандемии на аграрный сектор Орловской области	126

ZERNOBOBOVYE I KRUPÂNYE KUL'TURY (Legumes and Groat Crops) No.1 (41), 2022

Polukhin A.A., Kibirov A.Ya., Mikhailov M.R. Evaluation of the intermediate results of the implementation of support programs for renewal the material and technical base of crop production in the Russian Federation	5
Zubareva K.Yu., Bobkov S.V., Khrykina T.A. Effect of organomineral microfertilizers on protein accumulation in plant organs and soybean grain quality	13
Didorenko S.V., Sagit I., Abildaeva J.B., Kasenov R.Zh., Dalibaeva A.M. Creation of non-shattering soybean lines in the conditions of the south-east of Kazakhstan	21
Katysheva N.B., Pomortsev A.V., Zorina S.Y., Sokolova L.G., Zhuravkova A.S., Katyshev A.I., Dorofeev N.V. Assessment of growing season duration and productivity of soybean varieties and cultivars under the conditions of the Irkutsk region	30
Zelenov A.N., Zelenov A.A. Some aspects of the agroecological characteristics of agricultural plants	36
Lebedko L.V., Torikov V.E., Shpilev N.S. Improvement of the breeding and seed-growing process of field crops	45
Zadorin A.M., Zelenov A.A., Kononova M.E. A new variety of pea Estafeta	51
Erokhin A.I. Effectiveness of foliar (leaf) treatment of pea plants with the preparation Humate+7	56
Khabibov A.D., Shuaibova N.Sh. The role of the genotypic factor in the variability of numerical characteristics of varietal specimens of <i>Vicia faba</i> L. when introduced in the conditions of Inland Dagestan	61
Surkov A.Ju., Surkova I.V. Adaptive capacity and stability of various morphotypes of millet in the conditions of the south-east Central Chernozem region	72
Tikhonov N.P., Tikhonova T.V. Ecological and genetic aspects and results of breeding of common millet for coarse grain	82
Medvedev A.M., Liseenko E.N., Mitroshina O.V. To sustainability issue winter triticale to the most dangerous diseases and lodging in the central region of the Non-Chernozem zone	90
Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Productivity of grain-fallow crop rotation in the north-eastern region of the Central Chernozem Zone depending on agricultural technologies	99
Kovalenko S.A., Kadushkina V.P., Biryukova O.V. Variability in technological properties of durum spring wheat grain under the influence of vegetation conditions	109
Dronov A.V., Belchenko S.A., Mameev V.V., Nesterenko O.A. Parameters of adaptive capacity and grain yield of corn hybrids (FAO 100-300) in the conditions of the south-western part of Non-Chernozem region (Bryansk region)	115
Titkov A.A., Shelkova S.O., Kireeva O.O. The impact of the pandemic on the agricultural sector of the Oryol region	126

**ОЦЕНКА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ИТОГОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММ
ПОДДЕРЖКИ ВОСПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ
РАСТЕНИЕВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

А.А. Полухин, доктор экономических наук, профессор РАН,
ORCID ID: 0000-0002-6652-1031, E-mail: dirzbc@yandex.ru

А.Я. Кибиров*, доктор экономических наук, E-mail: kibirov@gmail.com

М.Р. Михайлов**, кандидат технических наук, E-mail: mmichailov@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ

** ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

В статье рассматриваются степень сокращения машинно-тракторного парка Российской Федерации, причины этого процесса и связанные с ними риски. Проводится анализ государственных программ и ведомственных подпрограмм, направленных на поддержку обновления материально-технической базы растениеводства РФ. Приведены результаты реализации данных программ в последние годы и проведён анализ эффективности мер поддержки в зависимости от региона.

Ключевые слова: трактор, зерноуборочный комбайн, парк сельскохозяйственной техники, продовольственная безопасность, государственная поддержка, материально-техническая база растениеводства.

Для цитирования: Полухин А.А., Кибиров А.Я., Михайлов М.Р. Оценка промежуточных итогов выполнения программ поддержки воспроизводства материально-технической базы растениеводства в Российской Федерации. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):5-12. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-5-12

**EVALUATION OF THE INTERMEDIATE RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF
SUPPORT PROGRAMS FOR RENEWAL THE MATERIAL AND TECHNICAL BASE OF
CROP PRODUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION**

A.A. Polukhin, ORCID ID: 0000-0002-6652-1031, E-mail: dirzbc@yandex.ru

A.Ya. Kibirov*, E-mail: kibirov@gmail.com

M.R. Mikhailov**, E-mail: mmichailov@mail.ru

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

*FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF
AGRICULTURAL ECONOMICS

**FSBEE HE «N.V. PARAKHIN STATE AGRARIAN UNIVERSITY, OREL»

Abstract: *The article considers the degree of reduction of the machine and tractor fleet of the Russian Federation, the reasons for this process and the risks associated with it. Analysis of state programs and departmental subprogrammes aimed at supporting the renewal of the material and technical base of crop production of the Russian Federation is being carried out. The results of implementation of these programs in recent years and analysis of the effectiveness of support measures depending on the region are given.*

Keywords: tractor, combine harvester, agricultural machinery, food security, state support, material and technical base of crop farming.

Введение

Обеспеченность средствами производства для сельского хозяйства – обеспеченность сельскохозяйственной техникой – является в настоящее время одним из обязательных условий рентабельности производства продуктов питания. Кроме того, обеспечение снабжения населения пищей без зависимости от импорта продовольствия – это один из государственных приоритетов, нашедший отражение в Концепции продовольственной безопасности Российской Федерации. Анализ обеспеченности материальной базы растениеводства за последние три десятилетия показывает, что количественный состав тракторов и зерноуборочных комбайнов имеет стойкую тенденцию к снижению. Следует отметить, что для нашей страны также отмечается снижение объёмов посевных площадей, однако снижение парка идёт опережающими темпами и нагрузка на единицу техники растёт. Причина этих процессов последних лет лежит в преобразованиях, произошедших в нашей стране после развала Советского Союза, и затронувших все сферы деятельности, в том числе и народное хозяйство.

Цель работы – объективно оценить итоги выполнения программ поддержки воспроизводства материально-технической базы растениеводства в Российской Федерации.

Результаты и их обсуждение

В сельском хозяйстве структурные преобразования выразились в разукрупнении сельскохозяйственных товаропроизводителей, что повлекло за собой снижение их платежеспособности вследствие ухудшения их финансового положения. По оценке В.Н. Кузьмина только 10% от общего числа производителей сельскохозяйственной продукции могут позволить себе новую технику; от 25 до 30% составляют «средние» предприятия, которые эксплуатируют ранее приобретенную отечественную технику и более половины сельскохозяйственных товаропроизводителей используют упрощенные технологии и изношенную технику [1]. В последние годы доля крестьянских (фермерские) хозяйств в валовом объеме зерновых и зернобобовых культур составляла чуть более трети от валового сбора в сельскохозяйственных организациях, являясь, в том числе, следствием недостатка оснащённости современной энергонасыщенной техникой, ввиду её высокой стоимости и затрат на обслуживание (рис. 1).

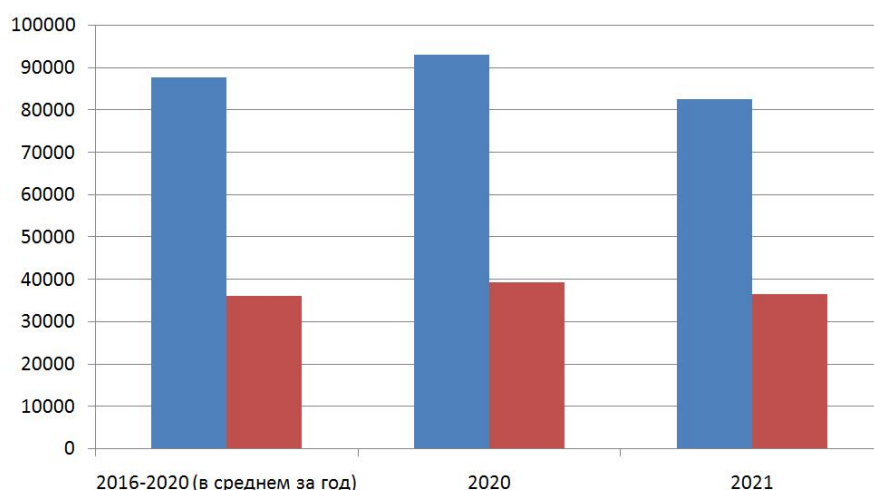


Рис. 1. Валовый сбор зерновых и зернобобовых культур в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах Российской Федерации, тыс.тонн [2]

Анализ динамики изменения количественного состава техники на конец 2020 года (по 2021 году ГКС приводит предварительные данные) по сравнению с 1990 годом показывает снижение парка тракторов более чем в 6,7 раз (рис. 2), зерноуборочных комбайнов – более чем в 7,5 раз (рис. 3), кормоуборочных комбайнов – более чем в 10,5 раз (рис. 3).

Наибольшее уменьшение отмечается в период до 2008 года, после чего темпы снижаются, что совпадает с началом реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы. Тем не менее, оценка реализации данной программы показала, что высокие темпы обновления основных видов сельскохозяйственной техники по зерноуборочным комбайнам отмечены только в 12 регионах, выполнивших задания Государственной программы на 100% и более, а в полном объеме задания по приобретению техники в 2008-2012 годах выполнили только два субъекта. Такие результаты могут быть объяснены недостатком финансовых средств, вызванных последствиями неблагоприятных погодных условий 2009-2010 годов и 2012 года [3].

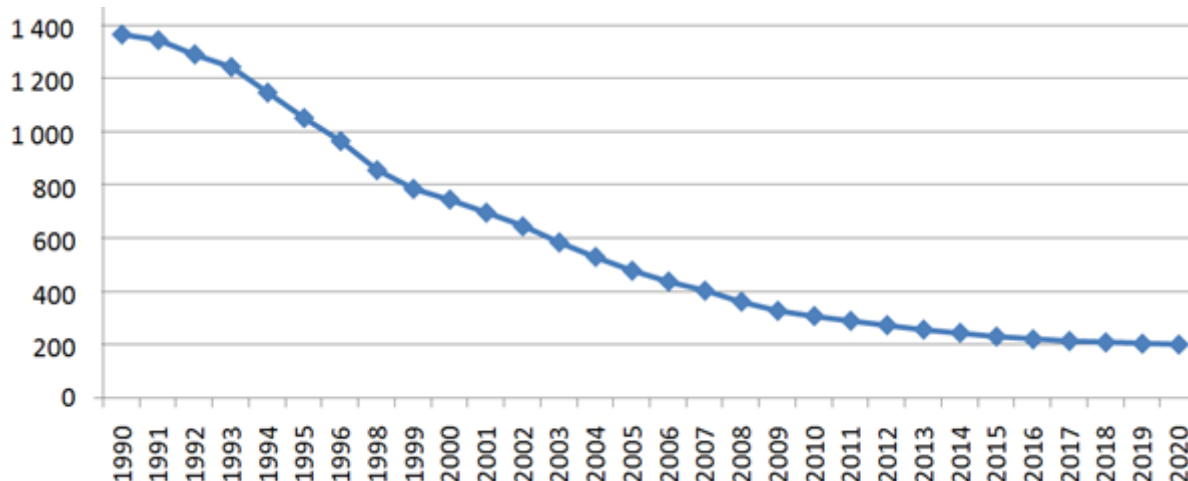


Рис. 2. Динамика изменения количественного состава парка тракторов Российской Федерации (на конец года, тыс. шт.) [2]

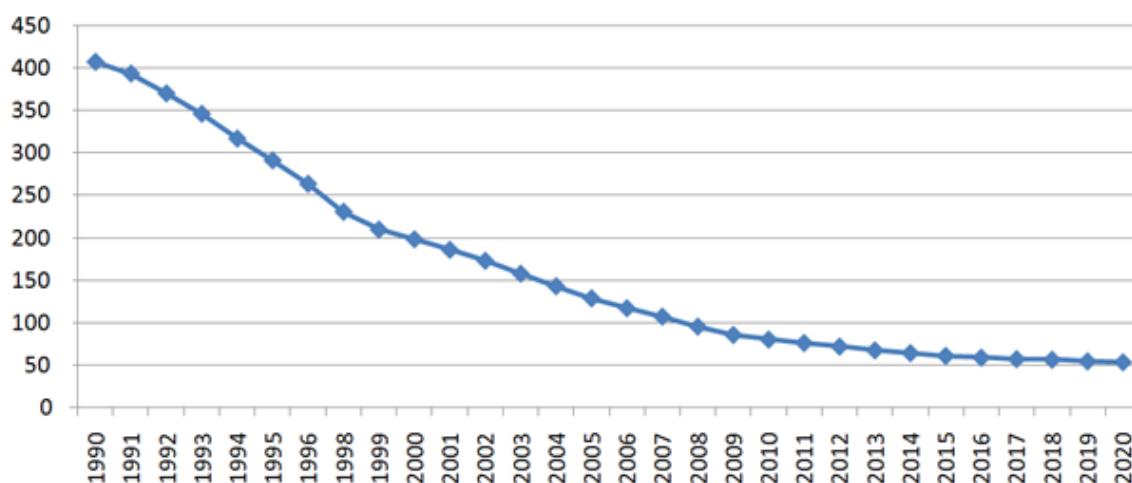


Рис. 3. Динамика изменения количественного состава парка зерноуборочных комбайнов Российской Федерации (на конец года, тыс. шт.) [2]

На наш взгляд, причины процесса снижения количественного состава парка зерноуборочной техники имеют как национальный, так и наднациональный уровни. Общемировой тенденцией является интенсификация процесса производства продуктов питания. Для сельскохозяйственной техники в растениеводстве это выражается в повышении её энергонасыщенности, что приводит к снижению требуемого количества техники для выполнения полевых работ в установленные агротехнические сроки. Применение систем точного земледелия, параллельного вождения и широкозахватных агрегатов позволяют выполнять ряд различных операций за один проход и сокращают время на выполнение комплекса работ в целом. Говоря о применении таких систем, необходимо подчеркнуть, что

не всегда есть возможность их применения. Так, например, сложность почвенного рельефа формы полей в условиях средней полосы России делают использование широкозахватной техники низкоэффективным.

Сокращение посевных площадей в нашей стране (рис.4) связано как со структурными экономическими преобразованиями, так и общей тенденцией увеличения урожайности зерновых культур. Среднегодовой темп прироста урожайности в мире составляет 1,6%, для Российской Федерации этот показатель выше как в целом – 2,1%, так и, в частности, для пшеницы – 1,8%, тогда как данный мировой показатель – 1,3%. Для некоторых стран, например, Китая, Румынии, темпы прироста ещё выше – свыше 5%, однако такие страны характеризуются, как правило, низким текущим уровнем урожайности [4].

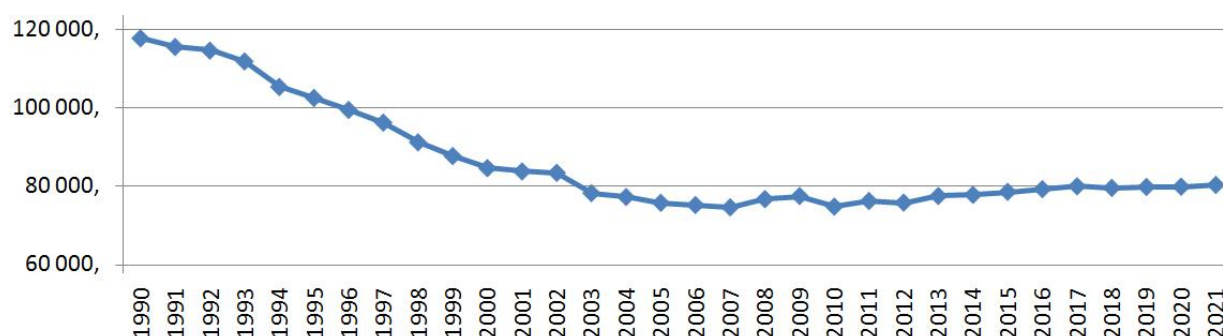


Рис. 4. Динамика изменения посевных площадей Российской Федерации (на конец года, тыс. гектаров) [2]

Одной из основных проблем сокращения количественного состава парка техники для растениеводства являются риски потерь от недобора урожая из-за нарушения агротехнических сроков вследствие простоя, возникающего при отказе. При сокращении общего количества парка, выбывание одной из единиц на время устранения последствий отказа, значительно повышает нагрузку на оставшиеся машины и требует оценки их технического состояния и его учёта при планировании распределения нагрузки [3].

Для преодоления сложившейся ситуации в целях реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации были приняты: Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы (которая была продлена до 2025 года) [5]; Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года [6]; Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [7]. В частности, Стратегия предполагает достижение российскими производителями сельхозтехники доли на внутреннем рынке не ниже 80% и доли экспортных поставок не ниже 50% величины отгрузок на внутренний рынок [6] (Ведомственный проект Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Техническая модернизация агропромышленного комплекса» [8]).

В результате учёта недостатков реализации предыдущей программы, в текущую концепцию был внесен ряд изменений, например, утверждена балльная система оценки уровня локализации производства сельскохозяйственной техники в которой, по сравнению с прежней системой, для получения государственной поддержки оценивается не всё предприятие, а каждый вид продукции сельскохозяйственного машиностроения, по которому принимается решение [9]. Вводится система баллов, которые можно получить как для компонентов, так и для технологических операций. Верхний предел балльной оценки производства кабины составляет 18 баллов, двигателя – 28 баллов, переднего моста – 13 баллов, заднего моста – 16 баллов, коробки передач – 45 баллов. За инвестирование в научно-опытные и конструкторские работы от каждого 0,1 процента выручки начисляется по 2 балла.

Другим направлением, наряду с поддержкой предприятий сельскохозяйственного машиностроения, является стимулирование покупательского спроса, основным инструментом которого стало основанное в 2001 году акционерное общество «Агролизинг», который занимает в настоящее время больше половины доли рынка агролизинга. Основными его конкурентами являются «Сбербанк Лизинг», «Дойче Лизинг Восток», «ЮниКредитЛизинг», однако данный сегмент для них не является целевым [10].

По результатам 2021 года максимальное количество единиц техники АО «Росагролизинг» поставило в следующие регионы: Нижегородскую, Саратовскую, Самарскую, Новосибирскую, Ульяновскую и Московскую области, Республики Татарстан, Башкортостан, Крым и Краснодарский край. При этом в некоторых регионах превышение объемов поставок к запланированному количеству составило около 500%, а в Республике Крым – 993% (рис. 5). В некоторых субъектах Российской Федерации, например Московской и Новосибирской областях, Республике Татарстан, также действуют региональные меры поддержки льготного лизинга, которые способствуют росту темпов обновления материально-технической базы. Следует отметить, что наряду с регионами-лидерами существуют ряд субъектов РФ, в которые поставки новой техники АО «Росагролизинг» отсутствовали полностью.

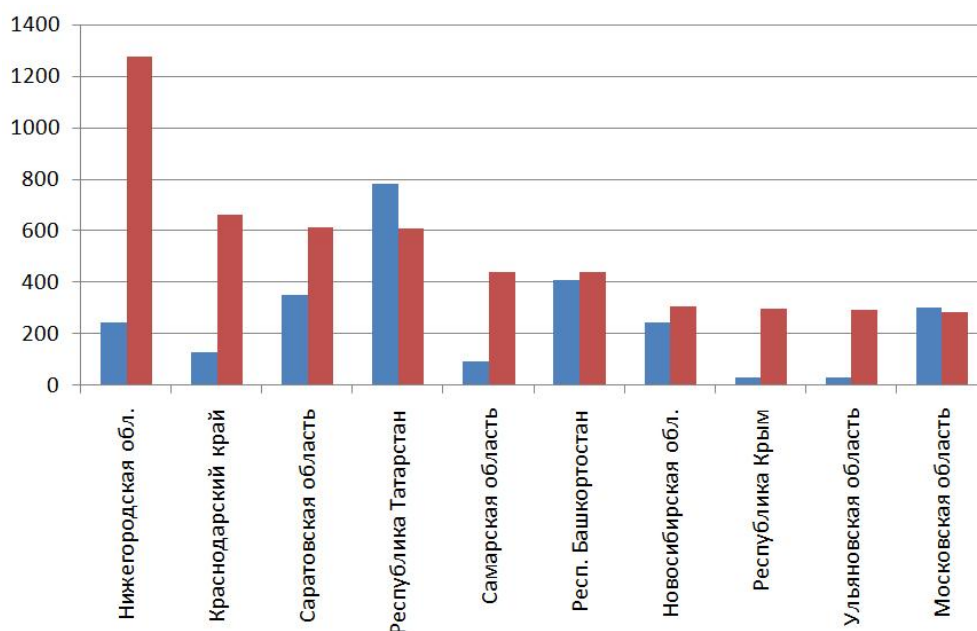


Рис. 5. Регионы – лидеры по поставкам техники АО «Росагролизинг», шт.

Одним из примеров получения господдержки путем использования возможностей льготных программ АО «Росагролизинг» при условии грамотного подхода к локализации производства является ООО «Клаас-Восток». В 2022 году АО «Росагролизинг» отмечает взрывной старт продаж техники «Клаас». В рейтинге поставщиков Росагролизинга компания занимает второе место. Всего за два месяца работы аграрии направили 143 заявки на приобретение 308 единиц техники завода на 3,2 млрд рублей, что в два раза больше, чем за аналогичный период 2021 года, когда аграрии направили 47 заявок на 159 единиц [11].

По данным Министерства сельского хозяйства в ходе реализации подпрограммы «Сельскохозяйственная техника и оборудование» в рамках реализации Федеральной научно-технической программы на 2022-2030 годы планируется освоение более 13 миллионов рублей за счёт средств федерального бюджета и более 7 миллионов рублей за счёт внебюджетных источников за весь период реализации подпрограммы (рис. 6).

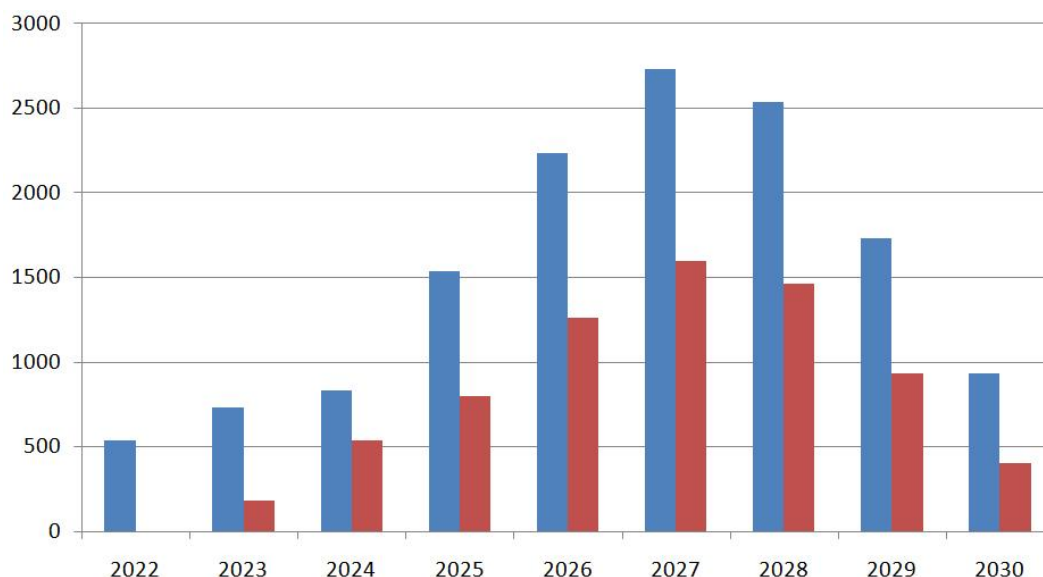


Рис. 6. Объем финансирования (средства федерального бюджета и внебюджетные средства) подпрограммы «Сельскохозяйственная техника и оборудование» в рамках ФНТП на 2022-2030 года, млн. руб.

В первом квартале 2021 года ведущие импортёры сельскохозяйственной техники увеличили реализацию продукции на 20 процентов, а российские производители – в полтора раза. Некоторые сельскохозяйственные машины были зарезервированы до конца года, что является отражением тенденций нескольких последних лет, которые демонстрируют рекордный рост экспорта отечественной техники, в первую очередь в сегменте полноприводных сельскохозяйственных тракторов, причина которого заключается в стабильной господдержке и продолжающемся ослаблении рубля [12]. Всего в 2021 году отечественные машины были поставлены аграриям 35 стран. Основными зарубежными рынками за рассматриваемый период стали страны СНГ и Европейского союза. В 2021 году отгрузки в Сербию в денежном выражении выросли в 3,7 раза, в Венгрию – в 3,1 раза, в Монголию – в 3 раза, в Польшу – в 2,4 раза, в Молдавию – в 2,3 раза, в Азербайджан – в 2,2 раза, в Литву – на 67%, в Киргизию – на 62%, в Казахстан – на 50% [13].

Заключение

Можно сделать вывод, что период пандемии не только не оказал отрицательного результата на рынки сельхозтехники, но и позволил продемонстрировать рекордный рост, чему способствовало исполнение приоритетного проекта «Международная кооперация и экспорт в промышленности», в рамках реализации которого становится возможным получение государственной поддержки для экспорта продукции, для чего необходимо, начиная с 2020 года, получить не менее 30% баллов от максимально возможных, при этом к 2024 году данный показатель должен вырасти на 5% [14].

Развитие и совершенствование мер государственной поддержки обновления материально-технической базы сельского хозяйства позволило в последние годы продемонстрировать рост эффективности. Применение комплексного подхода в поддержке как производителей, так и покупателей, введение гибкого подхода к оценке степени локализации производства сельскохозяйственной техники, финансовая поддержка и развитие федерального лизинга позволили не только не снизить объемы производства в период пандемии новой коронавирусной инфекции, но нарастить поставки как внутри страны, так и за её пределы. В дальнейшем необходимо сохранять темпы обновления парка сельскохозяйственной техники и реализовать запланированные объёмы финансирования государственных программ поддержки и Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства.

Литература

1. Кузьмин В.Н. Организация формирования и эффективного использования технического потенциала: автореф. дисс... доктэкон....наук. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, – 2010. – 34 с.
2. Федеральная служба государственной статистики // URL: <http://www.gks.ru/> (Дата обращения 10.02.2022)
3. Михайлов М.Р. Оптимизация использования зерноуборочных комбайнов по параметрам надежности: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., – 2013.
4. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации на 2016-2025 годы и на перспективу до 2030 года // URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/959/959648abb188a76c11095d869e8bde94.pdf> (Дата обращения 10.02.2022)
5. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы // URL: <http://government.ru/rugovclassifier/815/events/> (Дата обращения 10.02.2022)
6. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года // URL: <http://government.ru/docs/28393/> (Дата обращения 10.02.2022)
7. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы // URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/programs/technical-program/> (Дата обращения 10.02.2022)
8. Техническая модернизация агропромышленного комплекса // URL: <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (Дата обращения 10.02.2022)
9. О господдержке промышленных предприятий, реализующих корпоративные программы повышения конкурентоспособности. Постановление от 23 февраля 2019 года №191. // URL: <http://government.ru/docs/35880/> (Дата обращения 20.01.2022)
10. Кирица А.А. Роль АО «Росагролизинг» в поддержке и развитии российского АПК // Наука без границ. – 2020. – № 3(43). – С. 82-91. // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-ao-rosagrolizing-v-podderzhke-i-razviti-rossiyskogo-apk> (дата обращения: 10.02.2022)
11. Новости компании АО «Росагролизинг» // АО «Росагролизинг» 16.02.2022 // URL: <https://www.rosagroleasing.ru/smi/news/4340/> (Дата обращения 10.02.2022)
12. Российская техника распахала Европу. Коммерсантъ ежедн. интернет-изд. 2021. 01 февр. // URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4671377> (Дата обращения 20.01.2022)
13. Данные по экспорту сельскохозяйственной техники за 12 месяцев 2021 года // Металлоснабжение и сбыт // URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/133572> (Дата обращения 10.02.2022)
14. О порядке предоставления субсидий российским организациям машиностроения на транспортировку продукции. Постановление от 26 апреля 2017 года №496. // URL: <http://government.ru/docs/27446/> (Дата обращения 20.01.2022)
15. Polukhin A. Factors increasing the effectiveness of state support in agriculture /Polukhin A., Grudkina M., Grudkina T.// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. С. 012113.

References

1. Kuz'min V.N. *Organizatsiya formirovaniya i effektivnogo ispol'zovaniya tekhnicheskogo potentsiala* [Organization of the formation and effective use of technical potential]. Doct. Diss. (Econom.). Moscow, FGOU VPO MGAU, 2010. 34 p. (In Russian)
2. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Federal State Statistics Service] URL: <http://www.gks.ru/> (accessed 10.02.2022)
3. Mikhailov M.R. *Optimizatsiya ispol'zovaniya zernouborochnykh kombainov po parametram nadezhnosti* [Optimization of the use of combine harvesters in terms of reliability parameters]. Dr. eng. sci. diss., Moscow, 2013. (In Russian)
4. Dolgosrochnaya strategiya razvitiya zernovogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii na 2016-2025 gody i na perspektivu do 2030 goda [Long-term strategy for the development of the grain complex of the Russian Federation for 2016-2025 and for the future until 2030], URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/959/959648abb188a76c11095d869e8bde94.pdf> (accessed 10.02.2022)
5. Gosudarstvennaya programma razvitiya sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013-2020 gody [State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for 2013-2020], URL: <http://government.ru/rugovclassifier/815/events/> (accessed 10.02.2022)
6. Strategiya razvitiya sel'skokhozyaistvennogo mashinostroeniya Rossii na period do 2030 goda [Strategy for the development of agricultural engineering in Russia for the period up to 2030], URL: <http://government.ru/docs/28393/> (accessed 10.02.2022)
7. Federal'naya nauchno-tehnicheskaya programma razvitiya sel'skogo khozyaistva na 2017-2025 gody [Federal scientific and technical program for the development of agriculture for 2017-2025], URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/programs/technical-program/> (accessed 10.02.2022)
8. Tekhnicheskaya modernizatsiya agropromyshlennogo kompleksa [Technical modernization of the agro-industrial complex], URL: <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (accessed 10.02.2022)
9. O gospodderzhke promyshlennykh predpriyatii, realizuyushchikh korporativnye programmy povysheniya konkurentosposobnosti. Postanovlenie ot 23 fevralya 2019 goda №191 [On state support of industrial enterprises

- implementing corporate programs to increase competitiveness. Decree of February 23, 2019 No. 191], URL: <http://government.ru/docs/35880/> (accessed 20.01.2022)
10. Kiritsa A.A. Rol' AO «Rosagrolizing» v podderzhke i razvitii rossiiskogo APK [The role of Rosagroleasing JSC in supporting and developing the Russian agro-industrial complex], *Nauka bez granits*. 2020, no.3(43), pp. 82-91, URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-ao-rosagrolizing-v-podderzhke-i-razvitii-rossiyskogo-apk> (accessed: 10.02.2022)
11. Novosti kompanii AO «Rosagrolizing» [News of Rosagroleasing JSC], AO «Rosagrolizing» Publ., 16.02.2022, URL: <https://www.rosagroleasing.ru/smi/news/4340/> (accessed 10.02.2022)
12. Rossiiskaya tekhnika raspakhala Evropu [Russian technology plowed Europe]. *Kommersant* ezhdn. internet-izd. - daily Internet ed. 2021, 01 Febr., URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4671377> (accessed 20.01.2022)
13. Dannye po eksportu sel'skokhozyaistvennoi tekhniki za 12 mesyatsev 2021 goda [Data on the export of agricultural machinery for 12 months of 2021], *Metallosnabzhenie i sbyt*, URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/133572> (accessed 10.02.2022)
14. O poryadke predostavleniya subsidii rossiiskim organizatsiyam mashinostroeniya na transportirovku produktsii. Postanovlenie ot 26 aprelya 2017 goda №496 [On the procedure for granting subsidies to Russian engineering organizations for the transportation of products. Decree of April 26, 2017 No. 496], URL: <http://government.ru/docs/27446/> (accessed 20.01.2022)
15. Polukhin A., Grudkina M., Grudkina T. Factors increasing the effectiveness of state support in agriculture: In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019, p. 012113.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ БЕЛКА В ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ

К.Ю. Зубарева, кандидат биологических наук

ORCID ID: 0000-0002-7083-6730, E-mail: kristi_orel@bk.ru

С.В. Бобков, кандидат сельскохозяйственных наук

ORCID ID: 0000-0002-8146-0791, E-mail: svbobkov@gmail.com

Т.А. Хрыкина, научный сотрудник

ORCID ID: 0000-0003-2037-6059

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В 2019-2021 годах проведена биохимическая оценка зеленой массы и зерна сои сортов Зуша и Осмонь. По результатам исследований выявлено, что условия произрастания – самый важный источник изменчивости показателей качества получаемой продукции. Реакция сортов на комплексное применение органоминеральных микроудобрений различна. В опытном варианте у сорта Осмонь увеличилось содержание белка в зерне на 0,55%, у сорта Зуша – на 0,16%. В то же время масличность у сорта Осмонь снизилась на 0,09%, а у сорта Зуша отмечена обратная зависимость, т.е. увеличилась на 0,19%. На фоне полученной прибавки в урожайности сбор белка и жира с единицы площади на опытном варианте был у сорта Зуша, больше на 99,8 и 71,3 кг/га соответственно, а у сорта Осмонь – на 94,4 и 53,7 кг/га. В сравнении с контролем, обработка микроудобрениями приводила к увеличению количества белка в различных органах растения сои в среднем на 1,4% ($p=0,053$). Установлена значимость изученных факторов, обеспечивающих увеличение качества сои в сортовом аспекте.

Ключевые слова: соя, сорт, микроудобрения, белок, жир, орган растения.

Для цитирования: Зубарева К.Ю., Бобков С.В., Хрыкина Т.А. Влияние органоминеральных микроудобрений на накопление белка в органах растений и качество зерна сои. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):13-20. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-13-20

EFFECT OF ORGANOMINERAL MICROFERTILIZERS ON PROTEIN ACCUMULATION IN PLANT ORGANS AND SOYBEAN GRAIN QUALITY

K.Yu. Zubareva, ORCID ID: 0000-0002-7083-6730, E-mail: kristi_orel@bk.ru

S.V. Bobkov, ORCID ID: 0000-0002-8146-0791, E-mail: svbobkov@gmail.com

T.A. Khrykina, ORCID ID: 0000-0003-2037-6059

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: Biochemical evaluation of green mass and grain of soybean varieties Zusha and Osmon was carried out in 2019-2021. The results revealed that growing conditions is the most important source of variability in the quality indicators of the resulting products. The response of varieties to the complex use of organomineral microfertilizers is different. In the experimental variant, the protein content in the grain increased by 0.55% in the Osmon variety, and by 0.16% in the Zusha variety. At the same time, the oil content of the Osmon variety decreased by 0.09%, while the Zusha variety showed an inverse relationship, i.e. increased by 0.19%. Against the background of the obtained increase in yield, the collection of protein and fat per unit area in the experimental

variant was 99.8 and 71.3 kg/ha more for the Zusha variety, respectively, and for the Osmon variety - by 94.4 and 53.7 kg/ha. Compared to the control, microfertilizer treatment resulted in an average increase of 1.4 % ($p=0,053$) in the amount of protein in various organs of the soybean plant. The importance of the factors studied in increasing the quality of soybeans in the varietal aspect has been established.

Keywords: soybean, variety, microfertilizers, protein, fat, plant organ.

Производство сои – сельскохозяйственная отрасль с высоким конкурентоспособным и рентабельным эффектом. В настоящее время тенденции активного функционирования соевого комплекса в Российской Федерации определены: стабильным ростом посевных площадей, урожайности и валовых сборов [1] (рис. 1); федеральной и региональной системой поддержки отечественного производства сои на основе долгосрочной стратегии развития сельского хозяйства [2, 3]; ежегодным увеличением объемов экспорта соевых бобов высокого качества (в том числе и за счет обнуления ставки вывозной таможенной пошлины) [4] и растущим спросом на экологически безопасное растительное сырье.

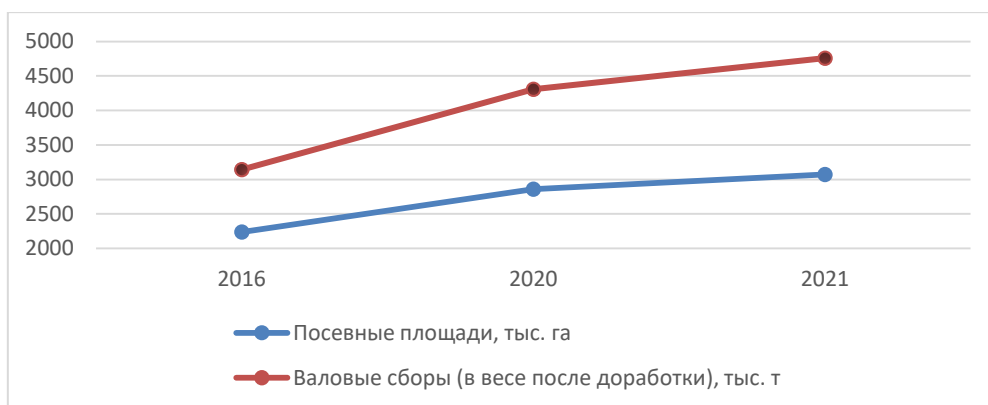


Рис. 1. Развитие производства соевых бобов в РФ за последние пять лет

Соя – одна из ключевых, выдающихся и основных культур мирового сельского хозяйства в разрезе агропродовольственных преобразований, которая имеет большое значение во многих отношениях (многостороннем продовольственном, кормовом, техническом, агротехническом, лечебном и экономическом). По данным Петибской В.С. (2012), зерно сои обладает уникальным химическим составом, характеристики которого позволяют создавать продукты питания, сбалансированные по аминокислотному составу, и продукты с функциональными свойствами терапевтически-профилактического и диетического назначения при ряде заболеваний. Возделывание сои в сравнении со злаковыми культурами обеспечивает более высокий сбор легкопереваримого и легкоусвояемого белка, а также незаменимых аминокислот с единицы возделываемой площади [5].

Масло, получаемое из зерна сои, представляет собой липидный комплекс, в совокупности состоящий из триглицеридов и свободных жирных кислот, содержит токоферолы, фосфолипиды, редкую жирную кислоту омега-3 и биологически активные вещества, характеризующиеся антиоксидантными свойствами и Е-витаминной активностью (Федотов и др., 2013).

С учетом постоянно растущей востребованности сои, как высокобелковой и масличной культуры [5], большой интерес представляет изучение питания растений. В качестве факторов, обеспечивающих рост продуктивности растений сои не только в количественном, но и в качественном отношении можно рассматривать внешние условия произрастания: вариации экологических условий и применение различных систем питания [6, 7]. В последнее время все чаще при возделывании культурных растений используются новые органоминеральные микроудобрения, характеризующиеся минимизированными дозами и щадящими способами внесения [8, 9], которые способны эффективно влиять на

формирование высокопродуктивных моноценозов стабильного качества. Однако, не стоит забывать, что применение любых систем питания результативно только с учетом биологических особенностей сорта. В связи с этим вопрос изучения применения новых органоминеральных микроудобрений и биопрепаратов на конкретных сортах сои для получения продукции высокого качества является актуальным.

Цель исследований – изучение влияния комплексного применения органоминеральных микроудобрений на накопление белка в органах вегетирующих растений и качество зерна новых сортов сои Зуша и Осмонь.

Материал и методы исследования

Материалом для исследований служили два контрастных сорта сои селекции ФНЦ ЗБК: раннеспелый сорт индетерминантного типа роста и развития Осмонь (внесен в Госреестр РФ в 2018 г.) и среднеранний сорт полудетерминантного типа роста и развития Зуша (внесен в Госреестр РФ в 2015 г.) [10, 11].

Сорта сои выращивали в 2019-2021 гг. на опытном поле ФНЦ зернобобовых и крупяных культур в четырехкратной повторности с густотой посева 600 тысяч растений/га на делянках учетной площадью 10 м². Почва опытного участка темно-серая лесная, слабокислая, со средним содержанием обменного калия и подвижного фосфора.

Метеорологические условия вегетационных периодов в 2019-2021 гг. характеризуются нестабильностью природно-климатических факторов и их значительными колебаниями по годам исследований (табл. 1).

Таблица 1

Агрометеорологические условия весенне-летнего периода Орловского района Орловской области (по данным ЦГМС, г. Орёл)

Период вегетации	Сумма осадков, мм	Среднесуточная температура воздуха, °С	ГТК по Г.Т. Селянинову (гидротермический коэффициент)
2019 год			
Май	105,9	16,2	2,1 (избыточное увлажнение)
Июнь	38,6	20,7	0,61 (сильная засушливость)
Июль	87,2	17,3	1,6 (достаточное увлажнение)
Август	37,6	17,2	0,71 (засушливость)
Сентябрь	43,0	12,8	0,4 (сухо) за 1 декаду
2020 год			
Май	74,6	11,2	2,08 (избыточное увлажнение)
Июнь	74,2	20,0	1,24 (слабая засушливость)
Июль	120,9	19,2	2,03 (избыточное увлажнение)
Август	16,9	19,7	0,31 (сухо)
Сентябрь	36,0	15,3	0,8 (засушливость)
2021 год			
Май	72,1	13,9	1,32 (достаточное увлажнение)
Июнь	40,7	19,8	0,49(сильная засушливость)
Июль	51,1	22,2	0,74(засушливость)
Август	49,8	20,5	0,78 (засушливость)
Сентябрь	129,5	10,4	> 1,60 (избыточное увлажнение)

Схема опыта:

1. Контроль (необработанные семена и вегетирующие растения);
2. Предпосевная обработка семян баковой бинарной смесью с фунгицидным протравителем Скарлет, МЭ (0,4 л/т) и аминокислотным биостимулятором Биостим Старт (1,0 л/т) перед посевом (за 14 дней) + инокуляция препаратом Ризоформ для сои (3,0 л/т) со стабилизатором-прилипателем Статик (0,85 л/т) в день посева; две листовые подкормки баковой смесью с биостимулятором Биостим Масличный (1,0 л/га) и многокомпонентным

микроудобрением Интермаг Профи Бобовые и Стручковые (1,0 л/га) в фазу 1-3 тройчатых листьев и в фазу бутонизации.

Содержание белка в различных органах растений сои определяли методом Къельдаля (ГОСТ Р 32044.1-2012/ISO 5983-1:2005) с использованием автоматической системы UDK-152 и дигестора DK-6 производства компании Velp Scientifica (Италия). Биохимический анализ зерна сои проводили на инфракрасном анализаторе Infratec 1241 (программа SO 090711) (FOSS, Denmark). Материал для анализа различных органов растений сои в период вегетации брали в четырех повторениях с объединением в общую пробу, высушивали до постоянного веса и измельчали.

Результаты и их обсуждение

Соя рассматривается в качестве источника ценного биодоступного (с хорошей усвояемостью в 80-95%) для человека и животных белка, содержащего незаменимые аминокислоты в соотношении, близком к стандартам ФАО, и жира, характеризующегося наличием соевых фосфатидов (лецитина и кефалина), каротиноидов, витаминов и других ценных веществ [5]. Содержание белка и жира в зерне сои может сильно варьировать в зависимости как от сорта, так и от условий произрастания (погоды, питания и их сочетаний).

В условиях жаркой и сухой погоды с пониженным количеством осадков в семенах сои накапливается больше основных нутриентов, чем при высокой влажности и пониженных температурах (рис. 2).

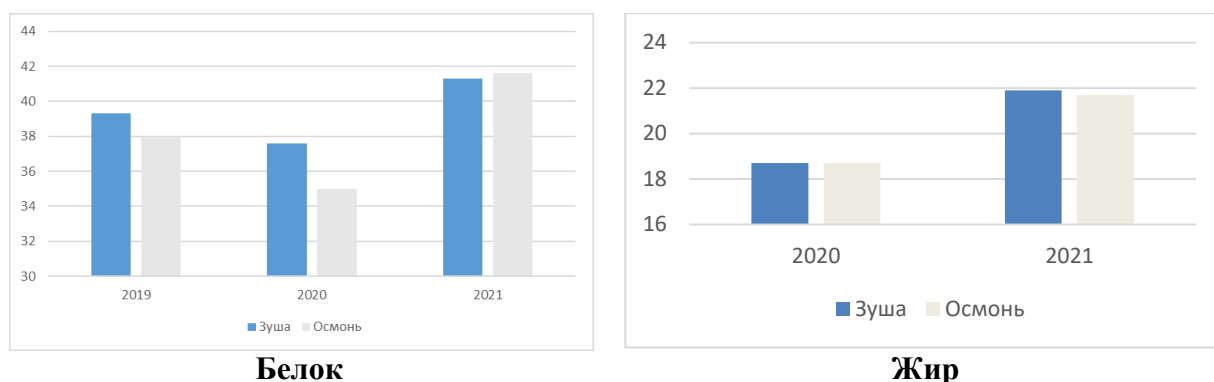


Рис. 2. Содержание белка и жира (%) в различные годы проведения эксперимента

Установлено, что содержание белка в зерне разных сортов сои сильно реагировало на внешние погодные характеристики и изменялось от 37,6 до 41,3% (Зуша) и от 35,0 до 41,6% (Осмонт), составив в среднем по годам исследований 39,4 и 38,2% соответственно; содержание жира – от 18,7 до 21,9% (рис. 2). То есть у сортов сои Зуша и Осмонт накопление белка и жира сильно зависит от варьирования погодных условий (показателей суммы осадков и среднесуточных температур воздуха) в период налива семян (табл. 3).

Таблица 3

Содержание белка и жира в зерне сои и изменение относительных долей этих показателей, %

Параметры	Зуша		Осмонт	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Белок	37,56	41,25	35,02	41,55
Жир	18,66	21,9	18,66	21,65
Зола+углеводы*	43,78	36,85	46,32	36,8
Белок+жир	56,22	63,15	53,68	63,2
Белок/жир	2,01	1,88	1,88	1,92

*– Получены расчетным путем, так как биохимический состав абсолютно сухого семени – это динамическая система, соотношение компонентов в которой в сумме составляет 100%

Рост осадков при температурах выше 19°C (2020 год) в период налива частично ингибирует процессы накопления белка и жира в зерне сои сортов Зуша и Осмонь, увеличивая накопление в семени простых и сложных углеводов, включая увеличение относительной доли клетчатки. При условиях, характеризующихся как засушливые ГТК=0,74 (2021 год), в период налива зерна снижается массовая доля зольно-углеводной фракции с 43,78-46,32 до 36,8%, возрастает относительная доля белка в среднем по сортам на 5,11% с одновременным увеличением относительной доли жира на 3,12% (табл. 3). Проведенный анализ белка и жира в зерне сои позволяет предположить, что сорта Зуша и Осмонь можно отнести, скорее всего, к пограничному варианту углеводно-деградационной модели увеличения белка в семенах [12].

Количественный химический состав зерна сои изменялся и в зависимости от комплексного применения органоминеральных микроудобрений (табл. 4). На фоне полученной прибавки к урожайности сбор белка с единицы площади на опытном варианте был больше на 99,8 кг/га у сорта Зуша и на 94,4 кг/га – у сорта Осмонь.

Таблица 4

Влияние комплексного применения органоминеральных микроудобрений на содержание белка и жира в зерне сои (2019-2021 гг.)

Варианты	Белок			Жир		
	%	± к контролю, %	Сбор *, кг/га	%	± к контролю, %	Сбор *, кг/га
Зуша						
Контроль	39,29	-	1237,6	20,19	-	642,0
Предпосевная обработка+2 листовые подкормки	39,45	+0,16	1337,4	20,38	+0,19	713,3
Среднее по сорту	39,37	-	1287,5	20,29	-	677,7
Осмонь						
Контроль	37,93	-	1202,4	20,20	-	599,9
Предпосевная обработка+2 листовые подкормки	38,48	+0,55	1296,8	20,11	-0,09	653,6
Среднее по сорту	38,21	-	1279,6	20,16	-	626,8

*– Расчеты проводились на основе полученного урожая соевых бобов в весе после доработки

Содержание белка в различных органах растений в значительной степени зависели от фазы развития растений (ветвление, цветение, формирование бобов) и условий питания (табл. 5).

Сорта Зуша и Осмонь по среднему содержанию белка в органах вегетирующих растений (17,4% и 18,4% соответственно) существенно не различались ($p=0,15$). В целом по опыту, наибольшее содержание зафиксировано в листьях (29,8%), меньше в плодах (24,1%), в стеблях (13,7%) и в корнях (8,2%). При этом, между всеми органами различия были статистически значимыми ($p=0,000165-0,000526$). Среднее содержание белка в органах растений сои в фазах ветвления, цветения и формирования бобов составило 21,3%, 16,9% и 16,1% соответственно. Следует обратить внимание, что растения сои в фазах цветения и формирования бобов характеризовались практически одинаковым средним содержанием белка ($p=0,615$). В сравнении с контролем, комплексная обработка органоминеральными микроудобрениями приводила к увеличению содержания белка в органах растений сои в среднем на 1,4% (с 17,2% до 18,6%) ($p=0,053$).

Таблица 5

Влияние органоминеральных микроудобрений на содержание белка (%) в различных органах растений сои (2021 г.)

Органы растений	После проведения 1-ой листовой (внекорневой) обработки. Фаза ветвления		После проведения 2 -ой листовой (внекорневой) обработки. Фаза цветения		После проведения 2 -ой листовой (внекорневой) обработки. Фаза бобообразования	
	Контроль	Предпосевная обработка+2 листовые подкормки	Контроль	Предпосевная обработка+2 листовые подкормки	Контроль	Предпосевная обработка+2 листовые подкормки
Сорт Зуша						
Корни	9,2	10,9	9,4	7,4	3,9	5,6
Стебли	18,5	20,08	13,9	9,0	7,5	8,8
Листья	32,7	35,8	29,5	28,0	26,3	27,0
Плоды	-	-	-	-	21,8	22,8
Сорт Осмонь						
Корни	9,9	10,8	9,1	8,2	6,8	7,3
Стебли	16,8	24,4	12,0	13,3	8,1	11,7
Листья	32,4	33,9	30,0	33,3	22,3	26,6
Плоды	-	-	-	-	24,4	27,3

Проведенные исследования свидетельствуют, что содержание жира в зерне сои у сорта Осмонь находится в пределах средней величины по вариантам опыта, то есть органоминеральные микроудобрения не оказали существенного влияния на его содержание. Но сбор жира увеличился за счет прибавки урожая на опытном варианте и превысил контроль на 53,7 кг/га. Обратная зависимость наблюдается на сорте Зуша: если на вариантах совместного применения препаратов повышение сбора белка произошло, в том числе и за счет увеличения урожайности, то сбор жира в опыте напрямую зависел, как и от урожайности, так и от содержания жира в семенах сои. Предпосевная обработка семян с двумя листовыми подкормками способствует увеличению жира в семенах сои сорта Зуша на 0,19%, а сбора жира с 1 га – на 71,3 кг.

Доля влияния погодных условий на формирование компонентного состава зерна сои велика, однако сорта по-разному реагируют на применение микроудобрений и биопрепаратов, а именно у полудетерминантного сорта Зуша повышается содержание жира в зерне, а содержание белка в них увеличивается незначительно, у индетерминантного сорта Осмонь наблюдается обратная тенденция.

Заключение

Проведено изучение комплексного применения органоминеральных микроудобрений на содержание основных химических компонентов зерна и различных органов растений сои новых сортов Зуша и Осмонь. В опытном варианте у сорта Осмонь увеличилось содержание белка в зерне на 0,55%, у сорта Зуша – на 0,16%. В тоже время масличность у сорта Осмонь снизилась на 0,09%, а у сорта Зуша отмечена обратная зависимость, т.е. увеличилась на 0,19%.

Таким образом, на фоне полученной прибавки к урожайности сбор белка и жира с единицы убранной площади на опытном варианте был больше на 99,8 и 71,3 кг/га соответственно у сорта Зуша, а у сорта Осмонь – на 94,4 и 53,7 кг/га. В сравнении с контролем, обработка микроудобрениями приводила к увеличению содержания белка в различных органах растения сои в среднем на 1,4% (с 17,2 до 18,6%) ($p=0,053$).

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЗБК 0466-2019-0001 «Разработка экологически безопасных технологий возделывания на основе

использования микроудобрений и биостимуляторов для формирования высокопродуктивных агроценозов».

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2021 году (предварительные данные). Росстат. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/CX_29.zip. (дата обращения: 18.01.2022 г.).
2. Шагайда Н.И. Долгосрочная стратегия развития сельского хозяйства России и мира // Крестьяноведение. 2017. Т. 2. № 2.- С. 161-165. DOI: 10.22394/2500-1809-2017-2-2-161-165.
3. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 12 апреля 2020 г. № 993-р. - 32 с.
4. Павленко О.А. Оценка обоснованности введения экспортной пошлины на сою: региональный аспект // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2021. 2 (95). - С. 60-68. DOI: 10.24866/1815-0683/2021-2/60-68.
5. Петибская В.С., Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Зеленцов С.В. Соя: качество, использование, производство. – М.: Аграрная наука, – 2001. – 64 с.
6. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение эффективности применения стимулятора роста Альфастим и органоминерального микроудобрения ПолидонБио при возделывании сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2 (30). – С. 72-77. DOI:10.24411/2309-348X-2019-11092.
7. Васильчиков А.Г., Семенов А.С., Зотиков В.И. Повышение урожайности новых сортов сои путем применения корректирующих подкормок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (60). – С. 15-20. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-15-20.
8. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Бударина Г.А., Голопятков М.Т., Акулов А.С., Семёнов А.С., Вилунов С.Д. Влияние применения препаратов Биостим масличный и Ультрамаг комби на урожайность новых сортов зернобобовых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4 (32). – С. 4-12. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11124.
9. Энеев М.Д. Эффективность препаратов листовой подкормки сои на разных фонах минерального питания // Известия КБНЦ РАН. – 2021. - №1 (99). - С. 64-69. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-64-69.
10. Зотиков В.И., Вилунов С.Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. Т. 25. – № 4. – С. 381-387. DOI: 10.18699/VJ21.041.
11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2021. – 719 с.
12. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Перспективы селекции высокобелковых сортов сои: моделирование механизмов увеличения белка в семенах (сообщение 1) // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИ масличных культур. – 2016. – № 2 (166). – С. 34-41.

References

1. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki. Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Rossiiskoi Federatsii v 2021 godu (predvaritel'nye dannye) [Federal State Statistics Service. Cultivated areas, gross yields and crop yields in the Russian Federation in 2021 (preliminary data)]. *Rosstat*. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/CX_29.zip. (accessed: 18.01.2022). (In Russian)
2. Shagaida N.I. Dolgosrochnaya strategiya razvitiya sel'skogo khozyaistva Rossii i mira [Long-term strategy for the development of agriculture in Russia and the world]. *Krest'yanovedenie*, 2017, 2, no. 2, pp 161-165. DOI: 10.22394/2500-1809-2017-2-2-161-165. (In Russian)
3. Strategiya razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaistvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 12 aprelya 2020 g. no. 993-r. [Strategy for the development of the agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period up to 2030. Decree of the Government of the Russian Federation of April 12, 2020 no. 993-r.] 32 p. (In Russian)
4. Pavlenko O.A. Otsenka obosnovannosti vvedeniya eksportnoi poshliny na soyu: regional'nyi aspekt [Assessing the justification for imposing an export duty on soybeans: a regional aspect]. *Tamozhennaya politika Rossii na Dal'nem Vostoke*. 2021, 2 (95), pp. 60-68. DOI: 10.24866/1815-0683/2021-2/60-68. (In Russian)
5. Petibskaya V.S., Baranov V.F., Kochegura A.V., Zelentsov S.V. Soya: kachestvo, ispol'zovanie, proizvodstvo [Soya: quality, use, production]. Moscow, *Agrarnaya nauka*, 2001, 64 p. (In Russian)
6. Akulov, A.S., Vasil'chikov, A.G. Izuchenie effektivnosti primeneniya stimulyatora rosta Al'fastim i organomineral'nogo mikroudobreniya PolidonBio pri vozdeleyvanii soi [Study of the effectiveness of the use of growth promoter Alfastim and organic-mineral micronutrient Polidon Bio in the cultivation of soy]. *Zernobobovye i krupnyanye kul'tury*. 2019, no. 2(30), pp. 72-77. DOI:10.24411/2309-348X-2019-11092. (In Russian)
7. Vasil'chikov A.G., Semenov A.S., Zotikov V.I. Povyshenie urozhainosti novykh sortov soi putem primeneniya korrektruyushchikh podkormok [Improving the yield of new soybean varieties through the use of corrective fertilisers]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020, no. 4 (60), pp. 15-20. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-15-20. (In Russian)
8. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Budarina G.A., Golopyatov M.T., Akulov A.S., Semenov A.S., Vilyunov S.D. Vliyanie primeneniya preparatov Biostim maslichnyi i Ul'tramag kombi na urozhainost' novykh sortov zernobobovykh kul'tur [Influence of the application of preparation Biostime Oilplant and Ultramag Kombi on the yield of new varieties

- of leguminous crops]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019, no.4 (32), pp. 4-12. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11124. (In Russian)
9. Eneev M.D. Effektivnost' preparatov listovoi podkormki soi na raznykh fonakh mineral'nogo pitaniya [Effectiveness of soybean leaf dressing preparations on different mineral nutrition backgrounds]. *Izvestiya KBNTs RAN*. 2021, no.1 (99), pp. 64-69. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-64-69. (In Russian)
10. Zotikov V.I., Vilyunov S.D. Sovremennaya selektsiya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii [Current breeding of grain legumes and groats in Russia]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*. 2021, v. 25, no. 4, pp. 381-387. DOI: 10.18699/VJ21.041. (In Russian)
11. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. «Sorta rastenii» (ofitsial'noe izdanie) [State Register of Breeding Achievements Approved for Use. V. 1. "Plant varieties" (official publication)]. Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh» Publ., 2021, 719 p. (In Russian)
12. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Perspektivy selektsii vysokobelkovykh sortov soi: modelirovanie mekhanizmov uvelicheniya belka v semenakh (soobshchenie 1) [Prospects for breeding high-protein soybean varieties: modelling mechanisms for protein increase in seeds (Report 1)]. *Maslichnye kul'tury*. Nauch.-tekhn.byul. Vseros. NII maslichnykh kul'tur [Scientific and Technical Bulletin. All-Russian. Oilseeds Research Institute]. 2016, no. 2(166), pp. 34-41. (In Russian)

СОЗДАНИЕ НЕОСЫПАЮЩИХСЯ ЛИНИЙ СОИ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

С.В. Дидоренко, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-2223-0718

И. Сагит, ORCID ID: 0000-0001-8138-8243

Ж.Б. Абилдаева, ORCID ID: 0000-0001-7898-0887

Р.Ж. Касенов, ORCID ID: 0000-0002-1816-6434

А.М. Далибаева, ORCID ID: 0000-0002-4262-3957

ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И
РАСТЕНИЕВОДСТВА», РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

E-mail: svetl_did@mail.ru

*Осыпание семян зернобобовых культур при созревании приводит к значительным потерям его урожайности. Потери увеличиваются при резких переменах от дождливой к жаркой, сухой погоде. Растрескивание бобов варьирует в широких пределах и потери урожая могут достигать 100%. Возделывание устойчивых к растрескиванию генотипов в иных климатических условиях часто приводит к потере этой устойчивости. Одним из направлений селекционной работы возможно создание неосыпающихся сортов сои. Морфолого-анатомическим признаком неосыпающихся сортов может служить наличие глазка на рубчике семени, образующегося вследствие плотного срастания створок боба и семяножки. Привлечение в качестве доноров неосыпаемости отечественных сортов Алматы, Зара и сорта украинской селекции Одесская 150 позволили расширить линейный материал с этим признаком в селекционных питомниках. За 2006-2021 годы получена 151 гибридная комбинация с участием этих материнских линий. В контрольном питомнике 2021 года из 38 номеров насчитывается 14 с наличием глазка на рубчике с диапазоном урожайности 27,0-50,0 ц/га. В питомнике конкурсного сортоиспытания из 29 номеров – 3 с глазком (ИТ 24/2, ИТ 24/4 – Зара*Черемош; И-23/7 – Зара*Корсак) с диапазоном урожайности 27,1-54,2 ц/га. При удачном подборе компонентов скрещивания, направленном отборе, возможно создание высокоурожайных сортов сои с неосыпающимися семенами.*

Ключевые слова: соя, семена, семяножка, рубчик, неосыпаемость, продуктивность.

Для цитирования: Дидоренко С.В., Сагит И., Абилдаева Ж.Б., Касенов Р.Ж., Далибаева А.М. Создание неосыпающихся линий сои в условиях юго-востока Казахстана. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):21-29. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-21-29

CREATION OF NON-SHATTERING SOYBEAN LINES OF THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

S.V. Didorenko, I. Sagit, J.B. Abildaeva, R.Zh. Kassenov, A.M. Dalibaeva

E-mail: svetl_did@mail.ru

LLP «KAZAKH RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE AND PLANT GROWING»,
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: *Seeds dropping of leguminous crops during ripening leads to significant losses of its yield. Losses increase with sudden changes from rainy to hot, dry weather. Bean cracking varies widely and yield losses can be as high as 100%. Cultivation of genotypes resistant to cracking in*

*different climatic conditions often leads to the loss of this resistance. One of the areas of breeding work is possible to create non- dropping varieties of soybeans. The morphological and anatomical sign of non- dropping varieties can be the presence of an eye on the seed scar, which is formed as a result of dense accretion of the bean and funicle. Involvement of domestic varieties Almaty, Zara and varieties of Ukrainian selection Odessa 150 as donors of non- dropping allowed expanding the linear material with this trait in breeding nurseries. Between 2006 and 2021, 151 hybrid combinations were obtained with the participation of these maternal lines. In the control nursery of 2021, out of 38 numbers, there are 14 with an eye on the hilum with a yield range of 27.0-50.0 c/ha. In the nursery of competitive variety testing out of 29 numbers - 3 with an eye (IT 24/2, IT 24/4 - Zara*Cheremosh; I-23/7 - Zara*Korsak) with a yield range of 27.1-54.2 c/ha.*

Keywords: soybeans, seeds, funicle, scar, non-dropping, productivity.

Введение

Созревание плодов, как и цветение у зернобобовых культур неравномерное, вначале созревают нижние бобы, затем постепенно процесс распространяется на верхние узлы. У многих видов плоды после созревания растрескиваются [1].

Преждевременное вскрытие бобов является важным фактором потерь урожая сои [2]. В зависимости от сорта, происхождения и условий года растрескиваемость бобов варьирует в широких пределах. Периодическое увлажнение и высыхание бобов, низкая относительная влажность воздуха, что особенно часто наблюдается в условиях орошения, усиливают растрескиваемость бобов, которая иногда приводит к почти полной потере урожая от осыпания семян.

На современном этапе селекционный процесс немаловажен без постоянного учета и контроля растрескиваемости бобов после созревания на всех этапах создания сорта. Наиболее склонны к растрескиванию дикорастущие и малокультурные формы сои. Очень скороспелые сорта северных широт более склонны к сильному растрескиванию бобов при посеве на юге. Также склонны к растрескиванию бобов сорта с крупными шароподобными семенами, с растянутым периодом созревания и большим количеством семян в бобе [3].

У нута и люпина белого бобы не растрескиваются. Выведены сорта фасоли, чины, сои, люпина желтого и узколистного со слабой растрескиваемостью бобов [1]. Однако, возделывание устойчивых к растрескиванию генотипов в иных климатических условиях часто приводит к потере этой устойчивости.

Существенному прорыву в селекции гороха посевного (*Pisum sativum* L.) на устойчивость к осыпанию способствовало использование мутантного признака срастания семяножки с семенной оболочкой [4, 5]. Неосыпаемость семян гороха обусловлена прочным срастанием семяножки с кожурой семени. Семена прикрепляются к створке боба с помощью семяножки, называемой фуникулусом. Неосыпающиеся сорта гороха имеют ряд принципиальных отличий в фуникулусе и характере его связи с семенем. Прочное соединение семяножки с горошиной объясняется округлой формой поперечного среза, большим диаметром проводящего пучка, широким кольцевидным валиком, охватывающим семя [6].

Отделение семени от боба может происходить двумя путями: либо семяножка остается на семени, либо на створке плода, при этом у сои на рубчике остается белый глазок [7].

Генетическое изучение признака неосыпаемости гороха проведено многими исследователями, а первое генетическое описание признака сделали в 1969 году Васик Хайдарович и Вилли Васикович Хангильдины из Башкирии. Новому рецессивному гену неосыпаемости семян дали название *def* (*defeloment funiculus*) и определили его локус в группе сцепления [8]. Описание и широкое использование в селекции гена *def*, обуславливающего прочное срастание семяножки со створкой боба и устойчивость семян гороха к осыпанию, позволяет снизить потери урожая семян на 0,3-1,8 т с одного гектара [9].

В литературе недостаточно широко раскрыты работы в этом направлении по культуре сое (*Glycine max* (L.) Merr.). Однако в ряде стран производителей сои зарегистрированы

сорта с наличием признака неосыпаемости. При скрининге мировой коллекции сои, имеющейся в фонде ТОО «Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства» выявлены неосыпающиеся сорта из Польши, Канады, Молдовы, Франции, Швеции, Чехословакии, Китая, Дании, Казахстана [7]. Из сортов отечественной селекции только два обладают наличием данного признака – Алматы и Зара. Они активно используются в селекционной программе в качестве материнских форм.

Цель исследований – провести скрининг селекционных линий сои для идентификации устойчивых к осыпанию форм, выявить селекционную ценность новых генотипов.

Материалы и методика

Опыты проводились на полевых стационарах ТОО «Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства», которые расположены в Алматинской области, на высоте 740 метров над уровнем моря, 43°15' с. ш., 76°54' в. д. Зона характеризуется континентальными климатическими условиями: мягкой и прохладной зимой, прохладной весной, жарким и сухим летом, теплой и сухой осенью.

Средняя продолжительность безморозного периода 170 - 180 дней с колебаниями температур. Однако часто повторяющиеся поздневесенние и раннеосенние заморозки нередко сокращают безморозный период до 140-150 дней, что приводит к морозобою у позднеспелых сортов сои. Термические ресурсы лета в зоне довольно высокие. Средняя сумма положительных температур составляет 3500-4000°. Среднее многолетнее количество атмосферных осадков составляет 350-400 мм. В летний период основное количество осадков выпадает в июне и составляет 53,9 мм. Почвенный покров представлен светло-каштановыми суглинистыми почвами.

Материалом исследований являлись селекционные линии и номера сои лаборатории масличных культур ТОО «КазНИИЗиР», создаваемые ежегодно путем межсортовой гибридизации, начиная с 2006 года (табл. 1).

Таблица 1

Объемы селекционных питомников сои

Годы	Наименование питомника	Количество линий/номеров, шт
2006-2021	Гибридный питомник F1- F4	1261
2011-2021	Селекционный питомник СП1 - СП2	717
2013-2021	Контрольный питомник	225
2014-2021	Питомник конкурсного сортоиспытания	207

Гибридизация проводилась по методике Дидоренко С.В. и др. [10]. В качестве материнских линий использованы отечественные сорта сои Алматы, Зара и сорт украинской селекции Одесская 150. Отличительным признаком этих сортов являлось наличие белого глазка на рубчике. Также сорта характеризовались белой окраской венчика, для дальнейшей идентификации гибридности материала. Все отцовские формы имели фиолетовую окраску венчика. Идентификация подлинности гибридного материала осуществлялась в первом поколении. Браковались негибридные растения с белой окраской венчика. Отбор проводился по методике Педигри, начиная с гибридов второго поколения.

Посев гибридного материала проводился в благоприятные для культуры сроки в третьей декаде апреля. Посев питомников F1-F4 и СП1-СП2 осуществлялся вручную, площадь посева 1 погонный метр, 25 семян, на глубину 4 см. Посев контрольного и конкурсного питомников осуществлялся механизированно по методике Доспехова Б.А. [11], делянки четырехрядковые, с междурядьем 30 см, площадь 20 м². Норма высева – 500 тыс. всхожих семян на гектар. Размещение образцов рендомизированное в трехкратной повторности. В качестве стандарта использовался сорт Жансая, допущенный к использованию в Алматинской области. Стандарт высевался через каждые 3 номера. Агротехника в опытах согласно методическим рекомендациям для поливной зоны юго-восточного Казахстана [12]. Самотечные вегетационные поливы на поливном участке осуществлялись трижды – 20 июня, 13 июля и 10 августа с поливной нормой 1200 (м³/га).

Фенологические наблюдения по основным фазам развития: посев, всходы (VE), появление тройничного листа (V1), цветение (R2), бобообразование (R4), налив бобов (R6), созревание (R8) [13]. Полевая оценка, структурный анализ в соответствии с методическими указаниями ВИР [14]. Статистическая обработка результатов экспериментов для обеспечения достоверности данных выполнена в программной среде R (<https://cran.r-project.org/>) с открытым исходным кодом, а так же в программе Windows Excel.

Морфологическая оценка степени прикрепления семяножки к семени проводится по наличию характерного белого глазка на рубчике семени (рис.1).

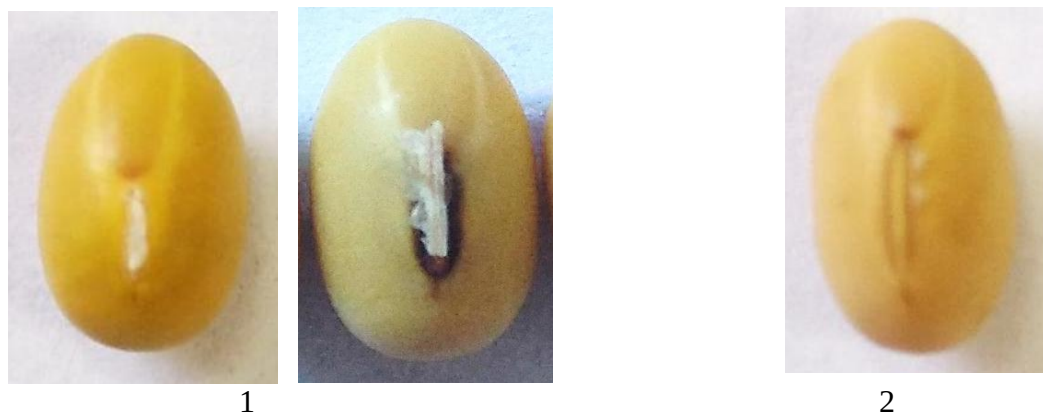


Рис. 1. Тип рубчика. 1– с глазком, 2 – без глазка

Результаты и обсуждение

С 2006 по 2021 годы проведена гибридизация по 881 комбинациям скрещивания в различных направлениях селекционных работ (продуктивность, скороспелость, фотонейтральность, содержание питательных и антипитательных веществ в семенах, неосыпаемость). По признаку сросшейся семяножки за этот период было проведено скрещивание по 244 комбинациям, что составляло от 10 до 60% от общего количества скрещиваний.

Процент завязывания составлял в зависимости от комбинации скрещивания от 0 до 35%. В питомнике первого поколения было высеяно 204 гибрида. Часть гибридов не взошла, а также путем идентификации ложных гибридов по маркерному признаку (фиолетовая окраска венчика) на этом этапе было отбраковано 53 гибридных комбинации. Начиная с гибридов второго поколения отбор велся по продуктивности, не обращая внимания на расщепление в популяции признака сросшейся семяножки (табл. 2).

Полевая браковка составляла 90-95%. Материал браковался на корню по отрицательным признакам – полегаемости, растрескиваемости, низкорослости, индетерминантному типу развития, склонности к грибковым и вирусным заболеваниям.

В итоге в контрольном питомнике было изучено 69 номеров 33 гибридных комбинаций с признаком сросшейся семяножки, а в конкурсном сортоиспытании изучено 11 номеров от 10 комбинаций скрещивания.

В 2021 году в контрольном питомнике было изучено 38 номеров, 14 из которых обладали признаком неосыпаемости – наличие глазка на рубчике.

Из общего количества изученных сортообразцов контрольного питомника – 63% составляют номера с несросшейся семяножкой, а 37% с плотным ее срастанием со створками боба. Из 38 изученных образцов контрольного питомника по урожайности превышают стандарт 11 номеров без рубчика и 5 номеров с рубчиком. Средние показатели урожайности номеров со сросшейся семяножкой (43,6 ц/га) уступают средним показателям номеров без этого признака (47,5 ц/га) (табл. 3).

Таблица 2

Отбор элитных растений из гибридных комбинаций со сросшейся семяножкой

Год скрещивания	Общее количество гибридных комбинаций скрещивания, шт	Количество гибридных популяций с признаком сросшейся семяножки по питомникам, шт									
		Питомник гибрида	F1	F2	F3	F4	СП 1	СП2	КП	КСИ	ГСИ
2006	36	5	3	3	3	3	2	2	2	1	0
2007	45	7	5	5	2	2	1	1	1	1	0
2008	48	5	5	2	2	2	2	2	2	1	0
2009	48	13	13	13	12	10	10	10	5	5	0
2010	49	7	7	3	3	3	3	3	1	0	0
2011	70	17	14	12	12	12	12	12	4	0	0
2012	63	21	20	17	17	14	13	8	3	2	
2013	64	33	26	21	17	15	13	13	9		
2014	64	25	24	17	15	15	13	9	6		
2015	80	25	23	20	20	19	4	3			
2016	80	23	18	14	11	11	10				
2017	73	44	31	15	15	12					
2018	40	10	9	8	6						
2019	40	1	1	0							
2020	40	3	3	1							
2021	41	5	2								
Количество гибридных комбинаций, шт.	881	244	204	151	135	118	83	63	33	10	
Количество изученных линий, шт.			204	205	380	472	453	264	69	11	

Так как в начальных гибридных и селекционных питомниках отбор велся в направлении урожайности и отсутствие признака свободного прикрепления семяножки не входил в цели браковки, то в питомник контрольного сортоиспытания попали номера от одной и той же гибридной комбинации, но с разным строением семяножки.

В трех (Зара/Десна, Зара/Жансая, Одесская 150/ Safrana) из пяти гибридных популяций более высокий уровень урожайности отмечен у номеров со сросшейся семяножкой, чем у их аналогов со свободной семяножкой. У признаков продуктивности наименьшая амплитуда изменчивости внутри каждой гибридной комбинации наблюдалась по высоте растения, высоте прикрепления нижних бобов, количеству боковых ветвей и количеству продуктивных узлов.

Таблица 3

**Урожайность номеров сои со сросшейся и несросшейся семяножкой в питомнике
контрольного сортоиспытания, 2021 год**

Параметр	Селекционные номера		
	Жансая, стандарт	с несросшейся семяножкой	со сросшейся семяножкой
<i>все образцы питомника</i>			
Количество образцов, шт.	1	24	14
Минимальное значение урожайности, ц/га	25,0	29,2	27,0
Максимальное значение урожайности, ц/га	54,0	70,8	50,0
Среднее значение урожайности, ц/га	40,7	42,0	40,2
<i>образцы, превышающие по урожайности стандарт</i>			
Количество образцов, шт.	1	11	5
Минимальное значение урожайности, ц/га	25,0	37,5	33,3
Максимальное значение урожайности, ц/га	54,0	70,8	50,0
Среднее значение урожайности, ц/га	40,7	47,5	43,6

По признакам – число бобов с растения, масса семян с растения, масса 1000 семян у большинства номеров со сросшейся семяножкой наблюдалось уменьшение этих показателей в сравнении с осыпающимися номерами (табл. 4).

Таблица 4

**Признаки продуктивности, урожайность и вегетационный период селекционных
номеров сои контрольного сортоиспытания, полученных от скрещивания с
неосыпаемыми сортами**

Селек- ционный номер	Характер семяножки	Высота, см	Число продуктивных узлов, шт.	Число бобов с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожай- ность, ц/га
Зара/Селекта 302							
И 28/1	Свободная	65,4	11,6	58,4	15,2	154,0	37,5
И 28/3	Сросшаяся	70,8	12,2	49,4	13,8	161,0	34,4
Зара/Десна							
К 28/4	Свободная	69,4	12,2	59,2	20,9	191,0	38,5
К 28/3	Сросшаяся	82,8	12,4	60,4	18,7	142,0	45,8
К 28/6	Сросшаяся	72,8	11,4	45,2	15,2	177,0	41,7
Зара/Жансая							
КТ 41/3	Свободная	68,4	13,2	47,0	14,4	196,0	38,5
К 41/1	Сросшаяся	79,6	13,4	51,4	17,3	195,0	44,8
Одесская 150/Харбин							
К 15/9	Свободная	79,8	12,6	64,8	18,2	165,0	45,8
К 15/7	Сросшаяся	81,6	10,4	48,0	12,0	181,0	37,5
Одесская 150/ Safrana							
КТ-46/6	Свободная	77,2	12,8	52,4	16,8	197,0	34,4
К 46/4	Сросшаяся	69,0	8,4	39,0	15,9	176,0	38,5
К 46/5	Сросшаяся	86,2	14,4	70,6	22,1	181,0	39,6

В работах Дебелого Г.А. и Цакашвили Б.Н. (1983) отмечено, что в гибридных популяциях у растений с отделяющейся семяножкой гороха в формирование урожайности

равный вклад вносят 3-4 признака, а у растений с неосыпающимися семенами только два: число продуктивных узлов и масса одного семени [15]. Некоторые исследователи [16, 17] у растений с неосыпающимися семенами наблюдали уменьшение числа бобов на растении и числа семян в бобе при одновременном увеличении массы семени, что, по мнению В.В. Хангильдина, обусловлено повышением аттрагирующей способности развивающихся семян вследствие чрезмерного развития семяножки. Возможно, это связано и с продолжительностью поступления запасных веществ в семя, так как у семян с отделяющейся семяножкой этот процесс прекращается с образованием разделительного слоя, а у неосыпающихся длится дольше. Наши исследования не подтверждают сведения о повышении массы семян у номеров со сросшейся семяножкой.

В питомнике конкурсного сортоиспытания из 26 изученных номеров 3 характеризовались признаком неосыпаемости - с глазком на рубчике (ИТ 24/2, ИТ 24/4 – Зара*Черемош; И-23/7 – Зара*Корсак) с диапазоном урожайности 27,1-54,2 ц/га.

Из 26 номеров, у которых отсутствует плотное срастание семяножки, стандартный сорт превзошли по урожайности 15 номеров со средней урожайностью 48,4 ц/га. Только один из трех номеров со сросшейся семяножкой (И-23/7 – Зара*Корсак) оказался более продуктивным, чем стандартный сорт Жансая. Средняя урожайность этого номера составила 43,8 ц/га (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность номеров сои со сросшейся и несросшейся семяножкой в питомнике конкурсного сортоиспытания, 2021 год

Параметр	Селекционные номера		
	Жансая, стандарт	с несросшейся семяножкой	со сросшейся семяножкой
<i>все образцы питомника</i>			
Количество образцов, шт.	1	26	3
Минимальное значение урожайности, ц/га	25,0	16,6	27,1
Максимальное значение урожайности, ц/га	54,1	64,5	54,2
Среднее значение урожайности, ц/га	42,4	43,6	41,9
<i>образцы, превышающие по урожайности стандарт</i>			
Количество образцов, шт.	1	15	1 (И-23/7)
Минимальное значение урожайности, ц/га	25,0	29,1	35,4
Максимальное значение урожайности, ц/га	54,1	64,5	50,0
Среднее значение урожайности, ц/га	42,4	48,4	43,8

Полученные нами результаты, а также опыт других селекционеров в области создания неосыпающихся сортов гороха и сои, позволили предположить, что при удачном подборе компонентов скрещивания, направленном отборе, возможно создание высокоурожайных сортов сои с неосыпающимися семенами.

Заключение

Привлечение в качестве доноров неосыпаемости отечественных сортов Алматы, Зара и сорта украинской селекции Одесская 150 позволили расширить линейный материал с этим признаком в селекционных питомниках лаборатории масличных культур ТОО «КазНИИЗиР». За 2006-2021 годы получена 151 гибридная комбинация с участием этих материнских линий. В контрольном питомнике и конкурсном сортоиспытании отобраны селекционные номера сои с признаком сросшейся семяножки, достоверно превышающие стандарт по урожайности. Целенаправленный подбор компонентов скрещивания, направленный отбор – путь создания высокоурожайных сортов сои с неосыпающимися семенами.

Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования МСХ РК по бюджетной программе 267, BR10764991 «Создание высокопродуктивных сортов и гибридов масличных и крупяных культур на основе достижений биотехнологии,

генетики, физиологии, биохимии растений для устойчивого их производства в различных почвенно-климатических зонах Казахстана».

Литература

1. Кошкин Е.И., Дьяков А.Б., Гатаулина Г.Г., Беденко В.П., Третьяков Н.Н. Частная физиология полевых культур: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по агроном. специальностям. Москва, – 2005. – 253 с.
2. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Масличные культуры // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений. – 2014. – № 2. – С. 159-160.
3. Агро архив. Электрон.ресурс – 2014. URL: <https://agro-archive.ru/soya/1241-rastreskivaemost-bobov-posle-sozrevaniya.html>
4. Eglitis A. Paksaugu sēlēkcija un seklkopība // Paraugstām ražām. – 1959. – P. 61-68.
5. Зеленов А.Н. О признаке неосыпаемости семян гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 79-85.
6. Гудкова Н.Г., Дружинина В.С. Морфолого-анатомическое строение семяножки осыпавшихся и неосыпавшихся сортов гороха // Вестник адыгейского государственного университета. – 2011. – №4 (2). – С. 33-37.
7. Дидоренко С.В., Агеев А.В., Сагит И., Абилдаева Д.Б., Сайкенова А.Ж., Канаткызы М. Фенотипирование гермоплазмы сои *Glycine Max (L.) Merr.*, по признаку неосыпаемости семян // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1(37). – С. 53-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-53-59
8. Брежнева В.И. Селекция гороха на Кубани. Краснодар: Просвещение-Юг, – 2006. – 203 с.
9. Задорин А.Д., Яковлев В.Л. Итоги и перспективы селекции гороха в России // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 1. – С. 2-6.
10. Дидоренко С.В., Карягин Ю.Г., Булатова К.М. Патент № 31427 на изобретение «Способ гибридизации сои» ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства», заявка № 2011/0010.1 подано 06.01.2011, опубликовано 21.07.2016.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию. – 2012. – 352 с.
12. Кудайбергенов М.С., Дидоренко С.В. Технология возделывания сои на орошаемых землях юго-востока Казахстана. Алматы: Асыл кітап, – 2014. – 24 с.
13. Mark Licht. Soybean growth and development // Soybean Extension Agronomist Department of Agronomy. Iowa State University. University Extension. – 2014. – V. 515. – P. 28.
14. Вишнякова М.А. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. Санкт-Петербург: Мин. науки и высшего образования РФ, – 2018. – 143 с.
15. Дебелый Г.А., Цакашвили Б.Н. Комбинационная способность гороха с обычными и неосыпавшимися семенами // Сборник научных трудов НИИСХ ЦРНЗ. – 1983. – С. 181-183.
16. Хангильдин В.В., Нуриахметов Д.Ф. Исследование новых мутантных генов у гороха посевного. Сообщение III. Эффект гена неосыпаемости *def* на комбинационную способность, семенную продуктивность растения и гомеостаз в системе тестерных скрещиваний // Генетика. – 1988. – Т. XXIV. – № 2. – С. 298-305.
17. Вербицкий Н.М. Селекция гороха в условиях Северного Кавказа. Ростов-на-Дону, – 1992. – 259 с.

References

1. Koshkin E.I., D'jakov A.B., Gataulina G.G., Bedenko V.P., Tret'jakov N.N. Chastnaja fiziologija polevyh kul'tur: ucheb. posobie dlja studentov vuzov, obuchajushhihsja po agronom. special'nostjam [Private physiology of field crops: textbook for agronomy students]. Moscow, 2005, 253 p. (In Russian)
2. Zelencov S.V., Moshnenko E.V. Maslichnye kul'tury [Oilseed crops]. Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. Selekcija i semenovodstvo sel'skohozjajstvennyh rastenij, 2014, no 2, pp. 159-160. (In Russian)
3. Agro arhiv. Jelektron.resurs [Agro archive. Electronic resource]. 2014, URL: <https://agro-archive.ru/soya/1241-rastreskivaemost-bobov-posle-sozrevaniya.html> (In Russian)
4. Eglitis A. Paksaugu sēlēkcija un seklkopība. Paraugstām ražām, 1959, P. 61-68.
5. Zelenov A.N. O priznake neosypaemosti semjan goroha [On the sign of pea seeds not shattering]. Zernobobovye i krupjanye kul'tury, 2013, no 2 (6), pp. 79-85. (In Russian)
6. Gudkova N.G., Druzhinina V.S. Morfologo-anatomicheskoe stroenie semjanozhki osypajushhihsja i neosypajushhihsja sortov goroha [Morphological and anatomical structure of the stalk of shrivelled and non-shrivelled pea varieties]. Vestnik adygejskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011, no 4 (2), pp. 33-37. (In Russian)
7. Didorenko S.V., Ageenko A.V., Sagit I., Abildaeva D.B., Sajkenova A.Zh., Kanatkyzy M. Fenotipirovanie germoplazmy soi *Glycine Max (L.) Merr.*, po priznaku neosypaemosti semjan [Phenotyping of *Glycine Max (L.) Merr.* soybean germplasm for non-shattering seeds]. Zernobobovye i krupjanye kul'tury, 2021, no 1 (37), pp. 53-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-53-59 (In Russian)
8. Brezhneva V.I. Selekcija goroha na Kubani [Pea breeding in Kuban] Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2006. 203 p.

9. Zadorin A.D., Jakovlev V.L. Itogi i perspektivy selekcii goroha v Rossii [Outcomes and prospects for pea breeding in Russia]. *Selekcija i semenovodstvo*, 1994, no 1, pp. 2-6. (In Russian)
10. Didorenko S.V., Karjagin Ju.G., Bulatova K.M. Patent №31427 na izobretenie «Sposob gibrizacii soi» [Patent no. 3127 for the invention «Method of hybridisation of soybeans»]. *TOO Kazahskij NII zemledelija i rastenievodstva, zajavka*, no 2011/0010.1, podano 06.01.2011, opublikovano 21.07.2016. (In Russian)
11. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Field experiment methodology]. Moscow, *Kniga po trebovaniju*, 2012, 352 p. (In Russian)
12. Kudajbergenov M.S., Didorenko S.V. Tehnologija vozdeljvanija soi na oroshaemyh zemljah jugo-vostoka Kazahstana [Technology of soybean cultivation on irrigated land in south-east of Kazakhstan] Almaty: Asyl kitap, 2014. 24 p.
13. Mark Licht. Soybean growth and development. Soybean Extension Agronomist Department of Agronomy. Iowa State University. University Extension, 2014, Vol. 515, P. 28.
14. Vishnjakova M.A. i dr. Kollekcija mirovyh geneticheskikh resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metodicheskie ukazanija [The VIR World Legume Genetic Resources Collection: replenishment, conservation and study: guidelines]. Sankt-Peterburg: *Min. nauki i vysshego obrazovanija RF*, 2018, 143 p. (In Russian)
15. Debelyj G.A., Cakashvili B.N. Kombinacionnaja sposobnost' goroha s obychnymi i neosypajushhimisja semenami [Combination ability of peas with regular and non-sprouting seeds]. *Sbornik nauchnyh trudov NIISH CRNZ*, 1983, pp. 181-183. (In Russian)
16. Hangil'din V.V., Nuriahmetov D.F. Issledovanie novyh mutantnyh genov u goroha posevnogo. Soobshhenie III. Jeffekt gena neosypaemosti def na kombinacionnuju sposobnost', semennuju produktivnost' rastenija i gomeostaz v sisteme testernyh skreshhivaniy [Research on new mutant genes in seed pea. Report III. Effect of def gene on combinatorial ability, seed production of plants and homeostasis in the system of tester crosses]. *Genetika*, 1988, n.XXIV, no. 2, pp. 298-305. (In Russian)
17. Verbickij N.M. Selekcija goroha v uslovijah Severnogo Kavkaza [Pea breeding in the North Caucasus]. Rostov-na-Donu, 1992, 259 p. (In Russian)

ОЦЕНКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА И ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Б. Катышева, канд. биол. наук, ORCID ID: 0000-0002-5847-1695,
E-mail: mitanova2014@yandex.ru

А.В. Поморцев, канд. биол. наук, ORCID ID: 0000-0001-8025-7647,
E-mail: pomorcevanatolii@mail.ru

С.Ю. Зорина, канд. биол. наук, ORCID ID: 0000-0002-7587-981X

Л.Г. Соколова, канд. биол. наук, ORCID ID: 0000-0002-5178-1404,

А.С. Журавкова, магистрант, E-mail shiverskix98@bk.ru

А.И. Катышев, канд. биол. наук, ORCID ID: 0000-0001-7856-0460,

Н.В. Дорофеев, канд. биол. наук, ORCID ID: 0000-0002-0005-0134

СИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, Г. ИРКУТСК

В результате проведенных полевых исследований коллекции сортов и сортообразцов сои в условиях лесостепной зоны Иркутской области показано, что изучаемые сорта и сортообразцы вызревают и показывают хорошую семенную продуктивность. Сорта сои Баргузин и Саяна были самыми позднеспелыми по сравнению с другими изучаемыми сортами и сортообразцами (вегетационный период 119-135 дней). При этом у этих сортов, а также сортов Магева, Чера1, был наибольший коэффициент вариации по продолжительности вегетационного периода, т.е. в различные годы наблюдалось значительное отличие по этому показателю. Сортообразцы 0, 15, 70, 15ТО и сорт Горинская имели более низкий коэффициент вариации по продолжительности вегетационного периода, менее 1%. Сортообразец 70 и 15ТО, а также сорта Горинская, Заряница, СИБНИИК-315 оказались наиболее стабильными по признаку скороспелости в условиях лесостепи Иркутской области. В среднем за три года исследований более высокая продуктивность отмечена у относительно позднеспелых сортов Баргузин, Саяна и Чера 1. Высокая продуктивность и скороспелость отмечена для сортообразца С-33. Сочетание стабильной продуктивности и скороспелости отмечено у сортов Горинская, Заряница, СИБНИИК-315, сортообразцов 70 и 15ТО. Следует отметить, что как теплообеспеченность, так и характер распределения осадков в изучаемые годы различались и, несомненно, влияли как на продуктивность, так и на продолжительность вегетационного периода у исследованных генотипов сои.

Ключевые слова: соя, продуктивность, продолжительность вегетации, селекция.

Для цитирования: Катышева Н.Б., Поморцев А.В., Зорина С.Ю., Соколова Л.Г., Журавкова А.С., Катышев А.И., Дорофеев Н.В. Оценка продолжительности вегетационного периода и продуктивности сортов и сортообразцов сои в условиях Иркутской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):30-35. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-30-35

ASSESSMENT OF GROWING SEASON DURATION AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES AND CULTIVARS UNDER THE CONDITIONS OF THE IRKUTSK REGION

**N.B. Katysheva, A.V. Pomortsev, S.Y. Zorina, L.G. Sokolova, A.S. Zhuravkova,
A.I. Katyshev, N.V. Dorofeev**

SIBERIAN INSTITUTE OF PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF THE
SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Abstract: *As a result of the field studies of the collection of soybean varieties and variety accessions in the forest-steppe zone of the Irkutsk region it was shown that the studied varieties and samples mature and demonstrate sufficiently high productivity. Soybean varieties Barguzin and Sayana were the most late-ripening compared to other studied varieties and variety accessions (vegetation period 119-135 days). At the same time, these varieties, as well as Mageva and Chera1, had the highest coefficient of variation on the length of the growing season, i.e. in different years there was a significant difference of this indicator. Samples 0, 15, 70, 15TO, and variety Gorinskaya had a lower coefficient of variation of the length of the growing season. Samples 70 and 15TO, as well as varieties Gorinskaya, Zaryanitsa, SIBNIIK-315 were the most stable on the sign of early maturity in the forest-steppe conditions of the Irkutsk region. On average over the three years of research, higher productivity was noted in the relatively late-ripening varieties Barguzin, Sayana and Chera1. High productivity and early maturity were noted for the variety C-33. The combination of stable productivity and early maturity is noted in varieties Gorinskaya, Zaryanitsa, SIBNIIK 315, samples 70 and 15TO. It should be noted that both heat availability and rainfall distribution in the studied years differed and undoubtedly influenced both the productivity and the duration of the growing season in the soybean genotypes studied.*

Keywords: soybean, productivity, vegetation season length, breeding.

Введение

Соя является ценной зернобобовой культурой, характеризующейся высоким содержанием сбалансированного по аминокислотному составу белка (35-47%), а также растительного масла в семенах (17-25%). Она широко используется в кормовых, пищевых и технических целях. В связи с этим соя является стратегически важной сельскохозяйственной культурой во всем мире, темпы возделывания которой в последнее время не снижаются, а только увеличиваются [1]. Следует отметить, что ранее соя на территории Иркутской области не возделывалась, при этом наибольший удельный вес в структуре посевных площадей занимают яровые зерновые культуры (яровая пшеница, овёс и ячмень). Введение такой зернобобовой культуры как соя в существующие или создание новых севооборотов позволит увеличить долю зернобобовых культур и приблизиться к более естественному сочетанию бобовых и злаковых компонентов. В 2021 г. количество посевных площадей занятых под соей в Иркутской области составило около 400 га.

Соя является теплолюбивым растением муссонного климата. Оптимальная требуемая сумма активных температур выше 10 °С составляет от 2000-3000°С. Кроме этого, соя является растением чувствительным к интенсивности освещения и продолжительности дня, для этой культуры важным является также совместимость фаз развития с оптимальными для каждой фазы режимами температуры, влажности и продолжительности светового периода. Вследствие этого сорта сои характеризуются узкой зональной принадлежностью - в пределах 1-2 ° по широте. В северных широтах, при более длинном световом периоде, цветение растений задерживается, и бобы не успевают созреть до наступления осенних заморозков. В более южных широтах, при коротком дне и теплой погоде, соя зацветает слишком рано и не успевает сформировать достаточную вегетационную массу, необходимую для получения более высокого урожая [2]. В настоящее время селекционерами создано множество фотонейтральных сортов сои северного экотипа, не реагирующих или слабо реагирующих на увеличение длины светового периода, а также менее требовательных к повышенной сумме активных температур. Это позволило выращивать сою в условиях длинного светового режима, низкой суммы активных температур 1700-1800°С и получать стабильную и хорошую урожайность.

Характерными климатическими особенностями лесостепи Иркутской области являются короткий вегетационный период, низкая сумма активных температур выше 10°С,

составляющая 1772°C (по среднемноголетним данным) и недостаточная влагообеспеченность. Поэтому основные критерии сортов сои для выращивания в данных условиях - это скороспелость, сниженная чувствительность к продолжительности дня и более низкая требуемая сумма активных температур для роста и развития.

Целью работы являлась оценка продолжительности вегетационного периода и продуктивности различных сортов и сортообразцов сои в условиях лесостепной зоны Иркутской области.

Материалы и методы исследований

Для оценки продолжительности вегетационного периода и продуктивности сои в условиях лесостепной зоны Иркутской области в течение трех вегетационных периодов 2019-2021 гг. были высеяны следующие сорта и сортообразцы сои – сортообразцы 0, 15, 70, 15ТО, С-8, С-13, С-26, С-32, С-33, сорта Заряница, СИБНИИК-9, СИБНИИК-315, Горинская, Магева, УСХИ-6, Чера-1, Баргузин, Саяна. В 2021 г. коллекция сортов сои была дополнена районированными по Восточно-Сибирскому региону сортами Лидия, Сибириада, Соната, Кружевница, Эльдorado, Золотистая, Черемшанка, Сибирячка.

Опытное поле размещено на северо-восточном склоне. Высота над уровнем моря - 512 м. Координаты опытно-экспериментального участка 53° 33'58,75" с. ш. и 102° 35'23,90" в. д. Крайние точки Иркутской области имеют координаты по широте: южная – 51°18' с. ш., северная – 64°15' с. ш. Почва серая лесная, мощность гумусового горизонта 25-35 см, содержание гумуса 2,8-3,5%.

Посев сои проводили 15 мая с допуском по годам исследований ± 2 дня, способ посева широкорядный, норма высева из расчёта 460 тыс./га, глубина заделки семян 3-4 см. Уборка вручную, способ учета сноповой.

Результаты и обсуждение

Теплообеспеченность периода вегетации в годы исследований была различной. В 2019 г. сумма среднесуточных температур выше 10°C составила 1773°C, в 2020 году – 2123°C, в 2021 году – 1737°C. Теплообеспеченность 2019 и 2021 годов вполне сопоставима с наблюдаемой среднемноголетней нормой за период 1981-2010 гг. – 1732°C. А 2020 г. был значительно теплее, чем в среднем за многолетние наблюдения – 2123°C. Общая сумма осадков за период апрель-сентябрь 2019 г. составила 402,5 мм, в 2020 г. – 379,6, а в 2021 г. – 275,0 мм, при среднемноголетней норме 287,7 мм. Распределение осадков в 2021 году было не характерным для лесостепи Иркутской области. Так, во второй и третьей декаде мая, а также в первой и второй декаде июня осадков выпало больше, чем в среднем по многолетним данным. Вторая половина вегетации сои (июль-август) в 2019 и 2020 годах была лучше обеспечена влагой, что является типичным для района исследований.

Продолжительность вегетационного периода различных сортов и сортообразцов сои в изучаемых условиях в 2019 г. колебалась от 98 дней до 120 дней (таблица 1). Наиболее короткий вегетационный период составил 98 дней у сортов Заряница, Магева, УСХИ-6, СИБНИИК-315, наиболее продолжительный – у сортов Чера 1, Баргузин и Саяна – 119-120 дней. Из числа генотипов, характеризующихся коротким вегетационным периодом, наиболее интересными и перспективными представляются сортообразцы С-8, С-13, С-26, С-32 и С-33, у которых отмечена хорошая зерновая продуктивность 296 – 321 г/м². В 2019 г. практически у всех сортов и сортообразцов, кроме сортов Саяна и Баргузин отмечали схожие сроки наступления фаз развития. Сорта сои Саяна, Баргузин были более высокорослыми, чем другие образцы, у них наблюдалось продолжительное наступление и прохождение фаз развития, начиная с фазы ветвления, перехода в фазу цветения и далее. В то же время в условиях Краснодарского края данные сорта показали себя, как очень раннеспелые [3, 4].

По продолжительности вегетационного периода в 2020 г. также, как и в 2019 г. наиболее позднеспелыми (135 дней) были сорта сои Саяна и Баргузин, при этом у сорта Баргузин была получена максимальная продуктивность 332 г/м². Значительное увеличение продолжительности вегетационного периода в 2020 г. отмечено у сорта Магева – до 119 дней по сравнению с 98 днями вегетации в 2019 г., что, вероятно, явилось следствием различий

погодных условий в 2019 и 2020 годах. Наименьшая продуктивность в 2020 г. была у сорта УСХИ-6 – 108 г/м², которая согласно анализу структуры урожая определялась наименьшим количеством растений в снопе.

В 2021 г., как и в предыдущие годы, более позднеспелыми были сорта сои Саяна и Баргузин, вегетационный период в их случае составил 130 дней. Наибольшая зерновая продуктивность – 262-263 г/м² – наблюдалась в 2021 году у сортообразцов 0 и 15. Необходимо отметить, что при очень ранних для Иркутской области сроках посева – середина первой декады мая – урожайность сорта Баргузин в посевах на размножения составила 25,8 ц/га, а у сорта Саяна 25,5 ц/га.

Таблица 1

Продолжительность вегетационного периода и зерновая продуктивность сортов и сортообразцов сои в условиях лесостепи Иркутской области

Сорт, сортообразец	2019		2020		2021	
	Продук- тивность, г/м ²	Вегетац. период, дней	Продук- тивность, г/м ²	Вегетац. период, дней	Продук- тивность, г/м ²	Вегетац. период, дней
0	155	102	215	104	262	103
15	214	102	140	104	263	103
70	191	102	192	104	210	103
15ТО	239	102	201	104	239	103
С-8	321	99	203	104	201	103
С-13	313	99	215	104	187	103
С-26	306	99	195	104	185	103
С-32	296	100	195	104	225	103
С-33	300	100	233	104	222	103
Заряница	212	98	190	104	214	103
СИБНИИК-9	199	102	153	119	206	103
СИБНИИК-315	198	98	211	104	224	103
Горинская	196	104	162	104	191	103
Магева	192	98	209	119	229	103
УСХИ-6	165	98	108	104	157	103
Чера-1	332	119	218	104	183	103
Баргузин	274	120	332	135	209	130
Саяна	305	119	219	135	226	130

В 2021 году коллекция была расширена за счёт включения дополнительных сортов, районированных по Восточно-Сибирскому региону. Из этих сортов одинаковая продолжительность вегетационного периода была у сортов Эльдорадо, Золотистая, Черемшанка и Сибирячка – 118 дней (табл. 2). Вегетация этих сортов была на две недели больше, чем у самых скороспелых ранее испытанных сортов и сортообразцов (табл. 1).

Сорта Лидия и Сибириада имели продолжительность вегетационного периода, как и у сортов, Баргузин и Саяна – 130 дней. Сорта Кружевница, Персона и Соната не вызрели.

По фенологическим наблюдениям данные сорта не перешли к фазе созревания, на момент самой поздней уборки отмечена фаза налива семян. Сорта сои Черемшанка, Сибирячка, Эльдорадо, Золотистая, в изучаемых условиях оказались среднеспелыми, с хорошей потенциальной урожайностью.

Таблица 2

Продолжительность вегетационного периода и продуктивность районированных по Восточно-Сибирскому региону сортов сои в условиях Заларинского агроэкологического стационара

Сорт	2021	
	Продуктивность, г/м ²	Вегетационный период, дней
Лидия	218	130
Сибириада	213	130
Эльдорадо	211	118
Золотистая	239	118
Черемшанка	199	118
Сибириячка	201	118
Кружевница	не вызрел	
Соната	не вызрел	
Персона	не вызрел	

Отмечено, что на протяжении нескольких наблюдаемых вегетационных периодов, сортообразцы 0, 15, 70, 15ТО, С-8, С-13, С-26, С-32 и С-33 в условиях лесостепи Иркутской области хорошо вызревают и показывают высокую продуктивность. Сортообразцы 0, 15, 70, 15ТО, и сорт Горинская имеют более низкий коэффициент вариации продолжительности вегетационного периода (табл. 3). Более позднеспелые сорта Магева, Чера 1, Баргузин и Саяна имеют больший коэффициент вариации по продолжительности вегетационного периода.

Вариабельность по зерновой продуктивности в зависимости от условий вегетации была наименьшей у сортообразца № 70 – 5,4%. К сортам и сортообразцам с низкой вариабельностью продуктивности можно отнести сортообразец 15ТО, сорт Заряница, СИБНИИК-315, Горинская, Магева.

Таблица 3

Коэффициент вариации у сортов и сортообразцов сои по продолжительности вегетационного периода и зерновой продуктивности за 2019-2021 гг.

Сорт, сортообразец	Коэффициент вариации за 2019-2021 гг., %		Сорт, сортообразец	Коэффициент вариации за 2019-2021 гг., %	
	вегетационный период	зерновая продуктивность		вегетационный период	зерновая продуктивность
0	0,97	25,46	СИБНИИК-9	8,83	15,48
15	0,97	30,11	СИБНИИК-315	3,16	6,16
70	0,97	5,41	Горинская	0,57	10,03
15ТО	0,97	9,69	Магева	10,28	8,82
С-8	2,59	28,43	УСХИ-6	3,16	21,53
С-13	2,59	27,76	Чера-1	8,24	31,89
С-26	2,59	29,37	Баргузин	5,95	22,65
С-32	2,03	21,73	Саяна	6,39	19,10
С-33	2,03	16,78			
Заряница	3,16	6,49			

Заключение

Таким образом, сортообразец № 70 и 15ТО, а также сорта Горинская, Заряница, СИБНИИК-315 оказались наиболее стабильными по признаку скороспелости в годы исследований. В среднем за три года исследований более высокая продуктивность отмечена у относительно позднеспелых сортов Баргузин, Саяна и Чера-1. Хорошая продуктивность и скороспелость отмечена и для сортообразца С-33. Сочетание стабильной продуктивности и

скороспелости отмечено у сортов Горинская, Заряница, СИБНИИК-315, сортообразцов № 70 и 15ТО. Данные сорта и образцы могут быть рекомендованы к посеву на территории лесостепи Иркутской области.

Литература

1. Кривошлыков К. М., Рощина Е. Ю., Козлова С. А. Анализ состояния развития производства сои в мире и в России // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. - Вып. 3 (167). – С. 64-69. УДК: 631.1:633.853.52(100+470)
2. Перфильев Р.Н., Щербань А.Б., Салина Е.А. Разработка панели маркеров для генотипирования отечественных сортов сои по генам, контролирующим срок вегетации и реакцию на фотопериод // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – 25 (7). – С. 761-769 DOI 10.18699/VJ21.087
3. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Трунова М.В., Бубнова Л.А., Будников Е.Н., Лукомец А.В., Савиченко В.Г., Дорофеев Н.В., Катышева Н.Б., Поморцев А.В. Холодоустойчивый сорт сои северного экотипа Саяна // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2021. - Вып. 1 (185). – С. 95-102. УДК: 633.853.52:633.851.52
4. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Бубнова Л.А., Будников Е.Н., Трунова М.В., Лукомец А.В., Рамазанова С.А., Дорофеев Н.В., Катышева Н.Б., Поморцев А.В. Холодоустойчивый сорт сои северного экотипа Баргузин // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2020. - Вып. 1 (181). – С. 132-139. УДК: 633.853.52:633.851.52

References

1. Krivoshlykov K. M., Roshchina E. Yu., Kozlova S. A. Analiz sostoyaniya razvitiya proizvodstva soi v mire i v Rossii [Analysis of the state of development of soybean production in the world and in Russia]. Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur – Oil crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil crops, 2016, vol. 3, no.167, pp. 64–69. (In Russian)
2. Perfil'ev R.N., Shcherban' A.B., Salina E.A. Razrabotka paneli markerov dlya genotipirovaniya otechestvennykh sortov soi po genam, kontroliruyushchim srok vegetatsii i reaktsiyu na fotoperiod [Development of a marker panel for genotyping of domestic soybean cultivars for genes controlling the duration of vegetation and response to photoperiod]. Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii - Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2021, vol. 25, no.7, pp. 761-769. (In Russian)
3. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Trunova M.V., Bubnova L.A., Budnikov E.N., Lukomets A.V., Savichenko V.G., Dorofeev N.V., Katysheva N.B., Pomortsev A.V. Kholodoustoichivyi sort soi severnogo ehkotipa Sayana [The cold-tolerant soybean variety of the northern ecotype Sayana]. Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur – Oil crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil crops, 2021, vol. 1, no. 185, pp. 95–102. (In Russian)
4. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Bubnova L.A., Budnikov E.N., Trunova M.V., Lukomets A.V., Ramazanova S.A., Dorofeev N.V., Katysheva N.B., Pomortsev A.V. Kholodoustoichivyi sort soi severnogo ehkotipa Barguzin [The cold-tolerant soybean variety of the northern ecotype Barguzin]. Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur – Oil crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil crops, 2020, vol. 1, no. 181, pp. 132–139. (In Russian)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

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

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

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

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*АО «ЩЁЛКОВО АГРОХИМ»

Планирование и эффективная реализация продуктивного и адаптивного потенциала сортов сельскохозяйственных растений возможны лишь при учёте их агроэкологической характеристики. Агроэкотипы формируются под действием искусственного и естественного отборов в создаваемых человеком искусственных агросистемах. Экотипы дикорастущих, способных к самовоспроизведению растений – под действием только естественного отбора при относительно постоянном комплексе внешних условий. На территории Российской Федерации для географической классификации агроэкотипов следует руководствоваться «Природно-сельскохозяйственным районированием земельного фонда Российской Федерации» (1983), для эдафической – «Федеральным регистром технологий производства продукции растениеводства» (2000).

В одном и том же месте не могут произрастать два и более разных экотипов одного и того же вида. При государственном районировании сортов сельскохозяйственных растений, когда основным критерием допуска является урожайность, очень часто на одной и той же территории возделываются сорта разных агроэкотипов.

Ключевые слова: сельскохозяйственные растения, сорта, агроэкотипы географические, эдафические.

Для цитирования: Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Некоторые аспекты агроэкологической характеристики сельскохозяйственных растений. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):36-44. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-36-44

SOME ASPECTS OF THE AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AGRICULTURAL PLANTS

A.N. Zelenov, ORCID ID: 0000-0001-6909-0161

***A.A. Zelenov**, ORCID ID: 0000-0003-4544-7845, E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

*AO «SHELKOV AGROCHEM»

Abstract: *Planning and effective implementation of the productive and adaptive potential of agricultural plant varieties is possible only if their agroecological characteristics are taken into account. Agroecotypes are formed under the influence of artificial and natural selection in man-made artificial agrosystems. Ecotypes of wild plants capable of self-reproduction are formed under the influence of natural selection only under a relatively constant set of external conditions. On the territory of the Russian Federation, for the geographical classification of agroecotypes, one should be guided by the «Natural and agricultural zoning of the land fund of the Russian Federation»*

(1983), for the edaphic classification - by the «Federal Register of Plant Production Technologies» (2000).

Two or more different ecotypes of the same species cannot grow in the same place. In the state zoning of agricultural plant varieties, when the main criterion for admission is yield, very often varieties of different agroecotypes are cultivated in the same territory.

Keywords: agricultural plants, varieties, agroecotypes geographical, edaphic.

Агроэкологическая характеристика сельскохозяйственных растений имеет важное значение для целенаправленной и эффективной реализации их продуктивного и адаптивного потенциала методами селекции, семеноводства и агротехнологий. На это обращал внимание ещё Н.И. Вавилов: «...селекция растений требует для своих целей знания не только ботанических разновидностей, но также их дифференциации на экологические и физиологические группы. Для селекционера больший интерес, чем морфологические признаки, представляют различия в устойчивости против засухи, холода, различных грибов, бактерий, вирусов и насекомых, а также биохимические различия между сортами. Потребности практической селекции привели нас к установлению новой, агроэкологической классификации внутривидового разнообразия в мировом масштабе» [1].

Под влиянием происходящего на Земле изменения климата ареалы возделываемых в северном полушарии теплолюбивых культур расширяются на север. Некоторые исследователи, вопреки классификации Н.И. Вавилова, стали обозначать выращиваемые на новых территориях сорта этих культур сортами «северного экотипа».

Термин экотип сто лет назад предложил шведский учёный Г. Турессон (G. Turesson, 1922). Он же заложил основы учения об экотипах. Большой вклад в развитие этого учения применительно к дикорастущим кормовым растениям и вовлечению их в селекцию внесла Е.Н. Синская (1933, 1948). Многие отечественные и зарубежные экологи дополняли и уточняли учение об экотипах.

В современном представлении «*экотип определяется как совокупность нескольких или многих однородных и близкородственных по своему происхождению естественных популяций (популяция – группа биотипов) одного и того же вида, приспособленных к определённому типу экологических условий и способных к самовоспроизведению при относительно постоянном комплексе внешней среды*» [2].

Экотипы дикорастущих растений формируются в результате длительного микроэволюционного процесса, важнейшим фактором которого является *естественный отбор*. Сорта возделываемых растений создают методами селекции, которая, по определению Н.И. Вавилова, «представляет собой эволюцию, направляемую волей человека» [3]. Одним из важных отличительных методов селекции является искусственный отбор. «Направления естественного и искусственного отбора экотипов и сортов могут не только не совпадать, но и быть противоположными [4]. «Высшим призом» для естественного отбора является выживание организмов, тогда как для селекции – высокая продуктивность, а, следовательно, и физиологический предел проявления того или иного хозяйственно ценного признака» [4].

В связи с изложенным, совокупность сортов (гибридов) культурных растений, приспособленных к определённому типу агроэкологических условий, обозначенная Н.И. Вавиловым как агроэкологическая группа, в настоящее время определяется термином *агроэкотип*.

Агроэкотипы реализуют свой биологический потенциал в условиях агрофитоценозов и агроэкосистем. Агрофитоценоз – созданное в рамках ротации севооборота сообщество культурных растений и их спутников – сеgetальных сорных видов, полезной и вредной микрофлоры и фауны. Агроэкосистема – совокупность биогенных и абиогенных компонентов участка суши, обычно в масштабе одного хозяйства, который используется для получения сельскохозяйственной продукции (по Б.М. Миркину и др., 1989 – цит. по 2).

По Ю.П. Одуму, 1987 (цит. по 2) агроэкосистемы отличаются от природных экосистем:

- «наличием дополнительного источника энергии в виде преобразованной энергии топлива и труда человека;
- меньшим биологическим разнообразием;
- воздействием на преобладающие в агроэкосистемах растения искусственным отбором;
- в отличие от саморегулирующихся природных экосистем внешним управлением ради внешних целей;
- отчуждаемостью с урожаем 50-60% органического вещества и 50-80% азота от общего количества, аккумулируемых биомассой. В естественных биоценозах кругообороты химических веществ достаточно хорошо сбалансированы: приход вещества в среднем равен расходу».

К сказанному следует добавить, что в процессе окультуривания растения лишились многих адаптивных механизмов диких предков, которые обеспечивали их выживание и самовоспроизведение в ряду поколений: одновременное созревание семян, длительный покой созревших семян вплоть до твёрдосемянности, разнообразный арсенал приспособлений для их рассеивания; адаптивные реакции устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам. Существование же культурных видов, в отличие от дикорастущих, полностью зависит от человека.

Поэтому однозначное толкование и использование терминов «*экотип*» и «*агроэкотип*» имеет не академический, а смысловой, практический для селекции, семеноводства и технологии возделывания характер.

Н.И. Вавилов привёл перечень из одиннадцати признаков «экологического паспорта» и дал краткое описание девятнадцати агроэкологических и географических групп в мировом масштабе [1]. А.А. Жученко, считая, что «основными факторами дальнейшего наращивания сельскохозяйственной продукции будут биологизация и экологизация интенсификационных процессов в растениеводстве», по существу предложил «дорожную карту» методологии эколого-генетических основ адаптивной системы селекции растений [4, 5].

Эти основы в контексте биогеоценотического подхода явились базой для разработки и осуществления в ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса (ВНИИ кормов) экологически ориентированной адаптивной системы селекции кормовых растений [2].

В марте 1996 года во ВНИИЗБК (ныне ФНЦ ЗБК) состоялось научно-методическое совещание по научным основам создания моделей *агроэкотипов* сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России. В материалах совещания А.Д. Задорин [6:с.14-24] в разрезе административно-экономических районов России на основе интегрального показателя биологической продуктивности по климатическому индексу представил принципиальные агроэкологические подходы к разработке моделей вновь создаваемых сортов.

Предлагаемые прежде многими исследователями модели составлялись путём эмпирической экстраполяции элементов продуктивности на прогнозируемый уровень урожайности. А.П. Лаханов с коллегами показали перспективность «разработки моделей на основе системных физиологических исследований значимости различных признаков роста, развития, фотосинтетической и корневой деятельности и взаимосвязанных отношений между органами растений в продукционном процессе с выходом на морфологические признаки растений» [6:с.24-34]. В подтверждение этого положения авторы представили отражающую эволюцию *Pisum sativum* L. в культуре зональную модель сорта гороха для Центральной России с урожайностью 70-80 ц/га.

В содержательной монографии Е.В. Головиной и В.И. Зотикова [7] по результатам многолетних скрупулёзных исследований дана характеристика физиологических, биохимических, симбиотических, адаптивных особенностей возделываемых в Центральной России сортов сои. В монографии дополнены и конкретизированы обоснованные Г.С. Посыпановым [8] признаки и параметры моделей раннеспелых сортов для этой зоны

возделывания сои. Оценивая несомненные достоинства фактического и аналитического материала монографии, авторы настоящей статьи не согласны только с использованием в данном случае термина «экотип» (см. выше) и определения к нему «северный» (см. ниже).

Экотипы дикорастущих растений классифицируются как географические (климатические), эдафические, ценоотические, сенокосные, пастбищные (А.А. Корчагин, 1964). В названии географического экотипа должна быть отражена конкретная территория, его ареал. К примеру, А. Белов (1929) у дикорастущих представителей люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) выделил 9 типов: Горный, Хивинский, Средне-Туранский, Семиреченский, Хоросанский с Туркменским подтипом, Малоазиатский, Сирийский, Арабский, Триполитанский, Европейский.

Употребляемые многими определения «северный» или «южный» не дают представления о конкретном географическом местоположении экотипа (агроэкотипа). Северная (бореальная) агроэкологическая группа по классификации Н.И. Вавилова, включающая «северную часть СССР, Сибирь и северную Скандинавию» расположена на тысячу километров севернее «северного экотипа» теплолюбивых культур (по часто употребляемой ныне терминологии). Северный по расположению экотип (в точном понимании этого термина) дикорастущей сои (*Glycine ussuriensis* Red. et Maack) находится в Приморском крае России. Занимаемые экотипами или агроэкотипами территории нельзя характеризовать по стрелке компаса. К востоку от Урала северная граница возделывания сои проходит по южной лесостепи Западной Сибири. Какому направлению отдать предпочтение?

Чтобы не «изобретать велосипед», для географической характеристики ареала агроэкотипов в границах России целесообразно руководствоваться разработанным в Государственном НИИ земельных ресурсов «Природно-сельскохозяйственным районированием земельного фонда Российской Федерации» 1983 года. По этому документу предусматривается выделение природно-сельскохозяйственных поясов (холодный, умеренный, тёплый), зон в них (полярно-тундровая, лесотундрово-северотаёжная, среднетаёжная, южнотаёжная лесная, лесостепная, степная, сухостепная, полупустынная, пустынная), провинций в зонах и округов в провинциях. Происходящее изменение климата требует корректировки документа. В монографии В.В. Коломейченко [9] представлены Административное деление Российской Федерации, Регионы РФ по сортоиспытанию и Природно-сельскохозяйственное районирование РФ. Территории, составляющие каждый из этих нормативов, между собой не совпадают.

ФНЦ зернобобовых и крупяных культур в соответствии с природно-сельскохозяйственным районированием РФ расположен в Среднерусской провинции Лесостепной зоны Умеренного пояса. Она включает Тульскую, Орловскую, Липецкую, Тамбовскую, Курскую, Пензенскую области, Мордовскую и Чувашскую республики, западную часть Татарстана, южные части Московской, Рязанской Нижегородской областей, восточные – Калужской и Брянской, северные Белгородской и Воронежской областей, западную Ульяновской, северо-западную Самарской области. Соответственно, в Среднерусскую лесостепную провинцию частично входят 3 (Центральный), 4 (Волго-Вятский), 5 (Центрально-Чернозёмный), 7 (Средневолжский) регионы государственного сортоиспытания. Адаптированные к условиям этой природно-сельскохозяйственной провинции сорта культурных растений следует обозначить сортами *среднерусского лесостепного агроэкотипа*.

В мировой классификации Н.И. Вавилова этот агроэкотип мог бы составлять часть Центральноевропейской агроэкологической группы [1]. Позднее, в «Культурной флоре» 1979 года [10] Р.Х. Макашева обозначает её как Европейскую лесостепную агроэкологическую группу.

В тридцатые годы прошлого столетия работы по агроэкологической классификации основных сельскохозяйственных растений были выполнены под руководством Н.И. Вавилова путём «географических посевов» одного и того же набора сортов в разных

точках Советского Союза. С тех пор прошло много лет. За это время изменился климат, стала иной технология возделывания, эволюционировали в культуре возделываемые растения, переместились их ареалы. Даже горох, который со времён «Царя-Гороха» остался в своих старых границах, словно по команде «На месте – шагом марш!» прошёл долгий и впечатляющий эволюционный путь.

Назрела пора провести новые «географические посеы» с использованием современных методов исследований под общим руководством ФИЦ ВИГРР имени Н.И. Вавилова (ВИР) силами отраслевых федеральных научных центров. Ценную информацию в этом деле могла бы дать Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Важно определить взаимодействие естественного и искусственного отбора в селекционном процессе и его отражение в характеристике агроэкоотипа.

На примере гороха в таблице 1 представлены все успешно прошедшие госиспытание сорта селекции ФНЦ ЗБК, созданные в 1976-2018 годах на территории Орловской области.

Регионы допуска сорта к использованию (районированию) указаны на период его максимального распространения. Из 30 сортов 27 (90%) районированы в регионах сортоиспытания, входящих в Среднерусскую лесостепную провинцию. Засухоустойчивый сорт Визир показал своё преимущество по урожайности семян лишь в жестких условиях Северного Кавказа и Нижнего Поволжья. Сорт Юбилейный создан для возделывания по технологии симбиотического растительного-микробного взаимодействия, которая была использована в Республике Беларусь. Районирование сорта Оптимус в двух контрастных по природным условиям регионах представляет предмет особого исследования.

Таблица 1

Районирование сортов гороха селекции ФНЦ ЗБК в периоды их максимального распространения

Сорта	Районирование		Сорта	Районирование	
	Ареал СРЛСП*	За его пределами		Ареал СРЛСП*	За его пределами
Стрелецкий	3	–	Батрак	3, 5, 7	6, 10, 11
Орловский 3	3	–	Алла	3, 4	2, 8, 10 Беларусь
Аист	4, 5	Беларусь	Шустрик	3	2
Стрелецкий 11	3, 5	–	Мультик	3, 4	6, 8, 9, Беларусь
Малиновка	3, 4, 5, 7	6, 10	Визир	–	6, 8
Татарстан 2	3, 7	1	Фараон	3, 5, 7	6, 8, 9, 10, Украина
Стрелецкий 31	3, 5	–	Темп	3, 5	–
Орловчанин	3, 4, 5, 7	6, 8, Украина	Спартак	3, 4, 5, 7	6, 9, 12
Норд	3, 4, 5, 7	9, 10	Софья	3, 5	–
Спрут	4, 7	2, 8, 9, 11	Юбилейный	–	Беларусь
Орлус	3, 4	6	Родник	3	6
Орпела	3, 7	8, 12	Оптимус	–	2, 10
Спрут 2	4	–	Амиор	5	–
Орловчанин 2	3, 5	6, 8	Эстафета	3	–
Зарянка	3, 5	2, 8, 10, 12 Беларусь	Ягуар**	4, 5	6,8,10

*СРЛСП – Среднерусская лесостепная провинция

Две трети сортов гороха селекции ФНЦ ЗБК, благодаря высокому урожайному потенциалу, преодолели адаптивные ограничения своего региона и были районированы ещё и за пределами Среднерусской лесостепной провинции. Преимуществом урожайного потенциала сортов Западной Европы, где уровень селекции в целом выше российского, объясняется их экспансия на поля России.

Произрастание по «воле человека» сортов сельскохозяйственных растений двух и более агроэкоотипов в одном месте является ещё одной их особенностью в отличие от экоотипов, у которых это невозможно.

Одним из основных факторов формирования агроэкоотипа является свет. На разных этапах органогенеза растения по-разному реагируют на длину, интенсивность и спектральный состав светового потока. Причём именно спектр может определять фотопериодическую реакцию растения. В исследованиях С.С. Шанина и его сотрудников [11] в ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, в частности, установлено, что короткое, 10-12-часовое освещение длинноволновой (красной) частью спектра на развитие растений действует так же, как и их выращивание на длинном, 16-17-часовом дне. Этот эффект объясняет одинаковое по прохождению фаз развития поведение сортов гороха из Индии в условиях длинного дня Среднерусской лесостепи. В Индии горох выращивают в зимние (октябрь-март) месяцы, когда длина дня меньше 12 часов, но Солнце высоко над горизонтом не поднимается, и в спектре его лучей преобладают длинные волны.

В этой же связи вполне обоснованы рекомендации по вовлечению в селекцию сортов нута для условий Среднерусской лесостепи образцов Индии, Ирана, Эфиопии и других южных стран, где нут также выращивают в зимние месяцы [12].

Детерминантные, контролируемые аллелем *deh* сорта гороха адаптированы к условиям высокой интенсивности света Заволжья и Западной Сибири. В западной части Европейской России они уступают индетерминантным сортам, проявляют модификационную и мутационную изменчивость [13, 14]. Поэтому созданные в Орловской области сорта Орловчанин 2 и Батрак нельзя отнести к среднерусскому лесостепному агроэкоотипу. Они были районированы в этой провинции за исключительную устойчивость к полеганию и высокую массовую долю белка в семенах. К условиям высокой освещённости и тёплому климату адаптированы также детерминантные сорта гречихи [6:174-180], многоплодные формы гороха [15]. Значит, по «воле человека» в одной экологической зоне можно создавать сорта иного агроэкоотипа.

В зависимости от интенсивности солнечного света наблюдается изменчивость в соотношении листовых морфотипов районированных сортов гороха по регионам допуска. По данным Госреестра на 2021 год наиболее высокая доля листочковых сортов в ассортименте – 38,5% отмечена в Северо-Западном регионе. По мере продвижения по меридиану на юг Европейской России их доля снижается до 14,0% (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение листочковых и усатых сортов гороха посевного, внесённых в Госреестр допущенных к использованию сортов на 2021 год, по регионам РФ

Регионы	Всего сортов, шт.	в том числе			
		листочковые		усатые	
		шт.	%	шт.	%
2. Северо-Западный	13	5	38,5	8	61,5
3. Центральный	38	12	31,6	26	68,4
4. Волго-Вятский	46	10	21,7	36	78,3
5. Центральнo-Чернозёмный	56	10	17,8	46	82,2
6. Северо-Кавказский	57	8	14,0	49	86,0
7. Средневолжский	38	8	21,0	30	79,0
8. Нижневолжский	13	3	23,1	10	76,9
9. Уральский	24	5	20,1	19	79,9
10. Западно-Сибирский	41	8	19,5	33	80,5
11. Восточно-Сибирский	21	6	28,6	15	71,4

Этот факт обусловлен тем, что интенсивность фотосинтеза у усатых растений возрастает по мере увеличения интенсивности солнечного света, а у листочковых, достигнув максимума при умеренном световом потоке, падает при его дальнейшем увеличении [16, 17].

И, как следствие, у листочковых сортов урожайность сравнительно выше в северных широтах, у усатых – в южных.

К числу важнейших для селекции признаков агроэкоотипов Н.И. Вавилов относил устойчивость к болезням и вредителям. Но в условиях преобладающего химико-технологического земледелия, патогенез подавляется не под действием генетических факторов, а обработкой посевов пестицидами. При этом не функционирующие гены устойчивости переходят в скрытое состояние, а иммунологическая характеристика сорта отражает лишь эффективность применяемых препаратов. Однако для развивающегося органического растениеводства без химии показатели иммунитета остаются актуальными.

Эдафическая характеристика агроэкоотипа обусловлена как природными факторами (химическими, физическими, биологическими), так и факторами воздействия человека агротехническими приёмами. В России разработан «Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства» (2000). Согласно этому регистру все агротехнологии делятся на: А – *высокие*, которые обеспечивают реализацию биоэнергетического потенциала современных сортов более чем на 85%; Б – *интенсивные* (реализация биоэнергетического потенциала >65%); В – *нормальные* агротехнологии, «которые ориентированы на предотвращение деградации ландшафтов и почв (эрозия, дефляция, загрязнение вредными веществами), на создание и поддержание среднего уровня их окультуренности и устранение острого дефицита минеральных элементов питания растений», Г – *экстенсивные* агротехнологии, «которые базируются в основном на использовании естественного плодородия почв с минимальным применением средств химизации или же совершенно без них» [9:12-13].

За рубежом, в некоторых странах государственное сортоиспытание проводится на двух фонах почвенного плодородия, и сорта, соответственно, разделяются на интенсивные и экстенсивные. В России, к сожалению, это не происходит. Сорта, созданные и размноженные на высоком агрофоне, в условиях экстенсивной агротехнологии оказываются менее урожайными, чем экстенсивные сорта. В результате имеем то, что имеем: 20-30% реализации урожайного потенциала в целом по производству. Эдафические типы, очевидно, должны быть подтипами географических (климатических) агроэкоотипов.

Таким образом, термин экотип следует использовать для экологической характеристики способных к самовоспроизведению естественных популяций дикорастущих растений. Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур, как искусственные популяции, существование которых поддерживается человеком, в экологическом отношении должны обозначаться термином агроэкоотип. Экотипы формируются под действием естественного отбора, агроэкоотипы – естественного и искусственного. Для географической классификации агроэкоотипов в России целесообразно руководствоваться «Природно-сельскохозяйственным районированием земельного фонда Российской Федерации» (1983). Для эдафической характеристики следует использовать «Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства» (2000). Агроэкологические признаки и свойства необходимо использовать при разработке зональных моделей перспективных сортов, при подборе компонентов скрещивания и в селекционном процессе в целом. В семеноводстве – при определении районов товарного семеноводства в первичных звеньях следует учитывать модификационную и мутационную изменчивость сорта в зависимости от его принадлежности к конкретному агроэкоотипу.

Литература

1. Вавилов Н.И. Новая систематика культурных растений// Избранные сочинения. – М.: «Колос», – 1966. – С. 226-237.
2. Шамсутдинов З.Ш. (редактор). Адаптивная система селекции кормовых растений (биогеоценотический подход). – М.: МГОУ, – 2007. – 224 с.
3. Вавилов Н.И. Селекция как наука// Избранные сочинения. – М.: «Колос», – 1966. – С. 164-175.
4. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трёх томах. – М. «Агрорус», – 2008–2009.–816-1104-960 с.
5. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // Селекция и семеноводство. – 1999. – № 4. – С. 3-16.

6. Задорин А.Д. (редактор) Научные основы создания моделей агроэкоотипов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России. Материалы научно-методического совещания. – Орёл: «Орелиздат», – 1997. – 256 с.
7. Головина Е.В., Зотиков В.И. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Чернозёмного региона РФ. – Орёл: ООО ПФ «Картуш», – 2019. – 320 с.
8. Посыпанов Г.С., Кобозева Т.П., Делаев У.А. [и др.]. Методы создания сортов сои северного экотипа // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – № 5. – С. 29-33.
9. Коломейченко В.В. Полевые и огородные культуры России (монография). Том 1. – Орёл: Изд-во «Орлик», – 2015. – 496 с.
10. Макашева Р.Х. Горох. Культурная флора СССР. Том IV. Зерновые бобовые культуры. – Л.: «Колос», – 1979. – С. 23-324.
11. Шаин С.С., Богданов П.И., Кашманов А.А. [и др.]. Свет и развитие растений. – М.: Сельхозиздат, – 1963. – 624 с.
12. Донская М.В. Исходный материал нута для селекции сортов северного экотипа. Автореферат дисс...канд с.-х наук. – Орёл, – 2013. – 23 с.
13. Зеленев А.Н., Павловская Н.Е., Щетинин В.Ю., Корниенко Н.Н. Непрерывная трансформация генома у гороха // Доклады Россельхозакадемии, – 2011. – № 5. – С. 12-15.
14. Зеленев А.А., Зеленев А.Н., Новикова Н.Е. Физиологический и адаптивный потенциал рассечённолисточкового морфотипа гороха в чистых и смешанных посевах // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 4(16). – С. 3-12.
15. Сидорова К.К. Генетика мутантов гороха. – Новосибирск: «Наука», – 1981. – 168 с.
16. Коф Э.М., Чувашева Е.С., Кефели В.И., Зеленев А.Н. Действие света возрастающих интенсивностей на рост растений гороха с изменённым типом листа // Физиология растений. – 1993. – Т.40. – № 5. – С. 734-741.
17. Амелин А.В. Фотосинтетические свойства растений в аспекте селекции гороха с усатой формой листа // Доклады Россельхозакадемии. – 1998. – № 5. – С. 9-10.

References

1. Vavilov N.I. Novaya sistematika kul'turnykh rastenii. Izbrannye sochineniya. [The new systematics of cultivated plants. Selected works] Moscow, «Kolos» Publ., 1966, pp. 226-237. (In Russian)
2. Shamsutdinov Z.Sh., ed. Adaptivnaya sistema selektsii kormovykh rastenii (biogeotsenoticheskii podkhod) [Adaptive forage plant breeding system (biogeocenotic approach)]. Moscow, MGOU, 2007, 224 p. (In Russian)
3. Vavilov N.I. Seleksiya kak nauka. Izbrannye sochineniya. [Breeding as a science. Selected essays] «Kolos» Publ., 1966, pp. 164-175. (In Russian)
4. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika. [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations). Theory and practice.] In three volumes. Moscow, «Agrorus» Publ., 2008-2009, 816-1104-960 p. (In Russian)
5. Zhuchenko A.A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoi sistemy selektsii rastenii. [Ecological and genetic foundations of the adaptive system of plant breeding] *Seleksiya i semenovodstvo*, 1999, no. 4, pp. 3-16. (In Russian)
6. Zadorin A.D., ed. Nauchnye osnovy sozdaniya modelei agroekotipov sortov i zonal'nykh tekhnologii vozdelvaniya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur dlya razlichnykh regionov Rossii. [Scientific basis for creating models of agroecotypes of varieties and zonal technologies for the cultivation of leguminous and cereal crops for various regions of Russia] *Materialy nauchno-metodicheskogo soveshchaniya* [Materials of the scientific and methodological meeting], Orel, «Orelizdat» Publ., 1997, 256 p. (In Russian)
7. Golovina E.V., Zotikov V.I. Produktionnyi protsess i adaptivnye reaktsii k abioticheskim faktoram sortov soi severnogo ekotipa v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona RF [Production process and adaptive reactions to abiotic factors of soybean varieties of the northern ecotype in the conditions of the Central Black Earth region of the Russian Federation]. Orel, «Kartush» Publ., 2019, 320 p. (In Russian)
8. Posypanov G.S., Kobozeva T.P., Delaev U.A. et al. Metody sozdaniya sortov soi severnogo ekotipa [Methods for creating soybean varieties of the northern ecotype]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2006, no. 5, pp. 29-33. (In Russian)
9. Kolomeichenko V.V. Polevye i ogorodnye kul'tury Rossii (monografiya) [Field and garden crops of Russia (monograph)]. V.1, Orel, «Orlik» Publ., 2015, 496 p.
10. Makasheva R.Kh. Gorokh. Kul'turnaya flora SSSR. [Cultural flora of the USSR.] V. IV. Zernovye bobovye kul'tury [Cereal legumes], Leningrad, «Kolos» Publ., 1979, pp. 23-324. (In Russian)
11. Shain S.S., Bogdanov P.I., Kashmanov A.A. et al. Svet i razvitie rastenii [Light and plant development], Moscow, Sel'khozizdat Publ., 1963, 624 p. (In Russian)
12. Donskaya M.V. Iskhodnyi material nuta dlya selektsii sortov severnogo ekotipa [Source material of chickpea for breeding varieties of the northern ecotype]. PhD thesis (Agric.), Orel, 2013, 23 p. (In Russian)
13. Zelenov A.N., Pavlovskaya N.E., Shchetinin V.Yu., Kornienko N.N. Nepreryvnaya transformatsiya genoma u gorokha [Continuous transformation of the genome in peas]. *Doklady Rossel'khozakademii*, 2011, no. 5, pp.12-15. (In Russian)

14. Zelenov A.A., Zelenov A.N., Novikova N.E. Fiziologicheskii i adaptivnyi potentsial rassechennolistochkovogo morfortipa gorokha v chistykh i smeshannykh posevakh [Physiological and adaptive capacity of dissected pinnuled leaf morphotype of peas in the pure and mixed croppings]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no. 4(16), pp. 3-12. (In Russian)
15. Sidorova K.K. Genetika mutantov gorokha [Pea mutant genetics]. Novosibirsk. «Nauka» Publ., 1981, 168 p. (In Russian)
16. Kof E.M., Chuvashcheva E.S., Kefeli V.I., Zelenov A.N. Deistvie sveta vozzrastayushchikh intensivnostei na rost rastenii gorokha s izmenennym tipom lista. [Effect of light of increasing intensity on the growth of pea plants with a modified leaf type.] *Fiziologiya rastenii*, 1993, V.40, no. 5, pp. 734-741. (In Russian)
17. Amelin A.V. Fotosinteticheskie svoistva rastenii v aspekte selektsii gorokha s usatoi formoi lista [Photosynthetic properties of plants in terms of breeding leafless pea plants]. *Doklady Rossel'khozakademii*, 1998, no. 5, pp. 9-10. (In Russian)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Л.В. Лебедько, старший преподаватель

В.Е. Ториков, Н.С. Шпилев, доктора сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Успех селекции сортов и гибридов сельскохозяйственных культур во многом определяется используемыми методами. В статье рассмотрены инновационные направления селекции сельскохозяйственных растений. Дана их характеристика по преимуществам и недостаткам. Проведена апробация применения маркер-ориентированной селекции и показана её эффективность на селекционный процесс озимой тритикале и яровой пшеницы.

Ключевые слова: электрофорез, проламины, сорт, схема оригинального семеноводства, маркер-ориентированная селекция, отдаленная гибридизация, тритикале.

Для цитирования: Лебедько Л.В., Ториков В.Е., Шпилев Н.С. Совершенствование селекционно-семеноводческого процесса полевых культур. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):45-50. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-45-50

IMPROVEMENT OF THE BREEDING AND SEED-GROWING PROCESS OF FIELD CROPS

L.V. Lebedko, V.E. Torikov, N.S. Shpilev

BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: *The success of breeding varieties and hybrids of agricultural crops is largely determined by the methods used. The article considers innovative directions of agricultural plant breeding. Their characteristics on advantages and disadvantages are given. The application of marker-oriented breeding has been tested and its effectiveness on the breeding process of winter triticale and spring wheat has been shown.*

Keywords: electrophoresis, prolamins, variety, scheme of original seed production, marker-oriented breeding, remote hybridization, triticale.

Введение. Наука о создании новых сортов и гибридов (селекция) отличается не только высокой экономической эффективностью при реализации ее результатов, но и значительной консервативностью, что связано с биологическими законами, по которым растут и развиваются живые организмы.

В настоящее время селекция сельскохозяйственных растений позволяет получать новые сорта и гибриды с использованием новейших достижений биологической науки. По мнению некоторых ученых в Российской Федерации благодаря селекции сельскохозяйственных растений урожайность за последнее десятилетие увеличилась на 30-70% [1].

Одним из объективно существующих факторов, которые сдерживают эффективность создания сортов самоопыляющихся зерновых культур является тот факт, что отбор ценных генотипов начинался со второго гибридного поколения по фенотипу. Фенотип растений в значительной степени подвержен фенотипической и модификационной изменчивости, что

обязывает селекционеров проводить неоднократно отбор. Вторым фактором является необходимость продолжительного изучения исходного материала для обоснованного подбора родительских форм для гибридизации. Этот процесс в среднем занимает три года с использованием провокационных и инфекционных фонов.

Использование геномной селекции и маркер-ориентированной селекции практически снимают перечисленные ограничения, делают селекционный процесс более управляемым и прогнозируемым, что в значительной степени сокращает сроки создания сортов и повышает эффективность селекции. На примере полученных нами результатов доказана возможность создания сортов зерновых культур за шесть лет. Использование таких методов позволило создать сорт Атлант 2 озимой гексаплоидной тритикале. Доказана возможность использования маркер-ориентированной селекции в первичном семеноводстве зерновых культур, что позволяет полностью сохранить генотип при его воспроизводстве (патент № 2558255 «Способ воспроизводства сортов зерновых культур»).

Обоснованно предложена возможность использования геномной селекции и маркер-ориентированной селекции для изучения исходного материала путем полногеномного секвенирования и составления электрофоретических спектров, а также использование перечисленных методов взамен полевой апробации семеноводческих посевов зерновых культур.

Использование авторского сорта в производственных условиях Брянской области позволит получать более 14 млн. руб. дополнительной прибыли ежегодно.

Цель исследования – обоснование целесообразности изменения консервативной схемы селекционного процесса создания сортов основных зерновых культур на основе применения маркер-ориентированной селекции.

Условия и методы исследования

Создание гетерогенной популяции мы проводили путем внутривидовой гибридизации используя сорта, получившие наибольшее распространение и по структуре урожая максимально дополняющие друг друга. Методику и технику гибридизации использовали общепринятую для самоопыляющихся культур. Степень величины ксеногамии определяли авторским способом [2, 3]. Электрофорез проводили глиадины индивидуальных зерновок с гибридных растений первого поколения, используя третью часть зерновки без зародыша. Остальную часть использовали для посева. Критерием отбора являлась степень и величина проявления фракций и компонентов электрофоретического спектра. Электрофорез проводили по методике Института общей генетики имени Н.И. Вавилова [4].

Результаты и их обсуждение

Учеными Брянского ГАУ успешно ведется селекционно-семеноводческая работа по таким культурам, как озимая тритикале, яровая пшеница, картофель, женьшень и др. некоторые инновации в селекционно-семеноводческий процесс нашли отражения в научной литературе [5]. Большую перспективу имеют разработки методов селекции картофеля с использованием отдаленной гибридизации, которые обеспечат не только создание иммунных сортов к основным болезням и вредителям, но и закрепление гетерозиса. Совершенствование и внедрение в сельскохозяйственное производство аэропонного способа выращивания посадочного материала картофеля обеспечат его высокое качество и эффективность [6].

Геномная селекция – метод современной селекции растений и животных, позволяющий при использовании равномерно распределенных по геному ДНК-маркеров проводить отбор по генотипу в отсутствии данных о генах, влияющих на признак. Такой подход стал возможным благодаря внедрению методов высокопроизводительного генотипирования сельскохозяйственных объектов и обнаружения большого количества однонуклеотидных полиморфизмов [7].

По мнению Леоновой И.Н.: «За последние десятилетия накоплен большой теоретический и практический опыт использования ДНК-маркеров для изучения генетического разнообразия, построения молекулярно-генетических карт, картирования генов и локусов количественных признаков и применения технологий молекулярного

маркирования для создания коммерческих сортов и селекционных линий зерновых культур. На сегодняшний день молекулярные маркеры используются в основном для генотипирования растительного материала, интрогрессии и пирамидирования геномных районов, содержащих локусы хозяйственно важных признаков, контролируемых главными генами. Вклад новых технологий в селекцию признаков с мультигенным наследованием пока остается небольшим. Несмотря на значительный прогресс методов молекулярной генетики и геномики растений и интерес к этим методам со стороны специалистов-практиков, имеется большое число лимитирующих факторов, влияющих на внедрение новых технологий в практическую селекцию» [8].

Анализируя научные литературные данные, характеризующие результативность генной селекции можно выделить как положительные, так и отрицательные стороны.

Основные преимущества генной селекции: высокая скорость селекции; высокая точность исследований; новые характеристики учета и оценки хозяйственно ценных признаков; улучшение генофонда сельскохозяйственных растений и животных.

Слабые стороны генной селекции. Главная трудность для проведения генной селекции заключается в том, что требуется генотипирование и фенотипирование стандартной популяции. Причем, чем больше численность популяции, тем выше точность генной селекции. Для генотипирования стандартной популяции проводятся дорогостоящее геномное секвенирование с последующим поиском однонуклеотидных полиморфизмов. Однако с каждым годом стоимость геномного секвенирования становится ниже, что обуславливает рост использования геномной селекции в сельскохозяйственном производстве.

Разработанный нами способ воспроизводства сортов зерновых культур (патент № 2558255) основан на методической основе маркер-ориентированной селекции. При его широком техническом внедрении возможность маркер-ориентированной селекции и ее использование значительно расширится за счет применения при определении сортовой чистоты семян зерновых культур [9].

Расширение диапазона использования методической основы маркер-ориентированной селекции позволит сделать это направление экономически значимым и по эффективности привлекательным. Идентификация компонентов электрофоретического спектра проланина индивидуальных зерновок растений гибридов первого поколения доказала их генетическую разнокачественность. Несмотря на то, что это мнение существовало априори (из предшествующих значений), впервые в цифровом формате установлено их генетическое различие. При установлении корреляционной связи отдельных компонентов и степенью их выражения с ценными свойствами этот вывод позволит сделать селекционный процесс более управляемым и предсказуемым путем начала отбора ценных генотипов индивидуальных зерновок с гибридов первого поколения (F_1) [10, 11].

Дальнейшее размножение и изучение показало, что данный генотип сохранял свои преимущества в сравнении с родительскими формами и в конкурсном испытании 2020-2021 гг. (табл. 1). Данная линия получила название Атлант 2.

Таблица 1

Сравнительная характеристика тритикале

Сорт	2020 г.			2021 г.			среднее		
	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га
Рондо	57,3	15,4	8,82	58,9	15,2	8,95	58,1	15,3	8,88
Союз	61,2	15,1	9,24	59,2	14,9	8,82	60,2	15,0	9,03
Атлант 2	73,3	15,0	10,99	65,3	14,8	9,66	69,3	14,9	10,32

В среднем за два года урожайность сорта Атлант 2 составила 69,3 ц/га, что достоверно превышает исходные формы, материнскую – сорт Рондо на 11,2 ц/га, и отцовскую - сорт Союз на 9,1 ц/га.

Используя маркер-ориентированную селекцию еще более высокие результаты мы получили при селекции яровой мягкой пшеницы. Априори яровая пшеница значительно уступает по урожайности озимой, чем и определяется ее меньшая распространенность в сельскохозяйственном производстве, несмотря на то, технологические свойства яровой пшеницы, как правило, выше. Отобранные геномы (рис. 1) имели колос, значительно превосходящий соответствующие показатели у озимой пшеницы.

Так, по нашим данным, колос озимой пшеницы имеет не более 21 колоска, число зерен 72, озерненность – 3,4, а отобранные колосья имели 24 колоска, 93 зерновки и 3,9 озерненность.



Рис. 1. Колос яровой пшеницы, ц/га

Таблица 2

Характеристика колосьев озимой и яровой пшеницы

Образ жизни	Число колосков, шт.	Число зерен, шт.	Озерненность, (число зерен в колоске)	Масса 1000 зерен, г.	Масса зерна с колоса, г.
Озимая пшеница	21	72	3,4	44,3	1,62
Яровая пшеница	24	93	3,9	41,9	2,21

Расчетные данные (табл. 2) показывают, что урожайность полученной линии яровой пшеницы может быть более 80 ц/га и при этом превышать урожайность сортов озимой пшеницы.

Брянская область занимает третье место по посевным площадям тритикале в Российской Федерации, которые составляют 9400 га. При проведении сортоиспытания на сорт Атлант 2 наши расчеты экономической эффективности показывают, что прибыль сельскохозяйственных товаропроизводителей будет ежегодно увеличиваться на 14399440 рублей.

Такие расчеты были получены при определении средней урожайности по сорту Атлант 2 за два года – 69,3 ц/га. Производственные затраты на возделывание сорта тритикале Атлант 2 составили 31694 руб. на один гектар. Затраты на производство сорта Рондо составили 31191 руб. на один гектар, сорта Союз 31283 руб./га. Средние затраты на производство родительских форм составили 31442,5 руб./ га. Превышение затрат на возделывание сорта Атлант 2 на 251,5 руб. связано с уборкой и транспортировкой дополнительного урожая.

Средняя цена реализации зерна тритикале на рынке за 2020-2021 гг. составляет 15,5 руб. за один кг зерна, соответственно на результативность внедрения сорта (формирование выручки, прибыли от продаж и уровень рентабельности) оказывали влияние урожайность и производственные затраты.

Урожайность сорта тритикале Атлант 2 превышает среднюю урожайность родительских форм на 17,16%.

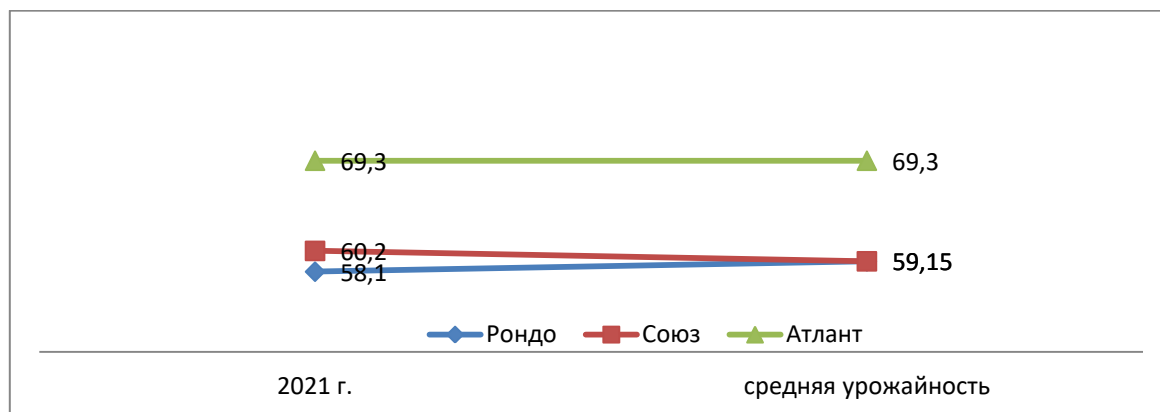


Рис. 2. Урожайность сортов тритикале, ц/га

Проведенные расчеты экономической эффективности возделывания сорта тритикале Атлант 2 (табл. 3) позволили сделать вывод, что максимальную прибыль с одного гектара производитель получит при возделывании сорта тритикале Атлант 2.

Таблица 3

Оценка экономической эффективности возделывания тритикале

Сорт	Производственные затраты, руб./га	Выручка от реализации, руб./га	Прибыль от продаж, руб./га	Производственная рентабельность, %
Рондо	31191	90055	58864	188,72
Союз	31283	93310	62027	198,28
Атлант 2	31694	107415	75721	238,91

Рентабельность производства сорта Атлант 2 превышает рентабельность производства сортов родительских форм Союз и Рондо. Таким образом, возделывание новых сортов тритикале представляется очень выгодным направлением сельскохозяйственного бизнеса.

Заключение

Геномная селекция и маркер-ориентированная селекция являются высокоэффективным и результативным направлением в селекции зерновых культур. Обеспечение селекционеров каталогом электрофоретических спектров сделает данное направление доступным для широкого использования.

Результаты проведенных исследований показывают возможность сокращения сроков создания новых сортов. Созданный сорт озимой тритикале Атлант 2 и линия яровой мягкой пшеницы имеют практическое и теоретическое значение, их практическое и теоретическое использование представляет большую ценность.

Использование электрофоретических спектров в первичном семеноводстве позволит с высокой вероятностью воспроизводить сорта с сохранением генотипа.

Литература

1. Гольяпин В.Я., Мишуров Н.П. Машинно-технологическое обеспечение селекции и семеноводства зерновых культур: аналитический обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2020. – 96 с.
2. Шевченко В.Е., Шпилев Н.С. Биология цветения яровых гексаплоидных (2 N+42) тритикале //Селекция и семеноводство зерновых, зернобобовых и крупяных культур: научные труды. Каменная Степь, – 1978. – С. 41-45.
3. Способ определения величины ксеногамии у зерновых культур: Патент 2286051 С1 Российская Федерация, МПК A01H 1/04/ Шпилев Н.С., Моисеенко И.Я., Дударева О.В. №2005108892/13.

4. Лабораторный анализ белков семян пшеницы: технологическая инструкция «Диагностика сортового соответствия и чистоты семян пшеницы»: методическое пособие/В.П. Упельник и др. Институт общей генетики им. Н.В. Вавилова. – М.: – 2013. – 173 с.
5. Шпилев Н. С., Ториков В.Е., Лебедко Л. В. Инновации в селекционно-семеноводческий процесс зерновых культур // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 5 (87). – С. 9-15.
6. Ториков В.Е. Методические рекомендации по микроклональному размножению и технологиям выращивания мини-клубней картофеля. Брянск: Издательство Брянского ГАУ, – 2018. – 90 с.
7. Хлесткина Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции //Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – № 4/2. – С. 1044-1054.
8. Леонова И.Н. Молекулярные маркеры: использование в селекции зерновых культур для идентификации, интрогрессии и пирамидирования генов. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – № 2. – С. 314-325.
9. Способ воспроизводства сортов зерновых культур: Патент № 2558255 С2 Российская Федерация, МПК А01Н 1/04.: № 2013154151/10: заявл. 05.12.2013: опубл. 27.07.2015 / Н. С. Шпилев, Н. М. Белоус, В. Е. Ториков, Л. В. Лебедко
10. Шпилев, Н. С., Ториков В.Е., Клименков Ф.И. Использование электрофореза в оригинальном семеноводстве зерновых культур // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1 (71). – С. 27-32.
11. Lebedko L.V., Shpilev N.S., Sychev S.M., Evdokimenko S.N., Aitzhanova S.D. Innovations in crop seed breeding //International Journal of Advanced Science and Technology. – 2020. – Т. 29. – № 3. – С. 3764-3781.
12. Чирков Е.П., Нестеренко Л.Н., Храмченкова А.О., Бабьяк М.А. Проблемы и возможности развития аграрного сектора экономики Брянской области //Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – № 2. – С.32-37.
13. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В., Артюхова С. // Растениеводство: учебник для вузов. СПб.: Лань, – 2020. – 604 с.

References

1. Goltypin V.Ya., Mishurov N.P. Mashinno-tekhnologicheskoe obespechenie selektsii i semenovodstva zernovykh kul'tur: analiticheskii obzor [Machine-technological support of breeding and seed production of grain crops: analytical review] .Moscow: FSBI "Rosinformagrotech" Publ., 2020, 96 p. (in Russian)
2. Shevchenko V.E., Shpilev N.S. Biology of flowering of spring hexaploid (2 N+42) triticales. Seleksiya i semenovodstvo zernovykh, zernobobovykh i krupyanykh kul'tur: nauchnye trudy. Kamennaya Step' [Breeding and seed production of grain, leguminous and cereal crops: scientific works. Kamennaya Step'], 1978, pp.41-45. (in Russian)
3. Method for determining the value of xenogamy in grain crops: pat.2286051 C1 Ros. Federation, IPC A01N 1/04/ Shpilev N.S., Moiseenko I.Ya., Dudareva O.V. No. 2005108892/13. (in Russian)
4. Laboratory analysis of wheat seed proteins: technological instruction "Diagnosis of varietal conformity and purity of wheat seeds": methodical manual/V.P. Upelnik et al.; N.V. Vavilov Institute of General Genetics Genetics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 2013. 173 p. (in Russian)
5. Shpilev N. S., Torikov V.E., Lebedko L.V. Innovatsii v selektsionno-semenovodcheskii protsess zernovykh kul'tur [Innovations in the selection and seed-growing process of grain crops]. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2021, no. 5(87), pp. 9-15. (in Russian)
6. Torikov V.E. Metodicheskie rekomendatsii po mikroklonal'nomu razmnozheniyu i tekhnologiyam vyrashchivaniya mini-klubnei kartofelya [Methodological recommendations on microclonal reproduction and technologies for growing potato mini-tubers]. Bryansk: Publishing House of the Bryansk State University, 2018, 90 p. (in Russian)
7. Khlestkina E.K. Molekulyarnye markery v geneticheskikh issledovaniyakh i v selektsii [Molecular markers in genetic research and breeding], *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2013, no.4/2, pp.1044-1054. (in Russian)
8. Leonova I. N. Molekulyarnye markery: ispol'zovanie v selektsii zernovykh kul'tur dlya identifikatsii, introgressii i piramirovaniya genov [Molecular markers: use in the selection of grain crops for identification, introgression and pyramiding of genes]. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2013, no. 2, pp. 314-325. (in Russian)
9. Method of reproduction of grain varieties: Patent No. 2558255 C2 Russian Federation, IPC A01H 1/04.: No. 2013154151/10: application 05.12.2013 : publ. 27.07.2015 / N. S. Shpilev, N. M. Belous, V. E. Torikov, L. V. Lebedko(in Russian)
10. Shpilev, N. S., Torikov V.E., Klimenkov F.I. Ispol'zovanie elektroforeza v original'nom semenovodstve zernovykh kul'tur [The use of electrophoresis in the original seed production of grain crops]. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2019, no. 1(71), pp. 27-32. (in Russian)
11. Lebedko L.V., Shpilev N.S., Sychev S.M., Evdokimenko S.N., Aitzhanova S.D. Innovations in crop seed breeding. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020, 29, no. 3, pp. 3764-3781.
12. Chirkov E.P., Nesterenko L.N., Khranchenkova A.O. Bab'yak M.A. Problemy i vozmozhnosti razvitiya agrarnogo sektora ekonomiki Bryanskoi oblasti [Problems and opportunities for the development of the agricultural sector of the economy of the Bryansk region]. *Economics of agricultural and processing enterprises*, 2018, no. 2, pp.32-37. (in Russian)
13. Torikov V. E., Belous N.M., Mel'nikova O.V., Artyukhova S. Plant growing: textbook for universities . SPb.:Lan, 2020. 604 p. (in Russian)

НОВЫЙ СОРТ ГОРОХА ЭСТАФЕТА

А.М. Задорин, кандидат сельскохозяйственных наук
ORCID ID: 0000-0003-1498-0882 E-mail: alex.zadorin@yandex.ru
А.А. Зеленов*, кандидат сельскохозяйственных наук
М.Е. Кононова, научный сотрудник

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
* АО «ЩЕЛКОВО-АГРОХИМ»

В результате селекции на повышение продуктивности, качества зерна и технологичности в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур (ФНЦ ЗБК), выведен среднеспелый (в среднем 84 суток) сорт гороха Эстафета. Агроценоз сорта благодаря усатой форме листа с жесткой структурой и прочному стеблю формирует высокоустойчивый к полеганию стеблестой, способный противостоять неблагоприятным факторам среды, таким, как сильные порывы ветра и ливень. Новый сорт имеет высокий потенциал продуктивности, средняя урожайность за годы конкурсного сортоиспытания (КСИ) составил 37,3 ц/га, что на 3,6 ц/га выше стандарта. Максимальная урожайность в КСИ получена в 2017 году – 47,7 ц/га; в государственном сортоиспытании – в 2020 году на Липецкой сортоиспытательной станции – 50,3 ц/га. По качеству семян сорт Эстафета можно отнести к группе продовольственных сортов. Имеет хорошие кулинарные достоинства – вкус, разваримость – лучше, чем у стандарта. Содержание белка на уровне стандарта 20...25%. Сорт допущен Госсорткомиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений к возделыванию по Центральному региону с 2021 года.

Ключевые слова: горох, сорт, урожайность, технологичность, качество.

Для цитирования: Задорин А.М., Зеленов А.А., Кононова М.Е. Новый сорт гороха Эстафета. Зернобобовые и крупяные культуры. 2022; 1(41):51-55. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-51-55

A NEW VARIETY OF PEA ESTAFETA

A.M. Zadorin, ORCID ID: 0000-0003-1498-0882 E-mail: alex.zadorin@yandex.ru,
A.A. Zelenov*, ORCID ID 0000-0003-4544-7845, **M.E. Kononova**

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»
*AO «SHELKOV AGROCHEM»

Abstract: The Federal Scientific Centre of Legumes and Groat Crops (FSC LGC) has selected a medium-maturing (average 84 days) peas variety Estafeta to improve productivity, grain quality and processability. Thanks to its tendril-shaped, rigid leaf structure and strong stem, the agrocenosis of this variety forms a highly lodging-resistant crop stand capable of withstanding adverse environmental factors such as strong gusts of wind or heavy rainfall. The new variety has a high productivity potential, with an average yield over the years of the competitive varietal testing (CVT) of 37.3 c/ha, which is 3.6 c/ha higher than the standard. The maximum yield in the CVT was obtained in 2017 - 47.7 c/ha; in the state variety testing – in 2020 at the Lipetsk variety testing station - 50.3 c/ha. In terms of seed quality, Estafeta can be classified as a food variety. It has good culinary advantages - taste, boilability - better than the standard. Protein content at the level of the

standard 20...25%. Approved for cultivation in the Central region by the Russian State Variety Commission for Testing and Protection of Breeding Achievements since 2021.

Keywords: peas, variety, yield, processability, quality.

Горох является одной из основных продовольственных и фуражных бобовых культур, важным источником растительного белка, существенным элементом биологизации интенсификационных процессов в аграрном производстве.

В настоящее время горох в Российской Федерации возделывается на площади до 1,5 млн. га, объем валового производства составляет, при этом, около 3-х млн. тонн, примерно треть идет на экспорт. Средняя урожайность в России не превышает 25 ц/га [1]. Это, в основном, происходит по причине низкого уровня агротехники у большинства сельхозтоваропроизводителей, связанной с недостаточной экономической обеспеченностью, как один из результатов – значительные площади в стране занимают сорта с низким потенциалом продуктивности [2]. Средняя урожайность гороха у аграриев, использующих интенсивные технологии производства, современные высокопродуктивные сорта, в т.ч. селекции ФНЦ ЗБК, находится на отметке свыше 55 ц/га [3, 4, 5, 6].

В 2021 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации по Центральному региону включён сорт гороха **Эстафета**. Оригинатор и патентообладатель ФГБНУ ФНЦ ЗБК. Патент № 11679. От 21.05.2021 г.

Авторы сорта: Уваров В.Н., Задорин А.М., Зеленов А.А., Зеленов А.Н., Кондыкова Н.Н., Кононова М.Е., Водяшкина Н.В., Толкачёва М.А., Бударина Г.А., Гусарова И.Л.

Ботаническое определение: *Pisum sativum L. sensu lato, var. cirriferum*.

Сорт создан индивидуальным отбором из F₄ гибридной популяции Софья х Темп. Оба компонента скрещивания – сорта селекции ФНЦ ЗБК (рисунок 1).

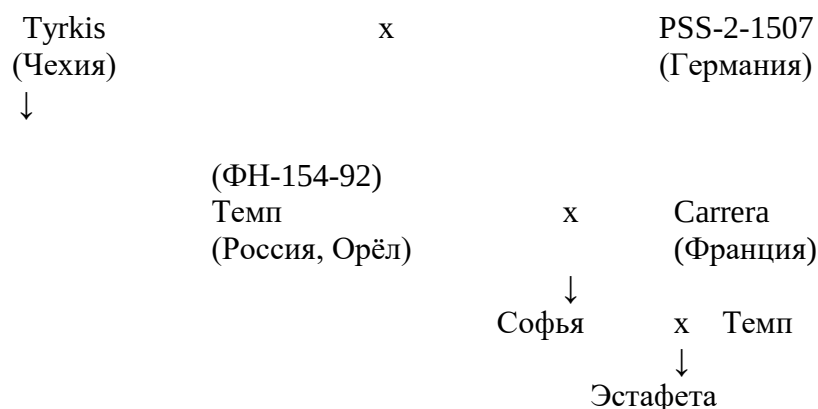


Рис. 1. Родословная сорта гороха Эстафета

Высокоустойчивый к полеганию сорт Софья, взятый в качестве материнского донора при создании сорта Эстафета, создан с использованием сортов Темп и Carrega. Сорт Софья имеет прочный стебель, высотой 55-80 см., усатый тип листа с жесткой структурой, прилистник расположенный под острым углом к стеблю. Семена сорта Софья шаровидной формы. Масса 1000 семян 234 г. В Реестр селекционных достижений РФ сорт включен с 2012 года.

Сорт Темп, использованный в качестве отцовского донора при создании сорта Эстафета и материнского донора при создании сорта Софья, имеет обычный (листочковый) тип листа. Повышенная устойчивость к полеганию агроценоза сорта достигается благодаря наличию прочного стебля. Семена сорта Темп шаровидной формы. Масса 1000 семян – 240-260 г. Включен в Реестр селекционных достижений РФ в 2009 г. При его выведении отбор в гибридной популяции F₃ (Turkis х PSS-2-1507) проводили методом, учитывающим скорость

роста зародышевого корешка, суть которого заключается в 11-дневном проращивании гибридных семян в бумажных рулонах и, отборе проростков с длиной корня в 3-3,5 раза длиннее стебля с последующей их высадкой в грунт [7, 8].

Оба родительских донора сорта Эстафета имеют высокий выход лущеного гороха 87,1...87,9%. Отнесены к группе сортов продовольственного направления, характеризуются высокой продуктивностью, качеством зерна и кулинарными достоинствами [4].



Рис. 2. Агроценоз и растение сорта Эстафета

Сорт Эстафета среднеспелый (в среднем 84 суток), полукороткостебельный (65-90 см). Унаследовал от отцовской формы Софья усатую форму листа, имеющую жесткую структуру (рис. 2), от обоих родителей прочный стебель. Благодаря сочетанию двух признаков – усатой форме листа с жесткой структурой и прочному стеблю, сорт способен формировать высокоустойчивый к полеганию агроценоз, способный противостоять неблагоприятным природным факторам, таким как ливень и сильные порывы ветра.



Рис. 3. Семена и бобы сорта Эстафета

Соцветие у нового сорта 2-х цветковая кисть. Цветок крупный, белый. Бобы крупные, прямые с тупой верхушкой, лущильные. Семена крупные, округлые, гладкие, светло-жёлтые, с отделяющейся семяножкой (рис. 3). Масса 1000 семян 230-245 г. Семена устойчивы к дроблению при уборке и переработке. Массовая доля сырого протеина (Nx6,25) в семенах 20-25%, на уровне стандартного сорта Фараон. Кулинарные достоинства (вкус, разваримость) зерна Эстафеты хорошие, лучше, чем у стандарта.

В конкурсном сортоиспытании ФНЦ ЗБК в среднем за три года (2016...2018) урожайность семян Эстафеты составила 37,3 ц/га, что на 3,6 ц/га выше стандарта (табл. 1).

Таблица 1

Результаты КСИ сорта Эстафета

Сорт	Урожайность семян, ц/га по годам				Содержание сырого протеина семенах, %	Вегетационный период, сутки
	2016	2017	2018	Среднее		
Фараон – ст.	30,6	40,4	30,2	33,7	23,0	84
Эстафета	31,6	47,7	32,5	37,3	23,3	84
НСР ₀₅	1,1	1,7	1,3	-	-	-

Максимальная урожайность получена в 2017 году – 47,7 ц/га (+7,3 ц/га к стандарту).

В государственном сортоиспытании наиболее высокая урожайность Эстафеты отмечена в 2020 году, на Липецкой сортоиспытательной станции получено 50,3 ц/га семян. На Рыбновском ГСУ Рязанской области в 2019 году сорт показал лучший среди испытываемых результат – 39,5 ц/га (стандартный сорт Таловец 70 показал 31,6 ц/га).

Сорт гороха Эстафета следует возделывать по интенсивной агротехнологии [9], которая предусматривает достижение максимальной окупаемости производственных затрат за счёт высокой (более 65%) реализации биологического потенциала сорта при оптимальном уровне минерального питания растений, защиты их от наиболее опасных болезней, вредителей и сорняков.

Благодаря высокой устойчивости растений Эстафеты к полеганию в агроценозе сорт пригоден к механизированной уборке. На естественном фоне при использовании одних и тех же пестицидов по сравнению со стандартом, сорт Эстафета в меньшей степени поражается корневыми гнилями и ржавчиной и повреждается гороховой плодовой жоркой. Устойчивость к аскохитозу и гороховой зерновке у обоих сортов хорошая. Периоды засухи во время вегетации оба сорта переносили одинаково хорошо.

Заключение

Таким образом, сорт Эстафета является перспективным для возделывания в Центральном регионе Госсорткомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений, в состав которого входят Брянская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Московская, Рязанская, Смоленская и Тульская области. Сорт обладает высоким потенциалом продуктивности, имеет хорошие продовольственные показатели, отлично приспособлен для возделывания по интенсивным технологиям, высокоустойчив к полеганию, устойчив к осыпанию семян при перестое, дроблению зерна при уборке и переработке. Относительно устойчив к ряду абиотических и биотических факторов.

Литература

1. Рынок гороха в России в 2021 году – тенденции и прогнозы / Маркетинговое исследование Российского рынка гороха, проведено экспертно-аналитическим центром агробизнеса АБ Центр // [Электронный ресурс]: Агровестник. Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/beans/rynok-gorokha-rossii-v-2021-godu-tendentsii-i-prognozy.html> (доступ свободный, дата обращения 09.02.2022 г.)
2. Информационный листок Россельхозцентра № 2/2022. – Исх № 1-8/202 от 01.02.2022 г.
3. Zelenov A.N., Zadorin A.M. and Zelenov A.A. Advantages and economic efficiency of cultivation of pea varieties of morphotype chameleon // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012107 DOI:10.1088/1755-1315/650/1/012107
4. Уваров В.Н., Костинова Н.О., Задорин А.М. Результаты селекции на урожайность и качество семян гороха // Земледелие. – 2015. – № 5. – С.40-41.
5. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А. Генисточники для селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала растения и методы работы с ними // Земледелие. – 2016. – №4. – С. 29-33.
6. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Зеленов А.А., Кононова М.Е. Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1 (33). – С. 4-10.
7. Новикова Н.Е., Лаханов А.П., Антонова Г.А. Способ отбора высокопродуктивных форм гороха. Патент RU 2031573, A01H1/04. – Бюллетень «Изобретения». – 1995. – № 9. – 93 с.

8. Новикова Н.Е., Уваров В.Н., Кондыков И.В. Использование в селекции гороха нового способа отбора по показателям роста растений на раннем этапе онтогенеза // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, – 2007. – № 6. – С. 43-45.
9. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства: Система технологий. – М.: Информагротех, – 1999. – 522 с.

References

1. Rynok gorokha v Rossii v 2021 godu - tendentsii i prognozy. Marketingovoe issledovanie Rossiiskogo rynka gorokha, provedeno ekspertno-analiticheskim tsentrom agrobiznesa AB Tsentr [Pea market in Russia in 2021 - trends and forecasts. Market research on the Russian pea market, conducted by the Expert Analytical Centre for Agribusiness AB Centre] [Electronic resource]: *Agrovestnik*. Access mode: <https://agrovesti.net/lib/industries/beans/rynok-gorokha-rossii-v-2021-godu-tendentsii-i-prognozy.html> (access free, accessed 09.02.2022)
2. Informatsionnyi listok Rossel'khoztentra [Information leaflet of Rosselkhoztentr] no. 2/2022, no. 1-8/202 dated 01.02.2022. (In Russian)
3. Zelenov A.N., Zadorin A.M. and Zelenov A.A. Advantages and economic efficiency of cultivation of pea varieties of morphotype chameleon. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012107 DOI:10.1088/1755-1315/650/1/012107
4. Uvarov V.N., Kostikova N.O., Zadorin A.M. Rezul'taty seleksii na urozhainost' i kachestvo semyan gorokha [Breeding results for pea yield and seed quality]. *Zemledelie*, 2015, no.5, pp.40-41. (In Russian)
5. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.A. Genistochniki dlya seleksii gorokha na povyshenie bioenergeticheskogo potentsiala rasteniya i metody raboty s nimi [Genetic sources for breeding peas for improved bioenergy potential of the plant and methods of working with them]. *Zemledelie*, 2016, no.4, pp. 29-33. (In Russian)
6. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Zelenov A.A., Kononova M.E. Seleksiya usatykh sortov gorokha v FNTs zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [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. (In Russian)
7. Novikova N.E., Lakhanov A.P., Antonova G.A. Sposob otbora vysokoproduktivnykh form gorokha [A way of selecting high-yielding forms of peas]. Patent RU 2031573, A01N1/04, Newsletter «Izobreteniya», 1995, no. 9, pp. 93. (In Russian)
8. Novikova N.E., Uvarov V.N., Kondykov I.V. Ispol'zovanie v seleksii gorokha novogo sposoba otbora po pokazatelyam rosta rastenii na rannem etape ontogeneza [Use in pea breeding of a new method of selection based on plant growth indicators at an early stage of ontogenesis]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2007, no.6, pp.43-45. (In Russian)
9. Federal'nyi registr tekhnologii proizvodstva produktsii rastenievodstva: Sistema tekhnologii [Federal register of technologies for the production of crop products: System of technologies], Moscow, Informagrotekh Publ., 1999, 522 p. (In Russian)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕКОРНЕВОЙ (ЛИСТОВОЙ) ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ГОРОХА ПРЕПАРАТОМ ГУМАТ+7

А.И. Ерохин, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: office@vniizbk.ru

Применение препаратов гуминовой природы отдельно и совместно с фунгицидами для внекорневых (листовых) подкормок позволяет улучшить количественные и качественные показатели урожайности гороха. В полевых условиях обработка вегетирующих растений гороха проведена препаратом Гумат+7– 100 г/га (одним препаратом), а также с добавлением фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га. Растения обрабатывали в фазу бутонизации начало цветения. Объём воды для приготовления рабочих растворов препаратов составлял – 250-300 л/га. Обработка растений гороха сорта Фараон одним Гуматом+7 и совместно с фунгицидом Титул Дуо, ККР увеличивает зелёную массу 10 растений на 34,3-43,6 г (13,6-17,3%), абсолютно сухую массу – на 9,0-10,9 г, (16,5-20,0%) по сравнению с контрольным вариантом, при этом лучшие результаты получены от совместного применения препаратов.

Обработка растений Гуматом+7 в дозе – 100 г/га увеличивает урожайность гороха Фараон к контролю на 0,23 т/га (11,6%). Прибавка в урожайности гороха от совместного применения препаратов Гумат+7 и фунгицида Титул Дуо, ККР превышала контроль, в среднем за 2018-2020 гг. - на 0,30 т/га или 15,2%. Отмечено увеличение элементов продуктивности растений гороха к контролю на-5,9-15,6%, массы 1000 семян на 1,8-2,9% и содержание белка в выращенных семенах - на 0,4-0,9%.

Ключевые слова: препарат Гумат+7, Титул Дуо, ККР, растения, обработка, урожайность.

Для цитирования: Ерохин А.И. Эффективность внекорневой (листовой) обработки растений гороха препаратом Гумат+7. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):56-60. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-56-60

EFFECTIVENESS OF FOLIAR (LEAF) TREATMENT OF PEA PLANTS WITH THE PREPARATION HUMATE+7

Erokhin A.I.

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The use of humic nature preparations separately and together with fungicides for foliar (leaf) dressings can improve the quantitative and qualitative indicators of pea yield. Under field conditions, treatment of vegetative pea plants was carried out with Humate+7- 100 g/ha (one preparation), as well as with the addition of fungicide Titul Duo, KKR - 0.35 l/ha. Plants were treated during the phase of budding – beginning of flowering. The volume of water for the preparation of working solutions of preparations was 250-300 l/ha. The treatment of pea variety Farahon by Humat+7 alone and together with fungicide Titul Duo, KKR increases green weight of 10 plants by 34.3-43.6 g (13.6-17.3%), absolutely dry weight by 9.0-10.9 g (16.5-20.0%) compared to the control variant, with the best results obtained from the combined application of preparations.*

Treatment of plants with Humate +7 at a dose of 100 g/ha increases the yield of Pharaoh peas to control by 0.23 t/ha (11.6%). The increase in pea yield from the combined application of the preparations Humate+7 and fungicide Titul Duo, KKR exceeded the control on average for 2018-2020 by 0.30 t/ha or 15.2%. There was an increase of 5.9-15.6% in the productivity elements of pea plants compared to the control, an increase of 1.8-2.9% in the weight of 1000 seeds and an increase of 0.4-0.9% in the protein content in the grown seeds.

Keywords: preparation Humate+7, Titul Duo, KKR, plants, treatment, yield.

Современные сорта гороха обладают высокой потенциальной урожайностью, однако из-за целого ряда экологических, производственных причин не всегда удаётся реализовать их продуктивный потенциал. В условиях экологического стресса, применения пестицидов и удобрений значительная роль отводится технологическим приёмам повышения иммунной системы растений. В настоящее время получены новые формы химических иммунизаторов на основе гуминовых кислот природной среды, которые при совместном применении с фунгицидами улучшают продуктивность растений, качество выращенной продукции зерновых и зернобобовых культур [1, 2, 3, 4].

Цель исследований – изучить влияние внекорневой обработки растений гуминовым препаратом Гумат+7 и фунгицидом Титул Дуо, ККР на урожайность семян гороха.

Материал и методы исследований

Исследования проведены на сорте гороха посевного Фараон (*Pisum sativum* L.) селекции ФНЦ зернобобовых и крупяных культур и Института растениеводства им. В.Я. Юрьева (Украина). Разновидность сорта персистенс, среднестебельный, среднеспелый, с усатым типом листа. Семена светло-жёлтые, рубчик семени чёрный. Содержание белка в семенах – 23-25%. [5]. Полевые опыты с горохом Фараон были заложены на тёмно - серых, лесных, средне - суглинистых почвах, с мощностью гумусового горизонта –25-30 см. Размер делянок – 8,0 м², повторность четырёхкратная, размещение делянок рендомизированное. Посев гороха проведён селекционной сеялкой СКС – 6-10. Норма высева 1,2 млн. всхожих семян на гектар. В полевых условиях обработка вегетирующих растений гороха проведена Гуматом+7 в дозе 100 грамм на 1 гектар (одним препаратом), а также с добавлением фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га.

Для получения маточного раствора препарата 1 килограмм сухого Гумата+7 растворяли в 10 литрах воды и настаивали в течение суток для лучшего растворения гуминовых солей. Один литр маточного раствора содержит 100 грамм сухого гумата. Объём воды для приготовления рабочего раствора препарата 250-300 л/га.

Растения гороха обрабатывали рабочим раствором в фазу бутонизации – начало цветения. В период вегетации с контрольных и опытных делянок были отобраны образцы растений гороха для анализа на продуктивность зелёной и абсолютно сухой массы. Перед уборкой с делянок отобраны образцы растений для структурного анализа. Урожайность гороха учитывали поделочно. Урожайные данные приведены к стандартной влажности и 100% чистоте. Результаты опытов по урожайности обработаны математически методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову. Контроль опыта – необработанные растения.

Гумат +7(Иркутский) – элемент природной среды, играющий важную роль в структуре образования почв. В основе препарата используются природные гуминовые кислоты. Препарат содержит: соли гуминовых кислот-85%, азота-2%, калия-1,5%, фосфора-0,08%, микроэлементы в %: серы- 0,8, кальция -2,3, магния -0,4, натрия -5,8, кремния -10,1, железа -0,41, марганца -0,45, молибдена -0,040 и др. Гумат+7 повышает развитие корневой системы и устойчивость растений к экологическим стрессам, увеличивает урожайность и качество выращенной продукции [6].

Титул Дуо, ККР – системный фунгицид АО «Щёлково Агрохим» для борьбы с широким спектром болезней на посевах зерновых культур, сахарной свёклы, подсолнечника, рапса, гороха. Содержит 200 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола. При обработке

посевов поступает в растение через листья и стебель. Фунгициден для вегетативных органов грибов, угнетает спорообразование [7].

Погодные условия в период проведения исследований были достаточно контрастными. В апреле-мае месяце 2018 года температура воздуха превышала среднегодовую норму на 1,1-7,1°C. Осадков выпало от 41,0 до 130,0% многолетней нормы. Сухая и прохладная погода первой декады июня и июля отрицательно влияла на рост растений. Положительный температурный режим и обильное количество осадков второй и третьей декады июля (212-250 мм) способствовало развитию растений и их продуктивности. В августе месяце температура воздуха была выше на 2,7-2,8°C среднегодовой нормы. В первой декаде месяца осадков выпало всего – 2,7-4,0%, второй и третьей декадах – 29,5-40,5%. Тёплые и сухие погодные условия послужили созреванию гороха и уборке урожая.

В апреле и мае 2019 года температура воздуха превышала среднегодовую норму на 2,4-2,5°C. Обильное количество осадков в апреле месяце и первой половине мая 60-75% обеспечило почву достаточным количеством влаги. Температура воздуха в июне месяце была выше на 3,9°C, в августе на 0,2°C, а в июле её значения были ниже на 0,7°C.

Осадков в июне-августе выпало – 51,5%-60,0% многолетней нормы. В целом погодные условия по температурному режиму и количеству выпавших осадков 2019 года послужили формированию урожая гороха и его созреванию.

За апрель-май месяцы 2020 года температура воздуха превышала среднегодовую норму на 0,1-1,6°C, в июне на 2,6°C. В апреле-мае осадков выпало от 43,2 до 189,0%, в июне 141,2% месячной нормы.

Первая декада июля была благоприятной для развития растений, среднедекадная температура воздуха была выше на 3,6°C. Вторая и третья декады июля по температурному режиму были ниже на 0,2-0,4°C. Осадков за июль месяц выпало 150,1% месячной нормы. Обильные осадки июля месяца вызвали полегание посевов гороха. Август месяц по температурному режиму и количеству выпавших осадков был благоприятным для полевых и уборочных работ.

В целом контрастные метеорологические условия 2018-2020 годов позволили объективно оценить эффективность технологических приёмов применения гуминового препарата Гумат+7 на растениях гороха в полевых условиях.

Результаты исследований

Применение гуминовых препаратов совместно с фунгицидами для внекорневых (листовых) подкормок, позволяет повысить устойчивость растений к стрессовым экологическим условиям, различным видам болезней и вредителей, при этом улучшить количественные и качественные показатели урожайности культуры. Результаты опыта по урожайности зелёной и абсолютно сухой массы растений гороха приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние применения препаратов Гумата+7 и фунгицида Титул Дуо, ККР на зелёную и абсолютно сухую массу растений гороха Фараон, среднее за 2018-2020 гг.

Варианты опыта	Зелёная масса 10 растений, г	Прибавка к контролю		Абсолютно сухая масса 10 растений, г	Прибавка к контролю	
		г	%		г	%
Контроль - необработанные растения	251,4	-	-	54,5	-	-
Гумат+7-100 г/га-обработка растений	285,7	34,3	13,6	63,5	9,0	16,5
Гумат+7-100 г/га + Титул Дуо, ККР-0,35 л/га - обработка растений	295,0	43,6	17,3	65,4	10,9	20,0
НСР ₀₅	33,1			8,5		

Обработка растений гороха Фараон в фазу бутонизации–начало цветения препаратом Гумат+7 в дозе 100 грамм на гектар, увеличивает зелёную массу растений по сравнению с контрольными растениями на 34,3 г (13,6%), абсолютно сухую массу на 9,0 г, или 16,5%.

При добавлении к препарату фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га зелёная масса растений превышала контрольные растения на 43,6 г или 17,3%, а абсолютно сухая масса на 10,9 г или 20,0%.

Применение препарата Гумат+7 в дозе – 100 г/га на растениях увеличивает урожайность гороха Фараон к контрольному варианту (в среднем за 2018-2020 гг.) на 0,23 т/га (11,6%). При добавлении к препарату Гумат+7 фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га, превышение урожайности гороха над контролем составило в 2018 г – 0,26 т/га, 2019 г – 0,30 т/га, 2020 г – 0,35 т/га, а в среднем за три года – 0,30 т/га или 15,2% (табл. 2). Следует отметить, что лучшие результаты в урожайности зелёной массы и семян гороха получены от совместной обработки растений гуминовым препаратом и фунгицидом.

Таблица 2

Влияние применения препарата Гумат+7 и фунгицида Титул Дуо, ККР на урожайность гороха сорта Фараон

Варианты опыта	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю	
	2018	2019	2020	средняя	т/га	%
Контроль - необработанные растения	1,89	2,13	1,92	1,98	-	-
Гумат+7-100 г/га-обработка растений	2,06	2,37	2,19	2,21	0,23	11,6
Гумат+7-100 г/га + Титул Дуо, ККР-0,35 л/га - обработка растений	2,15	2,43	2,27	2,28	0,30	15,2
НСР ₀₅	0,11	0,08	0,10			

При определении структурного анализа растений установлено, что растения гороха, обработанные одним препаратом Гумат+7 в дозе 100 г/га, а так же при добавлении фунгицида Титул Дуо, ККР-0,35 л/га, увеличивают количество бобов (в среднем с одного растения) на 8,9-15,6%, семян на 5,9-9,2%.

Масса семян гороха с растения превышала контроль на – 6,7-10,2%, масса 1000 семян – на 1,8-2,9% (табл. 3).

Таблица 3

Влияние применения препарата Гумат+7и фунгицида Титул Дуо, ККР на элементы продуктивности растений гороха Фараон, среднее за 2018-2020 гг.

Варианты опыта	Количество бобов с растения, шт	Количество семян с растения, шт	Масса семян с растения г	Масса 1000 семян, г
Контроль (необработ. растения)	4,5	15,3	3,15	205,0
Гумат+7-100 г/га-обработка растений	4,9	16,2	3,36	208,7
Гумат+7-100 г/га + Титул Дуо, ККР-0,35 л/га – обработка растений	5,2	16,7	3,47	210,9
НСР ₀₅	0,9	1,9	0,13	3,5

Таким образом, совместное применение гуминовых препаратов и средств защиты на растениях гороха является эффективным приёмом повышения элементов продуктивности растений и увеличение урожайности.

Заключение

Раздельная внекорневая обработка растений гороха Фараон препаратом Гумат+7 в дозе 100 г/га, а так же совместно с фунгицидом Титул Дуо, ККР-0,35 л/га повышает зелёную массу растений на 13,6-17,3%, абсолютно сухую массу-16,5-20,0% к контрольному варианту. Препарат Гумат+7 на обработке растений увеличивает урожайность гороха к контролю на 0,23 т/га, а от совместного применения Гумата+7 и фунгицида Титул Дуо, ККР, в среднем за 2018-2020 гг., на 0,30 т/га или 15,2%.

В структурном анализе растений гороха установлено увеличение количества бобов с растения к контролю на 5,9-15,6%, семян на – 5,9-9,2%. Масса семян превышала контроль на 6,7-10,2%, масса 1000 семян – 1,8-2,9%.

Литература

1. Ерохин А.И., Зотиков В.И. Улучшение посевных качеств семян и повышение продуктивности сельскохозяйственных растений на основе применения гуминовых препаратов и защитно-стимулирующих составов: рекомендации. Орёл: ФГБНУ ВНИИЗБК. – 2015. – 48 с.
2. Глазова З.И. Использование органоминеральных агрохимикатов при возделывании чечевицы //Зернобобовые и крупяные культуры – 2020. – № 1 (33). – С. 40-45. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11153
3. Черненькая Н.А. Эффективность применения микроудобрений при производстве семян озимой пшеницы //Зернобобовые и крупяные культуры 2021 №1 (37). – С.112-117. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-112-119.
4. Ерохин А.И. Цуканова З.Р. Латынцева Е.В. Перспективы использования Гумата Калия жидкого (торфяного) и фунгицида Титул Дуо, ККР для внекорневой обработки растений гороха //Зернобобовые и крупяные культуры 2020 №3 (35). – С.32-37. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11182.
5. Каталог сортов сельскохозяйственных культур селекции ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. Изд.-во. ООО ПФ «Картуш», Орёл, – 2021. – С. 20-21.
6. Список пестицидов и агрохимикатов разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Справочное издание. Изд. Москва, – 2021. – 789 с.
7. Каталог продукции. «АО Щёлково Агрохим», – 2017. – С. 156-157.

References

1. Erokhin A.I., Zotikov V.I. Uluchshenie posevnykh kachestv semyan i povyshenie produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh rastenii na osnove primeneniya guminovykh preparatov i zashchitno-stimuliruyushchikh sostavov: rekomendatsii [Improvement of seed quality and productivity of agricultural plants through the use of humic preparations and protective and stimulating compounds: recommendations]. Orel: FGBNU VNIIZBK Publ., 2015, 48 p. (In Russian)
2. Glazova Z.I. Ispol'zovanie organomineral'nykh agrokhimikatov pri vozdeleyvanii chechevitsy [The use of organomineral agrochemicals in the cultivation of lentil]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.1 (33), pp. 40-45. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11153 (In Russian)
3. Chernen'kaya N.A. Effektivnost' primeneniya mikroudobrenii pri proizvodstve semyan ozimoi pshenitsy. [Effectiveness of use of microfertilizers in the production of winter wheat seeds] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no.1 (37), pp.112-117. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-112-119. (In Russian)
4. Erokhin A.I. Tsukanova Z.R. Latyntseva E.V. Perspektivy ispol'zovaniya Gumata Kaliya zhidkogo (torfyanogo) i fungitsida Titul Duo, KKR dlya vnekornevoi obrabotki rastenii gorokha. [Prospects for the use of liquid peat potassium humate and fungicide Titul Duo, KKR for foliar treatment of pea plants] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, no.3 (35), pp. 32-37. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11182. (In Russian)
5. Katalog sortov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur seleksii FNTs zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Catalog of varieties of agricultural crops breeding by the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops]. *ООО ПФ «Kartush» Publ.*, Orel, 2021. pp. 20-21. (In Russian)
6. Spisok pestitsidov i agrokhimikatov razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii [List of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation]. Reference publication. Moscow, 2021, 789 p. (In Russian)
7. Katalog produkttsii AO «Shchelkovo Agrokhim» [Product catalog of Shchyolkovo Agrochem JSC], 2017, pp. 156-157. (In Russian)

РОЛЬ ГЕНОТИПИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ЧИСЛОВЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТООБРАЗЦОВ *VICIA FABA L.* ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА

А.Д. Хабибов, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-8904-4488,

E-mail: Gakvari05@mail.ru

Н.Ш. Шуайбова, аспирант, E-mail: napisat65@mail.ru

ДАГЕСТАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РАН,
МАХАЧКАЛА, РОССИЯ

*В результате проведения интродукционного испытания в условиях Внутреннегорного Дагестана проведён сравнительный анализ и оценено влияние сортового разнообразия на структуру изменчивости числовых признаков пяти сортов *Vicia faba L.*, полученные из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова (Санкт-Петербург). Работа выполнена на популяционном уровне. В результате проведения суммарной статистики получены средние статистические характеристики. Проведена математическая обработка материала с использованием методов корреляционного и дисперсионного анализа. Отмечены наиболее устойчивые и пластичные числовые признаки вегетативной и генеративной сфер. В пределах сорта и объединённой выборки минимальные показатели коэффициента вариации отмечены для среднего числа семян на плод и числа продуктивных узлов на растение, а максимальные – числа боковых ветвей и общего числа семян на растение. Между средними показателями и относительной изменчивостью общего числа междоузлий отмечено существенное ($r_{xy} = 0,864^*$) значение корреляционной связи. Эмпирические показатели (асимметрия и эксцесс) общего числа междоузлий по *t*-критерию Стьюдента существенно ($12,772^{***}$ и $36,629^{***}$) отклоняются от нормальной теоретической кривой распределения. Высокое ($r_{xy} = - 0,842$) значение между таковыми же показателями отрицательной корреляции установлено для числа боковых ветвей на растение. Между числом плодов и числом семян на растении всех сортобразцов и объединённой выборки, установлены существенные, на самом высоком уровне (99,9%) достоверности, значения корреляционной связи. Для этих двух признаков также установлены сходные и достоверные различия ($5,579^{***}$, $5,823^{***}$, $5,140^{***}$ и $5,804^{***}$) по тому же критерию от теоретической нормальной кривой распределения по обоим эмпирическим показателям. Между показателями этих двух признаков генеративной сферы и узлом расположения первого плода также обнаружены значимые связи. Сортовое разнообразие существенно влияет на изменчивость трёх признаков: число и доли плодущих узлов и число боковых ветвей.*

Ключевые слова: *Vicia faba L.*, сорта, числовые признаки, изменчивость, средние показатели, корреляции, *t*-критерий, компонента дисперсии.

Для цитирования: Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности числовых признаков сортобразцов *Vicia faba L.* при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):61-71. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-61-71

THE ROLE OF THE GENOTYPIC FACTOR IN THE VARIABILITY OF NUMERICAL CHARACTERISTICS OF VARIETAL SPECIMENS OF *VICIA FABA L.* WHEN INTRODUCED IN THE CONDITIONS OF INLAND DAGESTAN

A. D. Khabibov, ORCID ID: 0000-0001-8904-4488, E-mail: Gakvari05@mail.ru

N.Sh. Shuaibova

Abstract: As a result of the introduction test in the conditions of Inner Mountain Dagestan, a comparative analysis was carried out and the influence of varietal diversity on the structure of variability of numerical features of five varieties of *Vicia faba* L., obtained from the collection of the Vavilov VIR (St. Petersburg), was evaluated. The work is done at the population level. As a result of the summary statistics, average statistical characteristics are obtained. Mathematical processing of the material using the methods of correlation and dispersion analysis was carried out. Mathematical processing of the material using the methods of correlation and dispersion analysis was carried out. The most stable and plastic numerical signs of the vegetative and generative spheres are noted. Within the variety and the combined sample, the minimum coefficient of variation is noted for the average number of seeds per fruit and the number of productive nodes per plant, and the maximum for the number of side branches and the total number of seeds per plant. Between the averages and the relative variability of the total number of internodes, a significant ($r_{xy} = 0.864 *$) correlation value was noted. Empirical indicators (asymmetry and excess) of the total number of internodes according to Student's t-criterion significantly (12.772 *** and 36.629 ***) deviate from the normal theoretical distribution curve. A high ($r_{xy} = - 0.842$) value between the same indicators of negative correlation is established for the number of side branches per plant. Between the number of fruits and the number of seeds on the plant of all varieties and the combined sample, significant correlation values were established at the highest level (99.9%) of reliability. For these two features, similar and significant differences were also established (5.579***, 5.823***, 5.140*** and 5.804****) according to the same criterion from the theoretical normal distribution curve for both empirical indicators. Significant connections were also found between the indicators of these two features of the generative sphere and the node of the location of the first fetus. Varietal diversity significantly affects the variability of three features: the number and proportions of fruiting nodes and the number of lateral branches.

Keywords: *Vicia faba* L., varieties, numerical characteristics, variability, averages, correlations, t-criterion, variance component.

Общеизвестно, что кормовые бобы однолетнее растение, относящиеся к семейству бобовых, роду *Vicia*, виду *Vicia faba*. Род *Vicia* представлен однолетним и только культурным видом – бобы кормовые (русские, конские, обыкновенные). Синонимы – *Faba bona* Medik, *Faba vulgaris* Moensh, *Faba equina* Medik. Название бобов «faba» в переводе с греческого означает «еда» и следы возделывания бобов ведут к бронзовому веку. В диком состоянии бобы были найдены в Азии (Тибет, Гималаи), в Африке (Алжир). В культуру были введены давно, в Древнем Египте служили обычной пищей бедного населения (Прянишников, 1962) В настоящее время кормовые бобы в природе неизвестны. В древности пищевое значение этой культуры было значительным, а с введением в культуру картофеля, фасоли и других зернобобовых культур посевные площади кормовых бобов постепенно сократились. Сейчас возделывают в странах Европы, Азии, Африки и Америки, т.е. распространены во всех странах умеренных поясов, а в бывшем СССР – почти повсюду. В нашей стране их можно выращивать почти повсеместно, особенно хорошо растут в чернозёмных районах страны (Елсуков, 1962). Среди зернобобовых культур, по значимости и распространённости которые уступают только зерновым злакам, кормовые бобы выделяются, как пищевая, продовольственная и кормовая культура. Кормовые бобы заслуживают особого внимания, поскольку из группы зерновых бобовых культур дают самые высокие урожаи семян с большим содержанием (до 35%) белка (Мартынов, 1954).

Существует большое сортовое разнообразие кормовых бобов, в настоящее время в мире известно более 450 сортов этой культуры, которые отличаются по хозяйственному назначению и морфологическим признакам и свойствам, преимущественно по величине и массе, окраске кожуры, размерам и форме плодов и семян (Гжесюк, Суйка, 1962, Грушка, 1962).

Принципы классификации сортового материала различаются у разных авторов. Так, по С.М. Мартынову (1954) все возделываемые в разных странах бобы под воздействием климатических условий и деятельности человека обособились в три хорошо выраженные эколого-географические группы: северная, среднерусская и высокогорная. Другие авторы кормовые сорта по весовым и размерным признакам семян разделяют на три группы: (*V. faba var. minor* Beck.) с мелкими, преимущественно круглыми семенами (масса 1000 семян (МТС) равна 400-650 г); среднесеменные сорта (*V. faba var. equina* Ters.) с широкими и плоскими, преимущественно светлоокрашенными семенами средней величины, плоско-вальковатыми и значительно утолщёнными у рубчика (МТС = 650-800 г); и пищевые или овощные сорта (*V. faba var. major* Harz.) с плющенными коричневато-желтыми семенами с МТС равной от 1300 до 2300 г [1, 2]. При дробной классификации по системе В.С. Муратовой (1931) выделяются 15 групп сортов, из которых на территории бывшего Советского Союза было отмечено 7 групп: памиро-бадахшанская, горная дагестанская, сванетская, средиземноморская, западноевропейская, бореальная и древнеевропейская [3]. Все специалисты, когда-либо имевшие дело с кормовыми бобами, главным недостатком этой культуры считают длительный и растянутый период вегетационного цикла и по этому признаку различают: раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые сорта. Разводятся *V. faba* на огородах во всех районах и широко распространены на юге – преимущественно на полях, расположенных на высоте до 3500м над уровнем моря и выше (Памир – Алтай). В Дагестане в промышленных масштабах не выращивают уже давно [4].

Бобы – самоопыляющиеся растения, но иногда наблюдается и перекрёстное опыление .

Данная работа посвящена роли сортового разнообразия в структуре изменчивости 8 числовых признаков у пяти сортообразцов кормовых бобов при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана (1830 м высоты над уровнем моря). Некоторые результаты о роли этого генотипического фактора – сортового разнообразия в вариабельности размерных признаков этих же сортообразцов *V. faba* при интродукции в условиях среднегорного пояса Внутреннегорного Дагестана нами были изложены ранее [5].

Материал и методы исследования

Материалом для нашей работы послужили образцы семян пяти сортов *V. faba*, которые были получены из Всероссийского института растениеводства (ВИР) им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Сортообразцы различались, как по морфологическим показателям, так и по экологическим особенностям, поскольку семя носит отпечаток с последнего места произрастания. Испытываемый материал представлял собой сортообразцы *V. faba* зарубежной и отечественной селекции с различными сроками хранения семян (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика исходного материала сортообразцов *V. faba*, интродуцированного во Внутреннегорном Дагестане

№ п/п	№ по кат. ВИР	Название сорта	Происхождение	Место и год последней репродукции	Число посеянных семян	Всхожесть, %
1	2264	Вировские	Россия	Пушкин, 2007	20	45
2	2267	Велена	Россия	Пушкин, 2006	20	60
3	2398	Мария	Россия	Пушкин, 2004	20	45
4	2399	КИУ-82	Россия	Пушкин, 2004	20	80
5	609259	Широкко	Германия	Оригинал, 2005	20	70

Интродукционное испытание сортообразцов данной культуры проводилось с 2008 года во Внутреннегорном Дагестане: окрестности сел. Шитли Гунибского района; 1830 м высоты над уровнем моря; юго-западная экспозиция склона. Координаты: с. ш. – 42°14' 40,26" и в.д. – 47°00' 6,26". Посев семян проводили на участке в метровых рядах с расстоянием между ними по 20 см (рис. 1, А). В процессе роста и развития проводились фенологические наблюдения.

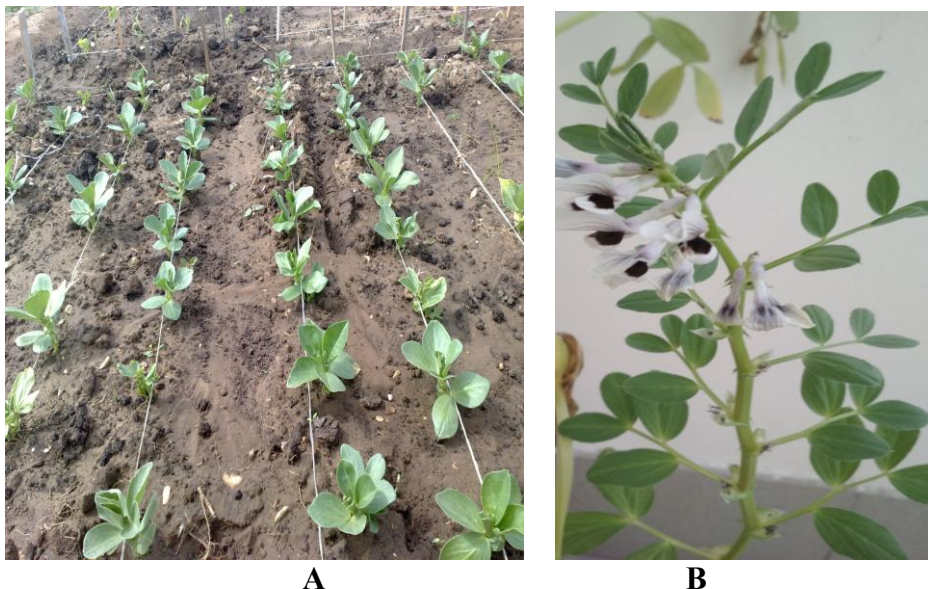


Рис. 1. Посевы сортообразцов (А) и общий вид стебля с междоузлиями и соцветиями (В) *V. faba* в условиях Внутреннегорного Дагестана

После завершения полного вегетационного цикла у 20 и более генеративных побегов, представляющих надземную часть растения, в лабораторных условиях были учтены 21 признак, которые нами были разделены на три группы: размерные (ростовые), числовые и весовые. В данной работе в общих чертах интерпретируются только восемь следующие числовые признаки:

К – общее число междоузлий (рис. 1, В); К₁ – число продуктивных узлов; К₂ – общее число плодов на растении; К₃ – общее число семян на растение; К₄ – среднее число семян на плод; К₅ – узел расположения первого плода; К₆ – число боковых ветвей и К₇ – доля продуктивных узлов. Работа выполнена на популяционном уровне и получены средние статистические характеристики с последующим использованием методов корреляционного и дисперсионного анализов [6, 7]. Компоненты дисперсии вычислены по Н.А. Плохинскому [8].

Различия средних значений числовых признаков сортообразцов и отклонения эмпирических показателей (асимметрия и эксцесс) от нормальной теоретической кривой распределения этих величин объединённой выборки ($\sum n = 59$) были оценены по t-критерию Стьюдента. При проведении части расчётов использовался ПСП Statgraf version 3. 0. Shareware, система анализа данных Statistica 5. 5.

Результаты и их обсуждение

Главным показателем амплитуды изменчивости количественных признаков, как и других показателей обычно является величина коэффициента вариации. Однако многие исследователи, особенно систематики, оценивают амплитуду по лимитам абсолютных значений признаков, другие – по величине квадратичного отклонения. Как утверждает С.А. Мамаев (1975), вряд ли это правильно, поскольку указанные методы не позволяют абстрагироваться от условий местопроизрастания, видовой специфики организма, возраста особей и других факторов. При этом величина коэффициента вариации мало зависит от них и показывает амплитуду изменчивости в её «чистом» виде. В то же время признаки, определяющие число органов, отличаются от весовых, тем более от размерных показателей специфически высокой вариабельностью. При их математической интерпретации последний автор даже предлагает особый подход. Изменчивость признакоспецифична, но не видоспецифична, и понимание этого позволяет предварительно оценивать уровень изменчивости признака у одного вида растений на основе экстраполяции данных другого объекта.

При сравнительном анализе структуры изменчивости и колебания средних значений числовых признаков и эмпирических показателей объединённой выборки ($\sum n = 59$) *V. faba* стало понятным, что для этих величин присуща сравнительно широкая амплитуда, и коэффициент вариации колеблется сравнительно в больших пределах от 30,6 до 114,6% (табл. 2, 3). Для эмпирических характеристик этих признаков также наблюдаем

Таблица 2

Сравнительная характеристика изменчивости и колебания средних значений числовых признаков объединённой выборки ($\sum n = 59$) *V. faba* в условиях Дагестана

Признаки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv %	Min	Max	Max–min	Max/min
Общее число междоузлий	16,2±0,94	44,7	7	60	53	8,57
Число продуктивных узлов	6,1±0,29	36,2	2	11	9	5,50
Число плодов на растении	4,9±0,52	80,9	1	18	17	18,00
Общее число семян на растение	11,4±1,33	89,3	1	49	48	49,00
Среднее число семян на плод	2,4±0,10	30,6	1	5	4	5,00
Узел расположения 1-го плода	3,6±0,35	73,8	1	12	11	12,00
Число боковых ветвей	0,9±0,13	114,6	0	3	3	-
Доля продуктивных узлов	0,414±0,0211	40,8	0,140	0,875	0,735	1,19

Таблица 3

Сравнительная характеристика изменчивости и колебания эмпирических показателей числовых признаков *V. faba* в условиях Дагестана ($m_{As} = 0,3189$, $m_{Ex} = 0,6378$)

Признаки	As		Ex	
	P_1	t	P_2	t
Общее число междоузлий	4,073	12,772***	23,362	36,629***
Число продуктивных узлов	0,214	0,671	-0,771	1,209
Число плодов на растении	1,779	5,579***	3,278	5,140***
Общее число семян на растение	1,857	5,823***	3,702	5,804***
Среднее число семян на плод	0,582	1,825	1,702	2,669**
Узел расположения 1-го плода	1,118	3,506***	0,775	1,215
Число боковых ветвей	0,942	2,954**	-0,153	1,568
Доля продуктивных узлов	0,680	2,132*	-0,027	0,042

Обозначения: P_1 – показатель меры отклонения распределения частот от симметричного их распределения относительно максимальной ординаты (асимметрия – As); P_2 – степень отклонения эмпирической кривой распределения от нормальной теоретической кривой (эксцесс – Ex). Ошибка показателя: асимметрии – m_{As} ; эксцесса – m_{Ex} ; t-критерий Стьюдента. При $df = \infty$: 1,960* ; 2,5758** и 3,290***.

Для эмпирических характеристик этих признаков также наблюдаем широкий диапазон. Относительно минимальные и низкие показатели относительной изменчивости объединённой выборки отмечены для среднего числа семян на плод (K_4), для числа и доли продуктивных узлов на растении (K_1 и K_7) и для общего числа междоузлий (K), хотя средние значения этих признаков варьируются довольно широко.

Однако для признака – общего числа междоузлий (K) выявлены как максимальное значение размаха (max–min) крайних вариантов, так и существенное, на самом высоком (99,9 %) уровне достоверности, отклонение асимметрии (As) и эксцесса (Ex) от нормального распределения по t-критерию Стьюдента. Признак - общее число междоузлий (K) отличается от всех рассматриваемых здесь признаков и существенной корреляционной связью (0,864*) средних значений с показателями относительной изменчивости. С увеличением среднего числа междоузлий достоверно возрастают и величины коэффициента вариации. Среднее число семян на плод (K_4) и среднее число продуктивных узлов на растении (K_1) наряду с

минимальными показателями относительной изменчивости также имеют сравнительно сходные величины размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариант, существенно отклоняющемся от нормального распределения значений первого признака (K_4) только по своему ($2,669^{**}$) эксцессу (E_x). При этом для относительного признака – доли продуктивных узлов на растении (K_7) характерны минимальные значения амплитуды и частного крайних вариант и существенное отклонение ($2,132^*$) от нормального распределения по скошенности (A_s), (табл. 3). Для признаков, от которых прямо зависит собственно урожайность – общее число плодов (K_2) и семян (K_3) на растении присущи сравнительно сходные показатели относительной изменчивости при незначительном превосходстве общего числа семян (K_3) на растении над общим числом плодов (K_2). Такое же превосходство этих двух признаков сохраняется и для амплитуд и частных крайних вариант при существенном, на самом высоком уровне значимости, отклонении по t-критерию Стьюдента от нормального распределения обеих эмпирических показателей (A_s и E_x). Для порядкового номера узла расположения первого плода (K_5) характерен также достаточно высокий коэффициент вариации, и отмечены сравнительно сходные показатели амплитуды и частного крайних вариант. В то же время для узла расположения первого плода (K_5) наблюдается достоверное отличие ($3,506^{***}$) от нормального распределения по асимметрии (A_s). Признак – число боковых ветвей (K_6) на растении является неустойчивым признаком, который характерен не для каждого растения этого вида. Поэтому для среднего значения этого признака (число боковых ветвей) присуща необычная, слишком высокая относительная изменчивость (114,6%). Для данного признака, как для преобладающего большинства числовых величин *V. faba*, отмечено также значимое отличие от нормального распределения по асимметрии (A_s). Кроме того, в структуре генеративного побега или надземной части растения, которой характерен недетерминированный рост, преобладает доля числа узлов, расположенных выше продуктивных узлов (K_8), при минимальном проценте числа до сегмента расположения первого плода (K_5) (рис. 2). В структуре число и доля узлов как составляющих,

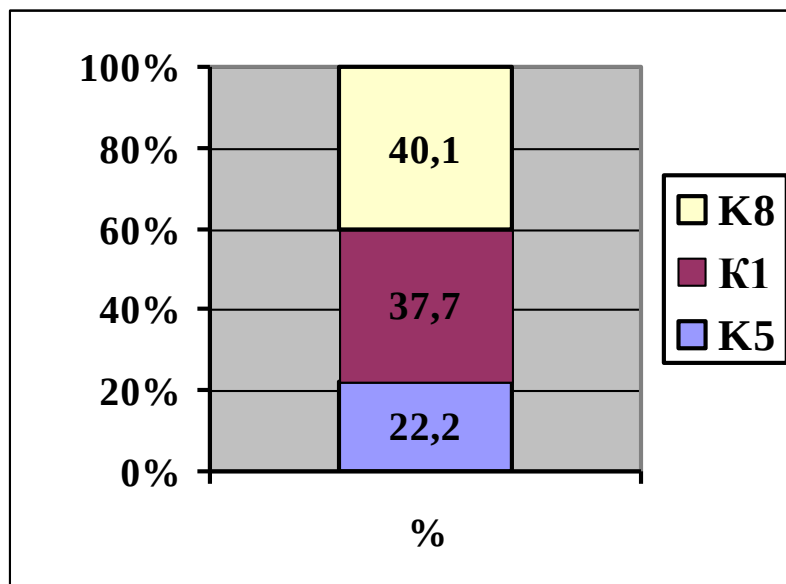


Рис. 2. Структура общего числа (K) узлов объединённой выборки ($\Sigma n = 59$) по частям в пределах генеративного побега *V. faba*. Число узлов: до сегмента расположения первого плода (K_5); продуктивных узлов (K_1) и выше продуктивных узлов (K_8)

В структуре число и доля узлов как составляющих, генеративного побега объединённой выборки, возрастает по направлению от корневой шейки до верхушки, т.е. снизу вверх. При сравнительном анализе структуры вариабельности восьми числовых признаков пяти сортов образцов выяснилось, что главный показатель изменчивости признаков интродуцентов – коэффициент вариации колеблется в довольно широких пределах, от 15,4 до 141,4%.

Однако для этих признаков сортообразцов в преобладающем большинстве случаев свойственны те же тенденции, которые нами были отмечены для числовых показателей объединённой выборки. Так, для общего числа междоузлий (K) и среднего числа семян на плод (K₄) сортообразцов преимущественно присущи минимальные показатели относительной изменчивости. Некоторые незначительные отклонения от общей тенденции наблюдаются у сортов к-2399 и к-609259. Максимальное среднее число (2,7) семян на плод (K₄) характерно для сортообразца к- 2267, а минимальное (1,9) – для интродуцента к- 2264.

Максимальным общим числом (19,9) междоузлий (K) и числом продуктивных (7,9) узлов (K₁) в репродуктивной зоне отличается сорт к-609259 германского происхождения. При сравнении средних величин и относительной изменчивости трёх числовых признаков сортообразцов: общее число плодов (K₂); общее число семян (K₃) на растении; среднее число семян на плод (K₄), непосредственно связанных с урожайностью, выяснилось, что минимальными показателями этих величин выделяется, как и следовало бы ожидать, признак – среднее число семян на плод (K₄). Для данных сортов сравнительно низки также показатели относительной вариабельности индексного признака – доли продуктивных узлов на растении (K₇), у которого отмечены максимальное (0,501) значение для сорта к- 2398 с минимальным общим числом (12,3) междоузлий (K) и средним числом (2,3) семян на плод (K₄). Однако с минимальным средним значением (1,9) числа семян на плод (K₄) для сортообразца к- 2264 характерна и наименьшая доля (0,273) плодущих узлов на растении (K₇). Числовой показатель – узел расположения первого плода (K₅) на генеративном побеге для этих сортообразцов колеблется довольно в широких пределах, от 1 до 12. Высокой вариабельностью характеризуется этот признак и минимальная средняя величина (2) его наблюдается для интродуцента к- 2267. Число боковых ветвей (K₆) сортообразцов этого вида является весьма вариабельным признаком и не у каждой особи в пределах сортообразца наблюдается ветвление. Результатом этого являются и наблюдаемые более высокие показатели (100% и выше) коэффициента вариации. Здесь для сортообразца к- 609259 отмечено минимальное среднее значение (0,2) признака – числа боковых ветвей (K₆). При сопоставлении структур долей составляющих общее число узлов (K) сортообразцов выявилось, что максимальные значения доли (48,8) числа продуктивных узлов (K₁) и числа (48,2) междоузлий выше репродуктивной зоны (K₇) занимают сортообразцы к-2398 и к-2264, соответственно (рис. 3). При этом у составляющих общего числа междоузлий (K) всех сортообразцов, минимальные

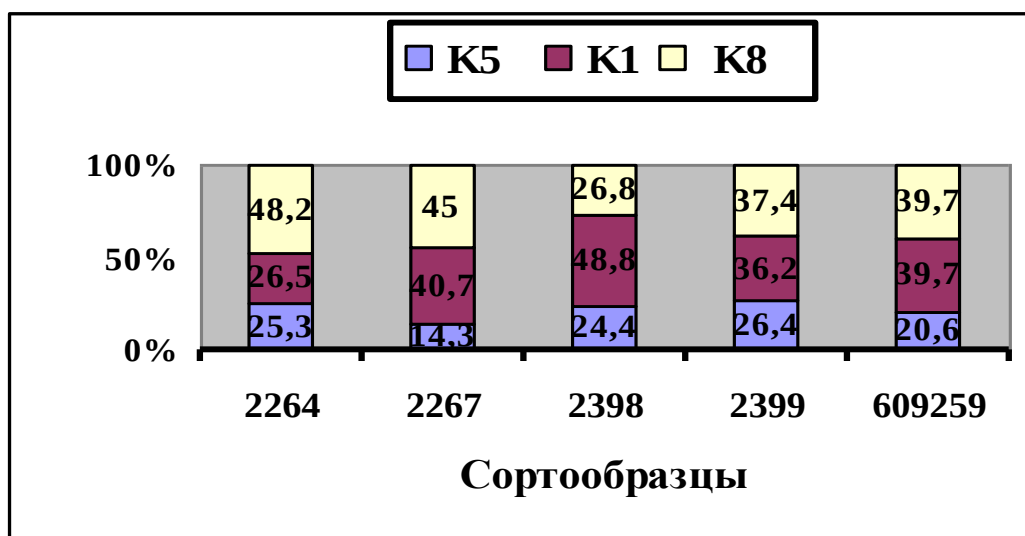


Рис. 3. Структура общего числа (K) узлов сортообразцов *V. faba* по частям в пределах генеративного побега. (K₅ – число узлов до сегмента расположения первого плода; K₁ – число продуктивных (репродуктивная зона) и K₈ – число междоузлий выше последних)

При этом у составляющих общего числа междоузлий (K) всех сортообразцов, минимальные доли отмечены для числа междоузлий до сегмента расположения первого плода (K₅). Минимальные показатели (3,3) по числу выше плодущих узлов или репродуктивной зоны (K₇) сортообразцов *V. faba* характерны для интродукента к – 2398, у которого отмечено и наименьшее общее число (12,3) междоузлий (K) (рис. 4).

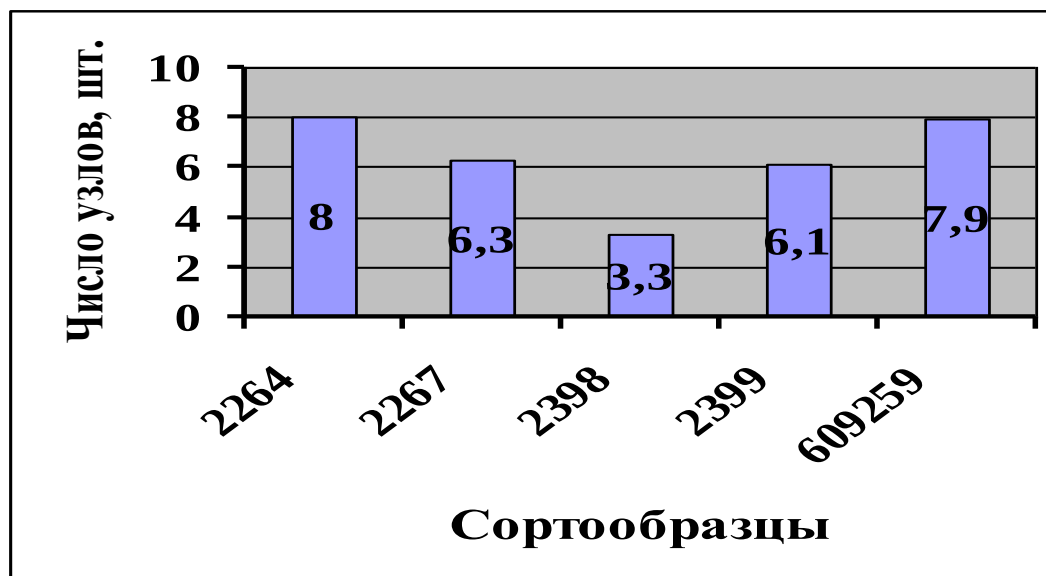


Рис. 4. Число междоузлий сортообразцов *V. faba* выше репродуктивной зоны (K₈)

При этом максимальное значение данного признака (8) отмечено для культивара к-2264, у которого наблюдается и минимальное среднее число (1,9) семян на плод (K₄).

В то же время средние значения этих числовых признаков сортообразцов данной культуры имеют сравнительно сходные показатели и только в редких случаях существенно отличаются по t-критерию Стьюдента (табл. 4). В 11-и случаях (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная характеристика сравнения средних значений числовых признаков сортообразцов *V. faba* по t-критерию Стьюдента (df = n₁ + n₂ – 2)

№ п/п	Варианты сравнения	df	Признаки							
			K	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
1.	2264 и 2267	18	-	-	-	-	4,040***	-	-	-
2.	2264 и 2398	18	3,209**	-	-	-	-	-	-	3,679**
3.	2264 и 2399	23	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	2264 и 609259	22	-	4,408***	-	-	2,830**	-	3,101**	3,411**
5.	2267 и 2398	18	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	2267 и 2399	23	-	-	-	-	-	2,457*	2,732*	-
7.	2267 и 609259	22	-	-	2,234*	2,414*	-	2,672*	4,478***	-
8.	2398 и 2399	23	2,491*	-	-	-	-	-	-	2,303*
9.	2398 и 609259	22	2,259*	2,798*	-	-	-	-	-	-
10.	2399 и 609259	27	-	3,140**	-	-	-	-	-	-

Примечание. df – число степеней свободы. Прочерк означает отсутствие достоверного различия. * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001.

В 11-и случаях (табл. 4) достоверные различия средних величин числовых признаков по данному критерию характерны сортообразцу к-609259 «Широкко» Германской селекции. По 30% из 10 вариант значимые различия отмечены для четырёх признаков: общего числа междоузлий (K); числа продуктивных узлов (K₁), доли продуктивных узлов (K₇) и боковых

ветвей (K_6). Средние величины числовых признаков – плодов на растение (K_2) и семян на растение (K_3), которые определяют и собственно урожай, имеют сходные показатели, и их различия, за исключением по одному варианту, носят случайный характер. Варианты сравнения средних величин двух сортообразцов (к-2267 и к-609259) значительно различаются и только на низком уровне достоверности. Варианты сравнения и расхождения средних показателей числового признака – узла расположения первого плода (K_5) также существенны на высоком уровне (95,5%) достоверности, как и в случае (к-2267 и к- 2399). Сравнимые сортообразцы имеют довольно сходные средние числа семян на плод (K_4). Признак – число семян на плод (K_4) сравнительно устойчивый признак. Однако у 20% сравнений их между собой отмечены существенные, на довольно высоком уровне достоверности, различия по t-критерию Стьюдента.

В результате корреляционного анализа выяснилось, что число продуктивных узлов (K_1) со всеми рассматриваемыми здесь числовыми признаками, за исключением долей продуктивных узлов (K_7), не имеет существенные корреляционные связи. Данный признак (K_1) с его долей (K_7), как и следовало бы ожидать, коррелирован достоверно.

Связи числа продуктивных узлов (K_1) с общим числом междоузлий (K) в одном варианте и числом боковых ветвей (K_6) также в одном варианте коррелированы достоверно. Корреляционные связи числа продуктивных узлов (K_1) с остальными признаками носят случайный характер (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительная характеристика корреляционных связей (r_{xy}) числовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях Дагестана ($df = n - 2$)

Сорта	df	r_{xy} между признаками													
		К и K_1	К и K_2	К и K_3	К и K_5	К и K_7	K_1 и K_6	K_1 и K_7	K_2 и K_3	K_2 и K_5	K_2 и K_6	K_2 и K_7	K_3 и K_5	K_3 и K_6	K_3 и K_7
к-2264	8	-	-	65*	-	-	-	94***	93***	-	-	-	-	-	-
к-2267	8	-	69*	62*	-	-	-	93***	92***	-	-	-	68*	-	-82**
к-2398	8	-	-	-	-	-	-	64*	99***	90***	75*	-	91***	70*	-
к-2399	13	60*	83***	90***	81***	-	-	-	94***	83***	-	-	79***	-	-61*
к - 609259	12	-	-	-	-	-	56*	57*	86***	62*	-	-	53*	-	-
Σ	57	-	30*	34*	45**	-	-	73***	94***	63***	27*	-	61***	-	-

Примечание. К – общее число междоузлий (рис. 1, В); K_1 – число продуктивных узлов; K_2 – общее число плодов на растении; K_3 – общее число семян на растение; K_4 – среднее число семян на плод; K_5 – узел расположения первого плода; K_6 – число боковых ветвей и K_7 – доля продуктивных узлов. Коэффициент корреляции (r_{xy}) приведен в виде первых двух знаков после запятой. df – число степеней свободы. Проверка – отсутствие существенной связи. * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Однако число плодов (K_2) и семян (K_3) на генеративном побеге, которые и определяют собственно урожайность, взаимосвязаны между собой существенно, на самом высоком (99,9%) уровне достоверности. При этом для этих двух признаков генеративной сферы (K_2 и K_3) с узлом расположения первого плода (K_5) в преобладающем большинстве случаев характерны существенные корреляции, а со средним числом семян на плод (K_4) – связи носят случайный характер. В то же время для этих двух показателей (K_2 и K_3) довольно часто характерны значимые связи с общим числом междоузлий (K) и редкие, но отрицательные – с долей (K_7) продуктивных узлов на генеративном побеге. Такие же редкие и негативные корреляции последнего признака (K_7) присущи и с общим числом междоузлий (K) и с узлом расположения первого плода (K_5). Кроме того, все варианты связей числа боковых ветвей

(K₆) с тремя числовыми признаками: с общим числом междоузлий (K), с узлом расположения первого плода (K₅) и с долей продуктивных узлов (K₇) носят случайный характер, при двух вариантах значимых корреляций общего числа междоузлий (K) с узлом расположения первого плода (K₅).

В результате проведённого дисперсионного анализа выяснилось, что генотипический фактор – сортовое разнообразие более-менее с одинаковой силой влияет на изменчивость только трёх числовых признаков: на вариабельность числа продуктивных узлов (K₁), боковых ветвей (K₆) и доли продуктивных узлов (K₇) (табл. 6).

Таблица 6

Результаты однофакторного (сортовое разнообразие) дисперсионного анализа числовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции (df = n – 1)

№ п/п	Признаки	SS	mS	F(4)	h ² , %
1	K	-	-	-	-
2	K ₁	74,24221	18,560553	4,792**	26,2
3	K ₂	-	-	-	-
4	K ₃	-	-	-	-
5	K ₄	-	-	-	-
6.	K ₅	-	-	-	-
7.	K ₆	13,524778	3,3811945	4,208**	23,8
8.	K ₇	0,3801562	0,0950391	4,026*	23,0

Примечание. SS – среднее квадратичное отклонение. mS – дисперсия. F – критерий Фишера. В скобках – число степеней свободы (df). h² – сила влияния фактора, %. Прочерк – отсутствие существенного влияния фактора. * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001.

На изменчивость значений остальных рассматриваемых здесь числовых признаков учтённый фактор существенного влияния не оказывает.

Заключение

В условиях Внутреннегорного Дагестана (1830 м высоты над уровнем моря) было отмечено успешное прохождение интродукционного испытания пяти сортообразцов *Vicia faba* L. и получение достаточного семенного материала. В результате сравнительного анализа оценено влияние генотипического фактора – сортового разнообразия на структуру изменчивости числовых признаков этой культуры. Установлено, что сортовое разнообразие оказывает существенное влияние на изменчивость трёх признаков: числа и доли продуктивных узлов и боковых ветвей. Отмечены наиболее стабильные и пластичные числовые признаки вегетативной и генеративной сфер. В результате комплексной оценки по урожайности семян и признаков продуктивности выделились следующие перспективные сорта: Велена, Мария, Киу-82 для внедрения промышленного производства в условиях Дагестана. На основании проведённых исследований разработаны оптимальные сроки посева данных сортообразцов *Vicia faba* L.

Литература

1. Боднар Г.В., Лавриненко Г.Т. Зернобобовые культуры. М.: Колос, 1977. – 255 с.
2. Растения полевой культуры//Зерновые и зернобобовые. Казань: Изд-во КГУ, 1989. – С. 51-52.
3. Каталог мировой коллекции ВИР. Новые образцы зерновых, бобовых культур. Вып. 312. Л., 1981. – 62 с.
4. Хабибов А.Д., Дибиров М.Д., Магомедов М.А., Шуайбова Н.Ш. Изменчивость признаков проростка зернобобовых культур // Вестник ДНЦ РАН, №33, 2009. – С. 22–30.
5. Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности размерных признаков сортообразцов *Vicia faba* L. при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). – С. 46-53. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-91-5-46-53.
6. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчётов. М.: Наука, 1983. – 256 с.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
8. Плохинский Н. А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.

References

1. Bodnar G.V., Lavrinenko G.T. Zernobobovye kul'tury. [Leguminous crops]. Moscow.: Kolos, 1977. 255 p.
2. Rasteniya polevoj kul'tury. Zernovye i zernobobovye.[Field culture plants]. *Cereals and legumes* Kazan: Izd-vo KGU, 1989, pp. 51-52.
3. Katalog mirovoj kollekcii VIR. Novye obrazcy zernovyh, bobovyh kul'tur. [Catalog of the VIR world collection]. *New samples of cereals, legumes*. no. 312. Leningrad, 1981. 62 p.
4. Habibov A.D., Dibirov M.D., Magomedov M.A., Shuajbova N.Sh. Izmenchivost' priznakov proroška zernobobovyh kul'tur. Vestnik DNC RAN. [Variability of signs of the seedling of leguminous crops]. *Bulletin of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. no 33, 2009, pp. 22–30.
5. Habibov A.D., Shuajbova N.Sh. Rol' genotipicheskogo faktora v variabel'nosti razmernyh priznakov sortoobrazcov *Vicia faba* L. pri introdukcii v uslovijah Vnutrennegornogo Dagestana. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. [The role of the genotypic factor in the variability of the dimensional characteristics of the varieties of *Vicia faba* L. when introduced in the conditions of Inland Dagestan] . *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2021. no 5 (91), pp. 46 – 53. doi: 10.37670/2073-0853-2021-91-5-46-53.
6. Zajcev G. N. Metodika biometricheskikh raschjotov. [Methods of biometric calculations]. Moscow: Nauka Publ., 1983. 256 p.
7. Lakin G. F. Biometriya. [Biometrics]. Moscow: Vysshaja shkola Publ., 1990, 352 p.
8. Plohinskij N. A. Biometriya. [Biometrics]. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1970. 367 p.

**АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ
МОРФОТИПОВ ПРОСА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА**

А.Ю. Сурков, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-2425-7623

И.В. Суркова, аспирант, ORCID ID: 0000-0002-7333-2511

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»

E-mail: niish1c@mail.ru

В статье приведены результаты четырехлетних исследований, проведенных в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона. Дана комплексная оценка среды выращивания по дифференцирующей способности как фона для отбора. Наибольшая дифференцирующая способность выявлена в средах 2019 и 2020 гг. Среды 2018, 2019, 2020 гг. можно считать анализирующими фонами, способствующими выявлению различных биотипов. Среда 2021 года является нивелирующим фоном, так как отличалась неблагоприятными условиями, низкой типичностью и минимальным полиморфизмом. Проведена оценка образцов проса различных морфотипов по параметрам адаптивной способности и стабильности, рассчитанным по признакам «урожайность», «масса 1000 зерен», «число зерен на 1 кв. метре». В среднем за 2018-2021 гг. желтозерные образцы отличались высокой урожайностью и числом зерен на 1 кв. метре, но самой низкой массой 1000 зерен. Краснозерные образцы со сжатой метелкой отличались самой высокой массой 1000 зерен. Выделен ценный селекционный материал проса, характеризующийся высокой адаптивной способностью и стабильностью в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона. Это краснозерные образцы с развесистой и со сжатой метелкой: Сангвинеум 4, Сангвинеум 7, Сангвинеум 9, Сангвинеум 14, Сангвинеум 17, Сангвинеум 24, Кокцинеум 3, Кокцинеум 6, Кокцинеум 23, Кокцинеум 13, сорт Степное 9 и желтозерный образец с развесистой метелкой Флявум 21.

Ключевые слова: просо, селекция, морфотип, урожайность, масса 1000 зерен, число зерен на 1 квадратном метре, адаптивность, стабильность, селекционная ценность генотипа.

Для цитирования: Сурков А.Ю., Суркова И.В. Адаптивная способность и стабильность различных морфотипов проса в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):72-81. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-72-81

**ADAPTIVE CAPACITY AND STABILITY OF VARIOUS MORPHOTYPES
OF MILLET IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-EAST
CENTRAL CHERNOZEM REGION**

A.Ju. Surkov, I.V. Surkova

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER, VORONEZH»

Abstract: The article presents the results of four-years of research conducted in the conditions of the south-east of the Central Chernozem region. A comprehensive assessment of the growing environment by differentiating ability as a background for selection is given. The greatest differentiating ability was revealed in the environments of 2019 and 2020. The environments of 2018, 2019, 2020 can be considered as analyzing backgrounds that contribute to the identification

of various biotypes. The environment of 2021 is a leveling background, as it was characterized by unfavorable conditions, low typicality and minimal polymorphism. The assessment of samples of millet of various morphotypes was carried out according to the parameters of adaptive ability and stability, calculated according to the characteristics "yield", "weight of 1000 grains", "number of grains per 1 square meter." Average for 2018-2021 yellow-grain samples were distinguished by high yield and the number of grains per 1 sq. meter, but the lowest mass of 1000 grains. The red-grain samples with a compressed panicle were characterized by the highest mass of 1000 grains. A valuable breeding material of millet has been identified, which is characterized by high adaptive capacity and stability in the conditions of the south-east of the Central Chernozem region. These are red-grain specimens with spreading and with a compressed panicle: Sanguineum 4, Sanguineum 7, Sanguineum 9, Sanguineum 14, Sanguineum 17, Sanguineum 24, Koccineum 3, Koccineum 6, Koccineum 23, Koccineum 13, variety Stepnoe 9 and a yellow-grain specimen with a spreading panicle Flavum 21.

Keywords: millet, breeding, morphotype, productivity, weight of 1000 grains, number of grains per 1 square meter, adaptivity, stability, breeding value of the genotype.

Введение

Адаптивность – важнейшее свойство перспективных сортов, которое должно учитываться в селекционных программах. Оценка пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур позволяет установить достоверность наблюдаемых различий и получить необходимую информацию для отбора ценного исходного материала при селекции на адаптивность [1, 2, 3].

Центральному Черноземью, характеризующемуся многообразием природно-климатических факторов, необходимы сорта проса, обладающие высокими адаптивными свойствами к местным условиям. Важную роль в реализации этой задачи играет подобранный к данной зоне генофонд.

Цель исследований – дать комплексную оценку среды выращивания по дифференцирующей способности как фона для отбора, охарактеризовать различные морфотипы проса по адаптивной способности и стабильности в условиях юго-востока ЦЧР и выделить наиболее перспективные образцы для использования в дальнейшей селекции этой культуры.

Условия, материалы и методы исследований

По метеорологическим условиям наиболее благоприятными для реализации урожайности были 2019 и 2020 гг., наименее – 2018 и 2021 гг. Полевые опыты были заложены по яровой пшенице в селекционном севообороте центра. Сорта высевались бесповторностным способом по методике П.П. Литуна [4], площадь делянки 6,8 м². Стандартом служил сорт проса Саратовское 6, который высевался через 4 делянки.

В качестве материала исследований были взяты образцы различных морфотипов: кокцинеум (развесистая метелка, красное зерно), сангвинеум (сжатая метелка, красное зерно), ауреум (сжатая метелка, желтое зерно) и флявум (развесистая метелка, желтое зерно), а также сорт Саратовское 6 (сангвинеум), сорт Колоритное 15 (кокцинеум) и новый сорт проса Степное 9 (сангвинеум).

Для оценки среды как фона для отбора определялись параметры: типичность среды (t_k), дифференцирующая способность (σ^2_{DCCk}), продуктивность среды (d_k), предсказующая способность (P_k) [5]. Для оценки образцов различных морфотипов проса по адаптивной способности и стабильности урожайности, массы 1000 зерен и числа зерен на 1 кв. метре мы использовали следующие показатели: коэффициент регрессии b_i (пластичность) [6], общая адаптивная способность (ОАС), специфическая адаптивная способность (САС), относительная стабильность генотипа (s_{gi}), селекционная ценность генотипа (СЦГ) [7].

Результаты и их обсуждение

Наибольшая дифференцирующая способность и соответственно наибольший полиморфизм ($\sigma^2_{DCCk} = 0,73$) и ($\sigma^2_{DCCk} = 0,31$) выявлен в средах 2019 и 2020 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Показатели среды как фона для отбора, 2018-2021 гг.

Год	Параметры										Фон
	$u + d_k$	d_k	$\sigma^2_{(G \times E)_{ek}}$	σ^2_{DCCk}	σ_{DCCk}	l_{ek}	S_{ek}	K_{ek}	P_k	t_k	
2018	1,68	-1,06	0,05	0,13	0,36	0,38	21,4	2,32	0,15	0,69	анализирующий
2019	3,52	0,78	0,07	0,73	0,86	0,10	24,4	13,04	0,19	0,78	анализирующий
2020	3,26	0,52	0,12	0,31	0,56	0,39	17,2	5,54	0,13	0,78	анализирующий
2021	2,51	-0,23	0,05	0	0	0	0	0	0	0,41	нивелирующий

Эти года выделились по предсказующей способности (P_k), позволяющей ранжировать среды по их пригодности в качестве селекционного фона. Здесь же сильнее проявляется эффекты дестабилизации ($K_{ek} = 13,04$) и ($K_{ek} = 5,54$). Наибольшей типичностью (коэффициент корреляции между значениями признака у генотипа в данной среде и средними значениями генотипов при их изучении в ряде сред), обладали среды 2019 (коэффициент типичности $t_k = 0,78$) и 2020 гг. (коэффициент типичности $t_k = 0,78$). Среды 2019 и 2020 гг., согласно Е.Н. Синской [8], можно считать анализирующими фонами, способствующими выявлению различных биотипов. В среде 2018 года дифференцирующая способность сред была невысокой ($\sigma^2_{DCCk} = 0, 13$), также среда отличалась неблагоприятными условиями ($d_k = -1,06$), но характеризовалась высокой типичностью (коэффициент типичности $t_k = 0,69$), здесь сильно проявлялся эффект дестабилизации ($K_{ek} = 2,32$). Поэтому, фон 2018 года можно считать анализирующим. Среда 2021 года является нивелирующим фоном, так как отличалась неблагоприятными условиями ($d_k = -0,23$), низкой типичностью (коэффициент типичности $t_k = 0,41$), минимальным полиморфизмом ($\sigma^2_{DCCk} = 0$) и сильным эффектом компенсации ($K_{ek} = 0$).

По урожайности ($u + v_i$) и общей адаптивной способности (ОАС), отражающей суммарную реакцию генотипа во всей совокупности сред, выделились образцы: Флявум 26, Кокцинеум 3, Ауреум 29, Флявум 28, Кокцинеум 6, Ауреум 27 и сорт Степное 9. Они обеспечивают максимальный средний урожай во всей совокупности сред (табл. 2).

Отбор генотипов по общей адаптивной способности (ОАС) к ряду сред проводится по среднему значению фенотипа во всех средах и обеспечивает максимальный прирост признака по сравнению с отбором в благоприятных или неблагоприятных средах и среднюю средовую чувствительность [9]. Наличие высокого уровня продуктивности во всех средах само по себе еще не обеспечивает экологической стабильности.

Варианса взаимодействия ($\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$) характеризует способность генотипа вступать во взаимодействие со средами. Так при небольшом значении $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$ сорт адаптирован к широкому спектру экологических условий, а при значительном – узкоадаптирован к определенному виду условий [10].

Самыми низкими значениями $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$ характеризовались: образец Флявум 21, Кокцинеум 2, Ауреум 27, Ауреум 22 и Сангвинеум 24, самыми высокими – Кокцинеум 16, Сангвинеум 7, Сангвинеум 14, Кокцинеум 6, Сангвинеум 12, Флявум 26, Кокцинеум 13, Кокцинеум 11, Кокцинеум 3, сорта Степное 9 и Саратовское 6.

Наибольшая вариация САС (σ^2_{SACi}), отражающая специфическую реакцию в определенной среде, была у сортов Степное 9, Саратовское 6 и Колоритного 15, образцов Кокцинеум 16, Кокцинеум 6, Сангвинеум 1, Сангвинеум 4, Флявум 26, Сангвинеум 24, Сангвинеум 19, Кокцинеум 2, Сангвинеум 17, Ауреум 29, Кокцинеум 3, Кокцинеум 23, Ауреум 22, Ауреум 27, Флявум 21, Флявум 28. У этих образцов, за исключением Ауреум 22, Флявум 21, Ауреум 27, Флявум 28, у которых эффекты компенсации и дестабилизации были близки ($K_{gi} = 1$), коэффициент компенсации генотипа (K_{gi}) был больше 1, т.е. преобладал дестабилизирующий эффект взаимодействия генотип x среда. Относительная стабильность генотипа (s_{gi}) у этих образцов варьировала от 26,6 до 46,2%. Этот показатель позволяет сравнивать результаты опытов, проведенных с различным набором культур, генотипов, сред

и изучаемых признаков. При низком значении s_{gi} отбор будет идти более интенсивно на стабильность, при высоком – на продуктивность. Данные образцы наиболее отзывчивы на улучшение условий выращивания ($b_i > 1$), за исключением Ауреум 22, Флявум 21, Ауреум 27 ($b_i = 1$), у которых урожайность изменялась аналогично изменениям условий среды. Флявум 28 реагировал слабее на изменение среды ($b_i < 1$).

Таблица 2

**Показатели адаптивной способности и стабильности морфотипов по урожайности,
2018-2021 гг.**

Сорт	Параметры									
	$u+v_i$	OAC_i	$\sigma^2_{(G \times E)gi}$	σ^2_{CACi}	σ_{CACi}	I_{gi}	s_{gi}	СЦГ	K_{gi}	b_i
Саратовское 6 st	2,60	-0,14	0,1200	1,35	1,16	0,0900	44,6	0,8	2,05	1,39
Сангвинеум 1	2,59	-0,15	0,0760	1,09	1,04	0,0700	40,2	0,94	1,65	1,25
Сангвинеум 4	2,81	0,07	0,0780	1,04	1,02	0,0750	36,3	1,19	1,59	1,20
Сангвинеум 7	2,63	-0,11	0,3500	0,41	0,64	0,8500	24,3	1,61	0,62	0,55
Сангвинеум 9	2,46	-0,28	0,0600	0,45	0,67	0,1300	27,2	1,39	0,68	0,78
Сангвинеум 12	2,34	-0,40	0,2200	0,29	0,54	0,7600	23,1	1,48	0,44	0,55
Сангвинеум 14	2,72	-0,02	0,2850	0,07	0,26	4,1000	9,6	2,31	0,11	0,35
Сангвинеум 17	2,69	-0,05	0,0600	0,89	0,94	0,0700	34,9	1,2	1,35	1,12
Сангвинеум 19	2,38	-0,36	0,0780	0,96	0,98	0,0800	41,2	0,82	1,45	1,17
Сангвинеум 24	2,70	-0,04	0,0080	1,00	1,00	0,0080	37,0	1,11	1,52	1,23
Степное 9	3,14	0,40	0,1370	1,27	1,13	0,1100	36,0	1,34	1,92	1,33
Кокцинеум 2	2,86	0,12	0,0002	0,9	0,95	0,0002	33,2	1,35	1,36	1,15
Кокцинеум 3	3,18	0,44	0,1130	0,85	0,92	0,1300	28,9	1,72	1,29	1,04
Кокцинеум 6	3,02	0,28	0,2700	1,20	1,10	0,2300	36,4	1,27	1,82	1,18
Кокцинеум 8	2,73	-0,01	0,0100	0,59	0,77	0,0170	28,2	1,51	0,89	0,92
Кокцинеум 11	2,20	-0,54	0,1300	0,42	0,65	0,3100	29,5	1,17	0,64	0,71
Кокцинеум 13	2,44	-0,30	0,1600	0,32	0,57	0,5000	23,4	1,53	0,48	0,61
Кокцинеум 16	2,77	0,03	0,4000	1,64	1,28	0,2400	46,2	0,73	2,48	1,41
Кокцинеум 18	2,23	-0,51	0,0630	0,39	0,62	0,1600	27,8	1,24	0,59	0,74
Кокцинеум 23	2,67	-0,07	0,0440	0,75	0,87	0,0600	32,6	1,29	1,14	1,01
Колоритное 15	2,72	-0,02	0,0900	1,21	1,10	0,0700	40,4	0,97	1,83	1,33
Ауреум 22	2,81	0,07	0,0060	0,67	0,82	0,0090	29,2	1,51	1,02	0,99
Ауреум 27	3,04	0,30	0,0040	0,65	0,81	0,0060	26,6	1,75	0,98	0,97
Ауреум 29	3,13	0,39	0,0200	0,85	0,92	0,0200	29,4	1,67	1,29	1,11
Флявум 21	2,71	-0,03	-0,0030	0,64	0,80	-0,0050	29,5	1,44	0,97	0,97
Флявум 26	3,54	0,80	0,2070	1,01	1,00	0,2100	28,2	1,95	1,53	1,08
Флявум 28	2,97	0,23	0,0850	0,62	0,79	0,1400	26,6	1,71	0,94	0,89

Наименьшая вариация САС (σ^2_{CACi}) была у образцов Сангвинеум 14, Сангвинеум 12, Кокцинеум 13, Кокцинеум 18, Сангвинеум 7, Кокцинеум 11, Сангвинеум 9, Кокцинеум 8. У этих образцов коэффициент компенсации генотипа (K_{gi}) был меньше 1, т.е. преобладал компенсирующий эффект взаимодействия генотип x среда. Относительная стабильность генотипа (s_{gi}) у этих образцов варьировала от 9,6 до 29,5 %, т.е. эти образцы отличались стабильностью. Судя по величине показателя экологической пластичности ($b_i < 1$), они мало отзывчивы на улучшение условий выращивания и, по нашему мнению, более пригодны для выращивания в менее благоприятных условиях.

Селекция на специфическую адаптивную способность САС обеспечивает создание локальных сортов и может привести к обеднению генетической основы общей приспособленности и уменьшению стабильности генотипа [11].

Отбор на стабильность у растений эффективен, но не способен создать чего-либо нового и имеет значение для сохранения ценных свойств популяций и их устойчивости к средовым флуктуациям [12].

Отбор на ОАС с учетом стабильности основан на учении И.И. Шмальгаузена [13] о неразрывности движущей и стабилизирующей форм отбора. Движущая форма перестраивает систему адаптаций организма, стабилизирующая создает новые механизмы индивидуального развития, новый генный баланс.

А.В. Кильчевский [14] считает, что отбор на сочетание продуктивности и экологической стабильности в одном генотипе, а также оценка параметров фона (типичность, дифференцирующая и предсказующая способность) на каждом этапе являются одними из принципов, на которых должна быть основана экологическая организация селекционного процесса.

Для одновременного отбора образцов на общую адаптивную способность, т.е. суммарную реакцию генотипа во всей совокупности сред, и стабильность определена селекционная ценность генотипов – (СЦГ).

По селекционной ценности генотипа выделились образцы Флявум 26, Ауреум 27, Кокцинеум 3, Флявум 28, Ауреум 29, Сангвинеум 7, Кокцинеум 13, Кокцинеум 8, Ауреум 22, Сангвинеум 12, Флявум 21, Сангвинеум 9, Кокцинеум 2, сорт Степное 9, Кокцинеум 23, Кокцинеум 6, Кокцинеум 18, Сангвинеум 17, Сангвинеум 4, сочетающие высокую продуктивность со стабильностью урожая. Эти образцы представляют интерес для одновременного отбора образцов на общую адаптивную способность с учетом стабильности.

Сангвинеум 14 выделился по относительной стабильности и самой высокой величине селекционной ценности генотипа. Этот образец характеризуется самой высокой стабильностью, что резко повысило его селекционную ценность.

Согласно коэффициенту нелинейности (l_{gi}), у большинства генотипов ответы на среду носят линейный характер (0,0002 – 0,85), за исключением Сангвинеум 14, который реагировал на среду нелинейно ($l_{gi} = 4,1$).

В.А. Ильин (1994) для характеристики сортов использовал три основных показателя: урожайность, массу 1000 зерен и число зерен на 1 кв. метре. Число зерен, выращенных на 1 кв. метре, более полно характеризует сорт, так как включает в себя и число метелок и их озерненность.

Урожайность и число зерен на 1 кв. метре изменялись параллельно и имели значительный коэффициент вариации (урожайность от 12,0% до 46,7%, число зерен на 1 кв. метре от 15,9% до 50,4%, а масса 1000 зерен изменялась очень слабо 0,7 – 5,8%).

Анализируя таблицу 3, можно сделать вывод, что наибольшим показателем ОАС по массе 1000 зерен отличались: Сангвинеум 4, Сангвинеум 7, Сангвинеум 9, Сангвинеум 17, Сангвинеум 19, а также сорта Степное 9 и Саратовское 6. Самые низкие значения массы 1000 зерен и ОАС имели образцы Ауреум 22, Ауреум 27, Флявум 28, Ауреум 29, Флявум 26, Кокцинеум 8, Кокцинеум 11, Кокцинеум 16.

Самыми высокими значениями $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$ характеризовались: сорт Саратовское 6, образец Сангвинеум 4, Сангвинеум 12, Кокцинеум 2, самыми низкими – Сангвинеум 17 и сорт Степное 9.

Наибольшая дисперсия САС (σ^2_{CAsi}) была у Сангвинеум 4, Сангвинеум 7, Сангвинеум 12, Флявум 28, Сангвинеум 19, Сангвинеум 14, Кокцинеум 16, Ауреум 27, Кокцинеум 11, Кокцинеум 18, Кокцинеум 8, Ауреум 29, Кокцинеум 13. У этих образцов коэффициент компенсации генотипа (K_{gi}) был больше 1, т.е. преобладал дестабилизирующий эффект взаимодействия генотип $\times$ среда. Относительная стабильность генотипа (s_{gi}) у этих образцов варьировала от 2,9 до 5,5%. Данные образцы сильнее реагировали на изменения условий среды ($b_i > 1$), за исключением Ауреум 29, Кокцинеум 13, Кокцинеум 8, которые мало отзывчивы на улучшение условий среды ($b_i < 1$).

Таблица 3

Показатели адаптивной способности и стабильности морфотипов по массе 1000 зерен, 2018-2021 гг.

Сорт	Параметры									
	$u+v_i$	OAC_i	$\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$	$\sigma^2_{CAC_i}$	σ_{CAC_i}	l_{gi}	s_{gi}	СЦГ	K_{gi}	b_i
Саратовское 6 st	8,2	0,3	0,141	0,040	0,20	3,53	2,4	4,90	1,00	-0,57
Сангвинеум 1	7,8	-0,1	0,019	0,009	0,096	2,11	1,2	6,22	0,23	0,39
Сангвинеум 4	8,6	0,7	0,131	0,220	0,47	0,60	5,5	0,84	5,50	1,46
Сангвинеум 7	8,2	0,3	0,041	0,180	0,42	0,23	5,1	1,27	4,50	2,00
Сангвинеум 9	8,2	0,3	0,036	0,004	0,06	9,00	0,7	7,21	0,10	0,13
Сангвинеум 12	7,9	0,0	0,123	0,180	0,42	5,56	5,3	0,97	4,50	1,31
Сангвинеум 14	7,9	0,0	0,018	0,120	0,35	0,15	4,4	2,12	3,00	1,54
Сангвинеум 17	8,3	0,4	0,001	0,040	0,20	0,03	2,4	5,00	1,00	0,96
Сангвинеум 19	8,2	0,3	0,030	0,130	0,36	0,23	4,4	2,26	3,25	1,57
Сангвинеум 24	7,9	0,0	0,031	0,030	0,17	1,03	2,2	5,09	0,75	0,47
Степное 9	8,4	0,5	0,003	0,030	0,17	0,10	2,1	5,59	0,75	0,76
Кокцинеум 2	7,8	-0,1	0,105	0,040	0,20	2,63	2,6	4,50	1,00	-0,16
Кокцинеум 3	7,9	0,0	0,011	0,006	0,08	1,83	1,0	6,58	0,15	0,45
Кокцинеум 6	7,9	0,0	0,013	0,029	0,17	0,45	2,2	5,09	0,07	0,67
Кокцинеум 8	7,7	-0,2	0,023	0,060	0,24	0,38	3,1	3,74	1,50	0,93
Кокцинеум 11	7,7	-0,2	0,018	0,090	0,30	0,20	3,9	2,75	2,25	1,33
Кокцинеум 13	8,0	0,1	0,035	0,053	0,23	0,66	2,9	4,20	1,33	0,86
Кокцинеум 16	7,7	-0,2	0,029	0,110	0,33	0,26	4,3	2,25	2,75	1,32
Кокцинеум 18	7,9	0,0	0,018	0,090	0,30	0,20	3,8	2,95	2,25	1,25
Кокцинеум 23	7,9	0,0	0,011	0,030	0,17	0,37	2,2	5,09	0,75	0,75
Колоритное 15	8,0	0,1	0,033	0,040	0,20	0,83	2,5	4,70	1,00	0,53
Ауреум 22	7,5	-0,4	0,021	0,010	0,10	2,10	1,3	5,85	0,25	0,30
Ауреум 27	7,6	-0,3	0,023	0,110	0,33	0,21	4,4	2,15	2,75	1,47
Ауреум 29	7,7	-0,2	0,069	0,060	0,24	1,15	3,2	3,74	1,50	0,43
Флявум 21	8,0	0,1	0,023	0,010	0,10	2,30	1,3	6,35	0,25	0,28
Флявум 26	7,6	-0,3	0,036	0,030	0,17	1,20	2,2	4,79	0,75	0,40
Флявум 28	7,6	-0,3	0,059	0,160	0,40	0,37	5,3	1,00	4,00	1,59

Наименьшая вариация САС ($\sigma^2_{CAC_i}$) была у образцов Сангвинеум 9, Кокцинеум 3, Сангвинеум 1, Флявум 21, Ауреум 22, Кокцинеум 6, Кокцинеум 23, Сангвинеум 24, Флявум 26, Кокцинеум 2, Сангвинеум 17, сортов Колоритное 15, Степное 9, Саратовское 6. У образцов Сангвинеум 1, Кокцинеум 3, Кокцинеум 6, Сангвинеум 9, Флявум 21, Ауреум 22, Кокцинеум 23, Сангвинеум 24, Флявум 26, Степное 9 коэффициент компенсации генотипа (K_{gi}) был меньше 1, т.е. преобладал компенсирующий эффект взаимодействия генотип x среда. У образцов Кокцинеум 2, Сангвинеум 17, сортов Колоритное 15, Саратовское 6 эффекты компенсации и дестабилизации были близки. Относительная стабильность генотипа (s_{gi}) у этих образцов варьировала от 0,7 до 2,6%, т.е. эти образцы отличались стабильностью. Судя по величине показателя экологической пластичности ($b_i < 1$), они слабо реагировали на изменение условий среды по массе 1000 зерен. Сангвинеум 17 реагировал аналогично изменениям условий среды ($b_i = 1$).

По селекционной ценности генотипа выделились образцы Сангвинеум 9, Кокцинеум 3, Флявум 21, Сангвинеум 1, Ауреум 22, Кокцинеум 6, Кокцинеум 23, Сангвинеум 24, Сангвинеум 17, Флявум 26, Кокцинеум 13, сорта Степное 9, Саратовское 6, Колоритное 15.

Образцы Сангвинеум 9, Сангвинеум 17, сорта Степное 9, Саратовское 6 сочетали высокую массу 1000 зерен и средовую устойчивость по данному показателю.

Образцы Сангвинеум 4, Сангвинеум 7, Сангвинеум 19 имели высокую массу 1000 зерен, но были нестабильными по данному показателю, что снизило их селекционную ценность.

Согласно коэффициенту нелинейности (l_{gi}), у 16 генотипов ответы на среду носят линейный характер ($l_{gi} < 1$), 11 образцов взаимодействовали со средами нелинейно ($l_{gi} > 1$).

Результаты определения адаптивности по числу зерен на 1 кв. метре представлены в таблице 4.

Таблица 4

Показатели адаптивной способности и стабильности морфотипов по числу зерен на 1 кв. метре (в тысячах штук), 2018-2021 гг.

Сорт	Параметры									
	$u+v_i$	OAC_i	$\sigma^2_{(G \times E)gi}$	σ^2_{CACi}	σ_{CACi}	l_{gi}	s_{gi}	СЦГ	K_{gi}	b_i
Саратовское 6 st	31,8	-3	7,97	201,2	14,2	0,04	44,7	10,2	1,76	1,31
Сангвинеум 1	33,3	-1,5	13,49	190,2	13,8	0,071	41,4	12,3	1,66	1,24
Сангвинеум 4	33,3	-1,5	20,32	173,4	13,2	0,120	39,5	13,2	1,51	1,14
Сангвинеум 7	32,1	-2,7	50,78	67,0	8,2	0,760	25,5	19,6	0,58	0,57
Сангвинеум 9	30,3	-4,5	13,57	69,5	8,3	0,200	27,4	17,7	0,61	0,74
Сангвинеум 12	29,9	-4,9	57,83	60,7	7,8	0,950	26,1	18,0	0,53	0,51
Сангвинеум 14	34,5	-0,3	46,11	25,2	5,0	1,830	14,5	26,9	0,22	0,41
Сангвинеум 17	32,6	-2,2	4,99	133,6	11,6	0,037	35,6	15,0	1,17	1,04
Сангвинеум 19	29,4	-5,4	8,50	160,1	12,7	0,053	43,2	10,1	1,40	1,14
Сангвинеум 24	34,5	-0,3	0,27	166,6	12,9	0,002	37,4	14,9	1,45	1,19
Степное 9	37,8	3,0	14,87	197,6	14,1	0,075	37,3	16,4	1,73	1,27
Кокцинеум 2	36,7	1,9	8,62	168,9	13,0	0,051	35,4	16,9	1,47	1,17
Кокцинеум 3	40,2	5,4	17,38	131,3	11,5	0,130	28,5	22,7	1,15	0,98
Кокцинеум 6	38,3	3,5	35,80	200,3	14,2	0,180	37,0	16,7	1,75	1,20
Кокцинеум 8	35,7	0,9	-0,36	111,1	10,5	-0,003	29,4	19,7	1,00	0,97
Кокцинеум 11	28,8	-6,0	26,70	87,8	9,4	0,300	32,6	14,5	0,77	0,76
Кокцинеум 13	30,5	-4,3	37,00	55,9	7,5	0,660	24,6	19,1	0,49	0,58
Кокцинеум 16	36,6	1,8	91,2	334,6	18,3	2,640	50,0	8,8	2,92	1,52
Кокцинеум 18	28,3	-6,5	8,38	63,1	7,9	0,130	27,9	16,3	0,55	0,73
Кокцинеум 23	34,0	-0,8	4,59	118,9	10,9	0,039	32,1	17,4	1,04	0,98
Колоритное 15	34,1	-0,7	11,60	208,1	14,4	0,056	42,2	12,2	1,82	1,33
Ауреум 22	37,3	2,5	1,42	117,0	10,8	0,012	29,0	20,9	1,02	0,99
Ауреум 27	40,5	5,7	0,13	137,5	11,7	0,001	28,9	22,7	1,20	1,08
Ауреум 29	40,6	5,8	1,98	153,7	12,4	0,013	30,5	21,8	1,34	1,14
Флявум 21	33,8	-1,0	1,29	105,6	10,3	0,012	30,5	18,1	0,92	0,94
Флявум 26	46,6	11,8	28,80	174,8	13,2	0,160	28,3	25,6	1,53	1,11
Флявум 28	39,4	4,5	17,10	118,2	10,9	0,140	27,7	22,8	1,03	0,92

По данному показателю и ОАС выделились образцы: Флявум 26, Ауреум 29, Ауреум 27, Кокцинеум 3, Флявум 28, Кокцинеум 6, сорт Степное 9, Ауреум 22, Кокцинеум 2. Самые низкие значения числа зерен на 1 кв. метре имели образцы Кокцинеум 18, Кокцинеум 11, Сангвинеум 19, Сангвинеум 12, Сангвинеум 9, Кокцинеум 13, сорт Саратовское 6, Сангвинеум 7, Сангвинеум 17.

Самыми высокими значениями $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$ характеризовались: Кокцинеум 16, Сангвинеум 12, Сангвинеум 7, Сангвинеум 14, Кокцинеум 6, самыми низкими – Кокцинеум 8, Ауреум 27, Сангвинеум 24.

Наибольшая вариация САС (σ^2_{CACi}) была у сортов Степное 9, Саратовское 6 и Колоритного 15, образцов Кокцинеум 16, Кокцинеум 6, Сангвинеум 1, Флявум 26, Сангвинеум 4, Кокцинеум 2, Сангвинеум 24, Сангвинеум 19, Ауреум 29, Ауреум 27, Сангвинеум 17, Кокцинеум 3, Кокцинеум 23, Флявум 28, Ауреум 22, Кокцинеум 8. У этих образцов, за исключением Кокцинеум 8, Ауреум 22, Кокцинеум 23, Флявум 28, у которых эффекты компенсации и дестабилизации были близки ($K_{gi} = 1$), коэффициент компенсации генотипа (K_{gi}) был больше 1, т.е. преобладал дестабилизирующий эффект взаимодействия генотип x среда. Относительная стабильность генотипа (s_{gi}) у этих образцов варьировала от 28,3 до 50,0%. Данные сорта наиболее отзывчивы на улучшение условий выращивания ($b_i > 1$), за исключением Кокцинеум 3, Ауреум 22, Кокцинеум 23, Ауреум 27, у которых число зерен на 1 кв. метре изменялось аналогично изменениям условий среды ($b_i = 1$). Образец Флявум 28 мало отзывчивы на улучшение условий выращивания ($b_i < 1$).

Наименьшая вариация САС (σ^2_{CACi}) была у образцов Сангвинеум 14, Кокцинеум 13, Сангвинеум 13, Кокцинеум 18, Сангвинеум 7, Сангвинеум 9, Кокцинеум 11, Флявум 21. У этих образцов коэффициент компенсации генотипа (K_{gi}) был меньше 1, т.е. преобладал компенсирующий эффект взаимодействия генотип x среда. Относительная стабильность генотипа (s_{gi}) у этих образцов варьировала от 14,5 до 23,6%, т.е. эти образцы отличались стабильностью. Судя по величине показателя экологической пластичности ($b_i < 1$), они мало отзывчивы на улучшение условий выращивания.

По селекционной ценности генотипа выделились образцы Сангвинеум 14, Флявум 26, Флявум 28, Кокцинеум 3, Ауреум 27, Ауреум 29, Ауреум 22, Кокцинеум 8, Сангвинеум 7, Кокцинеум 13, Флявум 21, Сангвинеум 12, Сангвинеум 9, Кокцинеум 23, Кокцинеум 2, Кокцинеум 6, Сангвинеум 17, Сангвинеум 24, Сангвинеум 4 и сорт Степное 9. Образцы Флявум 26, Ауреум 29, Ауреум 27, Кокцинеум 3, Флявум 28, Кокцинеум 6, Кокцинеум 2, сорт Степное 9 сочетали высокое число зерен на 1 кв. метре и средовую устойчивость по данному показателю.

Заключение

Проведена оценка дифференцирующей способности как фона для отбора. Наибольшая дифференцирующая способность выявлена в средах 2019 и 2020 гг. В среде 2018 года дифференцирующая способность сред была невысокой, но характеризовалась высокой типичностью. Среда 2018, 2019, 2020 гг. можно считать анализирующими фонами, способствующими выявлению различных биотипов. Среда 2021 года является нивелирующим фоном, так как отличалась неблагоприятными условиями, низкой типичностью и минимальным полиморфизмом.

Образцы Сангвинеум 9, Флявум 21, Кокцинеум 6, Кокцинеум 23, Сангвинеум 17, Кокцинеум 13, Кокцинеум 3 и сорт Степное 9 были выделены по селекционной ценности генотипа по показателям: урожайность, масса 1000 зерен, число зерен на 1 кв. метре.

Сангвинеум 14, хотя и не выделился по селекционной ценности по массе 1000 зерен из-за высокой нестабильности данного показателя, но имел самые высокие показатели селекционной ценности генотипа по урожайности и числу зерен на 1 кв. метре, что выделяет данный образец.

Образцы Сангвинеум 4 и Сангвинеум 7, выделившиеся по селекционной ценности генотипа по показателям урожайность и число зерен на 1 кв. метре, не выделились по селекционной ценности генотипа по массе 1000 зерен, так как были нестабильными по данному показателю и сильно реагировали на изменение условий среды, но эти образцы имели высокую массу 1000 зерен (8,2-9,2 г и 8-8,8 г соответственно), что по нашему мнению, не снижает их селекционную ценность.

Желтозерные образцы Ауреум 27, Флявум 28, Ауреум 29, выделившиеся по селекционной ценности генотипа по показателям урожайность и число зерен на 1 кв. метре,

не выделились по селекционной ценности генотипа по массе 1000 зерен, так как имели низкую и нестабильную массу 1000 зерен. Образцы Ауреум 22 и Флявум 26 выделились по селекционной ценности генотипа по показателям урожайность, масса 1000 зерен и число зерен на 1 кв. метре, но имели самую низкую массу 1000 зерен, что снижает их селекционную ценность.

В среднем за 2018-2021 гг. желтозерные образцы отличались высокой урожайностью и числом зерен на 1 кв. метре, но самой низкой массой 1000 зерен. Краснозерные образцы со сжатой метелкой отличались самой высокой массой 1000 зерен.

По результатам адаптивной оценки сортообразцов различных морфотипов выделен ценный селекционный материал проса, характеризующийся высокой адаптивной способностью в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона. Это краснозерные образцы с развесистой и со сжатой метелкой: Сангвинеум 4, Сангвинеум 7, Сангвинеум 9, Сангвинеум 14, Сангвинеум 17, Сангвинеум 24, Кокцинеум 3, Кокцинеум 6, Кокцинеум 23, Кокцинеум 13, сорт Степное 9 и желтозерный образец с развесистой метелкой Флявум 21.

Литература

1. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) //Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т.51. – № 5. – С. 617-626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus
2. Тихонов Н.П., Тихонова Т.В., Милкин А.А. Адаптивность и урожайность сортов проса селекции ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 78-82. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11053.
3. Никифорова И.Ю. Оценка адаптивности образцов проса посевного различных групп спелости по статистическим параметрам, рассчитанным по признаку «урожайность зерна» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 1 (13). – С. 79-83.
4. Литун П.П. Критерий оценки номеров в селекционном питомнике // Селекция и семеноводство: Республиканский межведомственный тематический научный сборник. – Киев: «Урожай», 1973. – Вып. 25. – С. 52-58.
5. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода // Генетика. – 1985. – Т. XXI, № 9. – С. 1481-1490.
6. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36-40.
7. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение II. Числовой пример и обсуждение // Генетика. – 1985. – Т. XXI, № 9. – С. 1491-1497.
8. Синская Е.Н. Проблема популяций у высших растений. – Л.: Сельхозиздат, – 1963. – 124 с.
9. Jinks J.L., Pooni H.S. Determination of the environmental sensitivity selection lines of *Nicotina rustica* by the selection environment. – Heredity. – 1982. – № 3. – P. 291.
10. Comstock E.R., Moll R.H. Genotype-environment interaction // Statistical genetics in plant breeding. – Washington: D.S.: 1963. – P. 164-194.
11. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. – Кишинев: Штиинца, – 1980. – 587 с.
12. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. – М.: Наука, 1983. – 279 с.
13. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции (теория стабилизирующего отбора). – М.: Наука, – 1968. – 451 с.
14. Кильчевский А.В. Экологическая организация селекционного процесса // Генетические основы селекции: Материалы Всероссийской школы молодых селекционеров им. С.А. Кунакбаева, 11-15 марта 2008 г. – Уфа, – 2008. – С. 70-86.

References

1. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur (obzor) [Improving adaptability in the selection of grain crops (review)]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya – Agricultural biology*, 2016, Vol. 51, no. 5, pp. 617-626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus. (In Russian)
2. Tikhonov N.P., Tikhonova T.V., Milkin A.A. Adaptivnost' i urozhainost' sortov prosa selektsii FGBNU «NIISKH Yugo-VostokA» [Adaptability and yield of millet varieties of selection of the FSBSI «Scientific Research Institute of Agriculture of the South-East»]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2018, no. 4 (28), pp. 78-82. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11053. (In Russian)
3. Nikiforova I.YU. Otsenka adaptivnosti obratstov prosa posevnogo razlichnykh grupp spelosti po statisticheskim parametram, rasschitannym po priznaku «urozhainost' zerna» [Assessment of adaptability of seed millet samples of various ripeness groups according to statistical parameters calculated on the basis of "grain yield"]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2015. no. 1 (13), pp.79-83. (In Russian)
4. Litun P.P. Kriterii otsenki nomerov v selektsionnom pitomnike [Criteria for estimating numbers in the breeding nursery]. *Selektsiya i semenovodstvo: Respublikanskii mezhvedomstvennyi tematicheskii nauchnyi sbornik* [Selection

- and seed production: Republican interdepartmental thematic scientific collection]. Kiev: «Urozhai» Publ., 1973, Issue 25, pp. 52-58. (In Russian)
5. Kil'chevskii A.V., Khotyleva L.V. Metod otsenki adaptivnoi sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differentsiruyushchei sposobnosti sredy. Soobshchenie I. Obosnovanie metoda [Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Message I. Rational of the method]. *Genetika – Genetics*, 1985, Vol. XXI, no. 9, pp. 1481- 1490. (In Russian)
6. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*, 1966, Vol. 6, no. 1, pp. 36-40.
7. Kil'chevskii A.V., Khotyleva L.V. Metod otsenki adaptivnoi sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differentsiruyushchei sposobnosti sredy. Soobshchenie II. Chislovoi primer i obsuzhdenie [Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Message II. Numerical example and discussion]. *Genetika – Genetics*, 1985, Vol. XXI, no. 9, pp. 1491- 1497. (In Russian)
8. Sinskaya E.N. Problema populyatsii u vysshikh rastenii [The problem of populations in higher plants]. Leningrad: Sel'khozizdat Publ., 1963, 124 p. (In Russian)
9. Jinks J.L., Pooni H.S. Determination of the environmental sensitivity selection lines of *Nicotiana rustica* by the selection environment. *Heredity*, 1982, no. 3, p. 291.
10. Comstock E.R., Moll R.H. Genotype-environment interaction. *Statistical genetics in plant breeding*. Washington: D.S., 1963, pp.164-194.
11. Zhuchenko A.A. *Ehkologicheskaya genetika kul'turnykh rastenii* [Ecological genetics of cultivated plants]. Kishinev: Shtiintsa Publ., 1980, 587 p. (In Russian)
12. Altukhov YU.P. *Geneticheskie protsessy v populyatsiyakh* [Genetic processes in populations]. Moscow: Nauka Publ., 1983, 279 p. (In Russian)
13. Shmal'gauzen I.I. *Faktory ehvolyutsii (teoriya stabiliziruyushchego otbora)* [Factors of evolution (theory of stabilizing selection)]. Moscow: Nauka Publ., 1968, 451 p. (In Russian)
14. Kil'chevskii A.V. *Ehkologicheskaya organizatsiya selektsionnogo protsessa* [Ecological organization of the breeding process]. *Geneticheskie osnovy selektsii: Materialy Vserossiiskoi shkoly molodykh selektsionerov im. S.A. Kunakbaeva, 11-15 marta 2008 g* [Genetic foundations of selection: Materials of the All-Russian School of Young Breeders named after S.A. Kunakbaev, March 11-15, 2008]. Ufa, 2008, pp. 70-86. (In Russian)

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ПРОСА ПОСЕВНОГО НА КРУПНОЗЁРНСТЬ

Н.П. Тихонов, кандидат с.-х. наук, Т.В. Тихонова

ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов
E-mail: alex_druzhin@mail.ru

Кратко проанализированы селекционно-генетические и экологические аспекты селекции проса посевного на крупность зерна. Представлены фрагментарные результаты сравнительного изучения массы 1000 зёрен (далее - МТЗ) у различных сортов проса селекции НИУ России в условиях Саратова. На гибридном материале показаны особенности рекомбинационных процессов при формировании крупности зерна у конкретных гибридных комбинаций через МТЗ отобранных из них индивидуальных растений проса. Сделано заключение о важности соблюдения селекционного оптимума по крупности зерна при создании новых сортов с перспективой их возделывания в соответствующем прососеющем регионе.

Ключевые слова: сорт, просо, крупность зерна, масса 1000 зёрен, экология, генетика, селекция, селекционный оптимум по признаку.

Для цитирования: Тихонов Н.П., Тихонова Т.В. Эколого-генетические аспекты и результаты селекции проса посевного на крупнозёрность. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):82-89. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-82-89

ECOLOGICAL AND GENETIC ASPECTS AND RESULTS OF BREEDING OF COMMON MILLET FOR COARSE GRAIN

N.P. Tikhonov, T.V. Tikhonova

FSBSI «FEDERAL CENTER OF AGRICULTURE RESEARCH OF THE SOUTH-EAST
REGION»
E-mail: alex_druzhin@mail.ru

Abstract: *Breeding, genetic and ecological aspects of breeding of common millet for grain coarseness are briefly analyzed. The fragmentary results of the comparative study of 1000 grains weight (hereinafter referred to as TGW) in different varieties of millet bred by Research Institutions of Russia under the conditions of Saratov are presented. The hybrid material shows the features of recombination processes during the formation of grain size in specific hybrid combinations through TGW of individual millet plants selected from them. The conclusion about the importance of observing the "breeding optimum" in terms of grain size when creating new varieties with the prospect of their cultivation in the corresponding millet sowing region was made.*

Keywords: variety, millet, grain size, weight of 1000 grains, ecology, genetics, breeding, breeding optimum by trait.

Повышение крупнозёрности у многих возделываемых культур – одна из главных целей селекционной работы [1, 2, 3, 4]. Безусловно, в комплексе признаков каждого конкретного сорта решающее значение имеет высокая и стабильная продуктивность его растений. Однако в регионах с неустойчивой и недостаточной влагообеспеченностью генетически обусловленная крупнозёрность имеет важное значение не только для получения хороших

всходов, но и при благоприятных условиях зачастую служит существенным фактором прибавки урожая зерна [2, 4, 5].

Методика исследований

Исследовали проблемы и достижения селекции на крупнозёрность у различных культур по опубликованным работам. Изучали сорта проса соответствующих НИУ и разных лет селекции по ряду признаков (высота растений, длина и форма метёлки, масса 1000 зёрен, желтизна ядра. Анализировали собственные многолетние экспериментальные данные, полученные на полях ФАНЦ Юго-Востока.

Массу 1000 зёрен определяли путём отсчёта, взвешивания и вычисления средней (с перерасчётом на 1000): в КСИ, КП – по 250 типичных зёрен в 4-х повторностях; в СП-2 – по 250 зёрен в 2-х повторностях; в СП-1 – по 250 зёрен; у индивидуальных отборов из гибридных популяций – путём отсчёта и взвешивания 100 типичных зёрен с переводом на 1000.

Результаты исследований

Исследование в условиях Саратова рекомендованных к возделыванию сортов проса и сортообразцов из видового фонда показывает, что имеют место существенные различия (в т.ч. между генотипами селекции одного и того же НИУ) практически по всем морфогенетическим и хозяйственно ценным признакам, включая крупность зерна, высоту растений, форму метёлки (табл. 1). Метеоусловия в 2019 г. были сложными для большинства сортообразцов проса: в результате запоздавших осадков совпали 2 фазы развития – образование вторичной корневой системы и вымётывание. У растений скороспелых генотипов вымётывание происходило без вторичного укоренения, что привело к разной степени изреживания посевов и даже гибели некоторых из инорайонных сортообразцов. Однако налив зерна и проявление генетических особенностей признаков (включая массу 1000 зёрен) происходили в относительно благоприятных условиях. У рекомендованных к возделыванию сортов достаточно отчётливо проявилась дифференциация по базовым параметрам, включая МТЗ, показатели качества зерна [6] и другие признаки. Среди стародавних сортов в 2019 г. хорошие результаты по качеству зерна показал сорт жёлтозёрное Ростовское 29. Однако его адаптивность к условиям вегетации следующего 2020 года оказалась заметно слабее.

Полученные результаты (табл. 1) показывают, что по МТЗ новые сорта в ряде случаев уступают «старым» генотипам. В этой связи, очевидно, что крупнозёрность среди комплекса селективируемых признаков проса выглядит как явно второстепенный признак. Аналогичная картина просматривается и по степени проявления меланоза зерна. Оценка сортов на устойчивость (степень восприимчивости) к подплёночному поражению зерна (второй по вредоносности болезни культуры) в полевых условиях имеет важное практическое значение [7]. Совершенно устойчивые сорта, по-прежнему, не выявлены. Однако следует подчеркнуть, что различия между сортами проса по степени относительной устойчивости (восприимчивости) к меланозу 2019 г. не связаны ни с крупностью зерна, ни с его окраской, поскольку среди наиболее поражённых имеются и мелкозёрные (Альба, Благодатное, Омское 11 и др.), и крупнозёрные (например, Саратовское 2). Минимальное количество меланозных ядер (в выборке 250 зёрен) обнаружено в 2019 г. у нескольких сортов: у краснозёрного Нура и четырёх жёлтозёрных сортов с различной массой 1000 зёрен – у Золотистого (9,2 г.), Сарбина (9,2 г.), Ростовского 29 (8,4 г.) и Харьковского 57 (7,2 г.) (табл. 1). Большинство изученных генотипов имеют среднюю степень подплёночного поражения зерна, в т. ч. и самые крупнозёрные – Россиянка, Вельсовское, Саратовское 10. Последний (среди приведённых в таблице 1) имеет наиболее высокий балл по желтизне ядра.

Таблица 1

**Проявление некоторых признаков у различных сортов проса
(Саратов, 2019 г.*)**

Сорт проса	Год включения в Госреестр	Окраска зерна (ЦП)	Высота растений (см) **	Длина метёлки (см.) **	Масса 1000 зёрен, г.	Желтизна ядра (балл)	Поражение меланозом, (%***)
1. Рекомендованные к возделыванию сорта проса (Госреестр СД РФ, 2020 г.):							
Саратовское 3	1981	красная	83,5	21,1	8,0	2,5	0,8-0,8-0,4
Благодатное	1992	красная	73,8	23,6	7,4	3,0	0,8-2,0-2,0
Саратовское 10	1999	красная	87,2	20,9	9,0	4,0	0,4-0,8-0,4
Нур	2002	красная	81,4	25,6	7,9	3,5	0,0-0,4-0,0
Россиянка	2011	красная	84,6	21,2	9,9	2,0	0,4-0,8-0,0
Альба ****	2012	бело-крас-новатая	70,8	16,6	6,5	1,5	1,2-1,2-1,6
Данила	2012	красная	81,4	25,6	8,5	2,5	0,0-0,4-0,4
Мироновское 51	1973	жёлтая	96,2	31,2	8,0	3,0	0,8-1,6-0,0
Камское	1978	жёлтая	80,0	19,5	7,3	1,5	0,0-0,8-0,0
Харьковское 57	1987	жёлтая	92,6	28,4	7,2	3,0	0,0-0,4-0,0
Золотистое	2001	жёлтая	91,8	21,5	9,2	3,5	0,4-0,0-0,0
Сарбин	2020	жёлтая	88,2	21,2	9,2	3,5	0,4-0,0-0,0
2. Сорта из генофонда проса посевного:							
Отрадо-Кубанское 210		красная	73,2	14,4	7,8	3,5	1,2-0,4-0,0
Вельсовское		красная	85,0	21,2	9,2	2,0	0,4-0,8-0,4
Горьковское16		красная	75,2	20,6	5,0	3,5	0,8-0,0-0,0
Казанское 176		красная	74,2	22,0	6,3	2,0	1,6-0,8-0,4
Казанское 506		жёлтая	109,2	33,0	7,5	3,0	0,8-0,4-0,4
Кусарское		жёлтая	121,8	35,2	7,0	1,5	0,4-0,8-0,4
Омское 11		жёлтая	77,5	24,5	7,6	<1,0	1,6-1,2-1,2
Оренбургское 3		жёлтая	83,0	20,2	8,1	1,5	0,4-0,8-0,4
Ростовское 29		жёлтая	102,6	25,4	8,4	3,5	0,4-0,4- 0,0
Саратовское 2		жёлтая	93,8	23,8	8,7	2,5	0,8-2,4-1,2
НСР0,5			8,5	2,2	0,3	0,1	

*Примечания: * – однорядковые посевы сортов (1,8 м; междурядья = 30 см) в СП-1; ** – средние данные 5-ти типичных растений; *** – доля (в %) слабо-, средне- и сильнопоражённых ядер: 0,4 – 1 меланозное ядро из 250 просмотренных; 0,8 – два; 1,2 – три меланозных ядра и т.д.; **** – «окраска» зерна – белая, с красноватым основанием внутренней цветковой плёнки (т.е. имеет место почти полное отсутствие красного пигмента в клетках и слоях цветковых плёнок).*

Логично, что крупность зерна у проса имеет важное значение, прежде всего, в засушливых регионах: при недостатке влаги во время посева требуется более глубокая заделка семян (до 8-12 см – феноменальная биологическая особенность культуры при её относительной мелкозёрности), и для получения полноценных всходов в таких условиях необходим немалый запас пластических веществ в зерновке. По данным В.А. Ильина [5] крупное зерно проса обеспечивает лучшую всхожесть, (особенно при его глубокой заделке) и первый лист у проростка обычно крупнее, что важно при начальном фотосинтезе. Однако

при этом автор заострял внимание на негативных сторонах увеличения крупности зерна: 1 – снижается стекловидность ядра (в т.ч. увеличивается доля мучнистых ядер); 2 – увеличивается содержание меланозных ядер. Мучнистые ядра при выработке пшена гораздо сильнее разрушаются по сравнению со стекловидными и тем самым увеличивают потери и ухудшают качество крупы. Поэтому селекция на повышение стекловидности и снижение доли мучнистых зёрен проса следует рассматривать не только как улучшение потребительских свойств крупы, но и как фактор повышения его полезного урожая. В то же время крупное зерно проса (особенно шаровидной формы) легче освобождается от плёнок (т.е. улучшается обрушиваемость зерна), что имеет важное значение при выработке крупы [5].

Наряду с этим практический опыт возделывания семенных посевов проса в регионах распространения сорнополевого проса отчётливо показывает преимущество крупнозёрных сортов: в процессе сортировки зерна (в т.ч. путём подбора решёт) удаётся полностью избавиться от семян этого трудноискоренимого сорняка, в большинстве своём представленного мелко- и среднезёрными формами.

Отдельный и важный вопрос – ранжирование сортов проса по крупности зерна. В соответствии с общепринятой внутривидовой дифференциацией генофонда проса посевного крупность зерна оценивается сходом с сит 1,8х20 мм: 3 балла – низкая (< 60%), 5 баллов – средняя (60-80%) и 7 баллов – высокая (> 80,0%) [8]. Однако составители данного классификатора не учитывали при этом форму зерна: крупное зерно сплюснутой формы при решётном анализе нередко имеет сход (с указанного решета) ниже, чем генотипы со средним по крупности зерном, но округлой формы. В этой связи масса 1000 зёрен (МТЗ) точнее (объективнее) отражает крупность зерна конкретных сортов и селекционного материала. По МТЗ у проса посевного приняты следующие градации (в баллах): 1 – очень мелкое (< 5,0 г.) 3 – мелкое ($\leq 5,0 \dots 6,0$ г), 5 – среднее ($6,1 \dots 7,0$ г), 7 – крупное ($7,1 \dots 8,0$ г) и очень крупное (> 8,0 г) [8]. В более позднем варианте классификатора (издание 2009 г.) данная шкала оставлена, к сожалению, без изменений [9]. Однако, перечисленные выше градации давно не соответствуют внутривидовому размаху изменчивости по МТЗ и очевидным фенотипическим различиям между сортообразцами из видового генофонда проса (включая селекционный материал НИУ России), не говоря уже об октоплоидных формах. Например, первый сорт саратовской селекции – Саратовское 853 (с крупным и/или очень крупным зерном – $7,8 \dots 8,6$ г) значительно отличается от уже обычных селекционных форм (в т.ч. и возделываемых сортов – таблица 1) с массой 1000 зёрен $8,5 \dots 10,0$ г. и более. Очевидно несоответствие существующей шкалы по МТЗ селекционному сдвигу по признаку и его различия внутри интервала от очень мелкого (< 5,0 г.) до очень крупного (> 8,0 г) составляют (всего) $\geq 3,0$ г., а все остальные значения – от > 8,0 г до $10 \dots 12$ г и более (т.е. 2...4 г и более) – надо описывать как очень крупное зерно. В этой связи мы предлагаем к применению другую шкалу (табл. 2).

Таблица 2

Внутривидовое ранжирование сортообразцов проса посевного по крупности зерна

	Масса 1000 зёрен (г) у сортообразцов проса посевного в соответствующей градации по крупности зерна:				
	очень мелкое	мелкое	среднее	крупное	очень крупное
Принятая шкала [1, 4]	<5,0	$\leq 5,0 \dots 6,0$	$6,1 \dots 7,0$	$7,1 \dots 8,0$	> 8,0
Предлагаемая шкала*	$\leq 5,0$	$5,1 \dots 7,5$	$7,6 \dots 8,5$	$8,6 \dots 9,5$	$\geq 9,6$

*Примечания: * – предлагаемая к применению с учётом МТЗ у «районированных» сортов и созданного перспективного селекционного материала НИУ России.*

Разумеется, признаковая шкала позволяет ранжировать результаты оценки сортообразцов и селекционного материала по крупности зерна, полученные в конкретных почвенно-климатических условиях. Нередки случаи, когда крупность зерна у конкретного

сорта в разные по влагообеспеченности годы «переходит» из одной категории в соседние. Например, у первого сорта саратовской селекции в 2010 г. МТЗ соответствовала группе средней крупности, в 2021 г. – крупному, а в 2013 г. и в среднем за 21 год – очень крупному зерну (табл. 3). Большинство саратовских сортов проса (за исключением Саратовского 853) имеют сравнительно крупное зерно округлой формы (табл. 3). Опыт работы нашей лаборатории по целенаправленной селекции на крупнозёрность показывает, что индивидуальные отборы из гибридных популяций с МТЗ $\leq 8,5$ г. в большинстве своём необходимо выбраковывать (за редким исключением). Обусловлено это тем, что крупность зерна у проса, как и у других культур, относительно строго контролируемый сортовой (генотипический) признак, несмотря на его экологическую зависимость, поскольку в большинстве случаев межсортовая иерархия по крупности зерна сохраняется даже в экстремальных условиях (табл. 1, 3).

Таблица 3

Масса 1000 зёрен у сортов проса селекции НИИСХ Юго-Востока
(2001-2021 г.; по результатам конкурсного испытания)

Сорта проса	Масса 1000 зёрен, г. *				Коэффициент вариации
	2010 г *	2013 г *	2021 г *	Средняя за 21 год	
Саратовское 853	6,9	8,6	7,7	8,1	21,0
Саратовское 6	7,0	9,0	8,2	8,5	23,5
Саратовское 10	7,2	9,3	8,5	8,6	24,4
Саратовское 12	7,6	9,6	8,7	8,9	22,5
Золотистое	7,2	9,2	8,4	8,8	22,7
Саратовское жёлтое	7,1	9,3	8,4	8,5	25,9

Примечание: * – масса 1000 зёрен, соответственно, в острозасушливых (2010 г.), относительно благоприятных (2013 г.) и засушливых (2021 г.) условиях вегетации растений

Важный вопрос – исследование селекционно-генетических и экологических аспектов проявления крупнозёрности при создании и оценке гибридного материала. Практическим путём установлено, что при скрещивании сортообразцов проса посевного с разной крупностью зерна в первом поколении гибридов МТЗ имеет, как правило, промежуточные значения [10]. Во втором и последующих поколениях происходит относительно сложное расщепление по данному признаку. В этой связи В.А. Ильиным [5] были сделаны важные для селекции выводы, в целом подтверждающихся при работе с разнообразным гибридным материалом в течение многих лет: 1 – крупность зерна обусловлена взаимодействием доминантных и рецессивных генов: первые уменьшают признак «крупность зерна»; накопление вторых, наоборот, ведёт к его увеличению; 2 – при скрещивании сортообразцов проса с разной крупностью зерна в F_2 и последующих поколениях выщепляются генотипы с более крупным зерном, чем у родительских форм; 3 – отбор в гибридных популяциях наиболее крупнозёрных генотипов, как правило, обуславливает и обеспечивает стабильность проявления признака в последующих поколениях. Во втором пункте цитируемый автор, видимо, из-за «нацеленности» на крупнозёрность не отметил важную деталь: в F_2 и последующих поколениях выщепляются генотипы не только с более крупным зерном, но и с более мелким, чем у родительских форм.

Работа с многочисленными гибридами на протяжении десятилетий (первый соавтор публикации работает с просом более 40 лет) подтверждает перечисленные закономерности. Однако при анализе фактических результатов рекомбинационных процессов в межсортовых гибридных популяциях проса имеют место и некоторые отклонения от общих правил, вроде не ожидаемой (с генетической точки зрения) реверсии относительной мелкозёрности при скрещивании сравнительно крупнозёрных родительских сортов (табл. 4). Из приведённых в данной таблице трёх гибридных комбинаций на основании МТЗ у отцовских форм во втором случае следовало бы ожидать и наиболее крупнозёрные индивидуальные отборы (и.о.). Однако реальная картина сложилась несколько иначе: в первой комбинации явно

преобладали положительные трансгрессии; во второй – против ожидаемого - очевиден уклон в мелкозёрность (в минус-трансгрессии) в сочетании с невысокой долей плюс-трансгрессий; в третьей комбинации оба процесса примерно равнозначны. Следовательно, при подборе родительских форм для гибридизации, в т. ч. для увеличения крупнозёрности у нового материала, необходимо использовать (неудачных) рекомбинационных результатов.

Таблица 4

Результаты оценки индивидуальных растений (отборов) из некоторых гибридных F₃-популяций проса посевного, 2019 г.

Гибридная комбинация	Взято и.о.*:		Масса 1000 зёрен, г :			
	в полевых условиях 2019 г.	в посев 2020 г	родит.форм*	у жёлто-зёрных и.о.	у красно-зёрных и.о.	средняя у и.о.
566-19 (F ₃): Y1,3 CC 42-15 / Y1,4A 215-15	<u>23</u> (15:8)**	<u>23</u> (15:8)**	♀= 9,0 ♂= 9,2	<u>9,5</u> *** (9,1...9,8)	<u>9,3***</u> (9,1...9,5)	<u>9,4</u> *** (9,1...9,8)
567-19 (F ₃): Y1,3 CC 42-15 / Y1,4A 55-15	<u>26</u> (11:14)	<u>16</u> (8:8)	♀= 9,0 ♂= 9,4	<u>9,0</u> (8,5...9,6)	<u>8,7</u> (8,3...9,2)	<u>8,8</u> (8,3...9,2)
568-19 (F ₃): Y1,3 CC 42-15 / Y1,4A 219-15	<u>25</u> (20:5)	<u>18</u> (16:2)	♀= 9,0 ♂= 9,1	<u>9,0</u> (8,3...9,6)	<u>8,7</u> (8,3...9,2)	<u>8,9</u> (8,3...9,6)

Примечания: * – приведена масса 1000 зёрен (MTЗ) у родительских сортообразцов в 2015 г. – год проведения гибридизации), имеющих константную дигенную устойчивость к соответствующим расам возбудителя головни; ** – соотношение жёлто- и краснозёрных и.о.; *** – в числителе – средняя MTЗ, в знаменателе – варьирование MTЗ у отобранных индивидуальных растений.

Очевидно, что вовлекаемые в гибридизацию генотипы имеют свои индивидуальные (скрытые) особенности, которые впоследствии и проявляются в гибридном и константном материале. И, тем не менее, крупность зерна на фоне других признаков даже в сравнительно контрастные по влагообеспеченности годы проявляется достаточно стабильно (в т.ч. и в гибридных популяциях), в большинстве случаев в соответствии с генетическими особенностями родительских форм (табл. 5).

Таблица 5

Результаты оценки и браковки индивидуальных растений (и.о.) из некоторых гибридных F₃-популяций проса посевного (2020-2021 г.)

Гибридная комбинация	Взято и.о.*:		Масса 1000 зёрен, г :		Желтизна ядра, балл:	
	в полевых условиях	в посев следующ. года	у жёлто-зёрных и.о.	у красно-зёрных и.о.	у жёлто-зёрных и.о.	у красно-зёрных и.о.
562-20 (F ₃): Y1,4 C 5-18 / Y1,4A 237-18	<u>25</u> (17:8)**	<u>17</u> (12:5)**	<u>8,8</u> *** (8,2...9,1)	<u>8***</u> (8,5...9,0)	<u>2,1</u> *** (1,5...2,5)	<u>3,4***</u> (2,5...4,0)
570-21 (F ₃): Y1,4 C 5-18 / Y1,4A 237-18	<u>57</u> (34:23)	<u>45</u> (25:20)	<u>8,9</u> (8,4...9,4)	<u>8,7</u> (8,4...9,2)	<u>2,8</u> (1,5...4,0)	<u>4,4</u> (3,0...5,0)
563-20 (F ₃): Y1,4 C 5-18 / A 2228/1-18	<u>26</u> (12:14)	<u>22</u> (10:12)	<u>8,9</u> (8,7...9,3)	<u>8,9</u> (8,6...9,4)	<u>2,7</u> (2,0...3,0)	<u>3,8</u> (3,0...4,5)
571-21 (F ₃): Y1,4 C 5-18 / A 2228/1-18	<u>35</u> (28:7)	<u>15</u> (11:4)	<u>8,9</u> (8,7...9,3)	<u>8,9</u> (8,6...9,4)	<u>3,0</u> (1,0...4,0)	<u>4,6</u> (4,0...≥5,0)

Примечания: * – индивидуальные отборы из гибридных популяций; ** – соотношение жёлто- и краскозёрных и.о.; *** – в числителе – соответственно, средняя масса 1000 зёрен и желтизна ядра (по 5-балльной шкале), в знаменателе – варьирование признака у отобранных индивидуальных растений.

Например, в 2020 г. в начале августа – т.е. в налив зерна – прошёл дождь около (15 мм), а в 2021 г. в эту же фазу продолжилась июльская засуха. Результаты оценки и браковки индивидуальных отборов из одного и того же гибрида в эти годы заметно различались по важнейшим селективируемым признакам. Однако по МТЗ (как средние данные, так и интервал - минимум-максимум) имели место минимальные изменения. Гораздо контрастнее выглядят, например, оценки по желтизне ядра: жаркая и сухая погода, как известно, способствует более интенсивному синтезу каротиноидных пигментов (табл. 5).

По итогам многолетнего опыта работы с гибридным и константным селекционным материалом следует подчеркнуть, что крупность зерна у проса посевного, наиболее точно выражаемая через массу 1000 зёрен, имеет отчётливый сортоспецифический характер и минимальное (в сравнении с другими хозяйственно ценными признаками) варьирование под воздействием климатических факторов.

Выводы

1. При исследовании рекомендованных к возделыванию сортов проса посевного по комплексу признаков (в т.ч. селекции одного и того же НИУ) отчётливо видно, что они существенно различаются по крупности зерна – от мелкозёрных до крунозёрных, что указывает на второстепенность данного признака при создании новых сортов.

2. Гены, уменьшающие или, наоборот, увеличивающие крупность зерна у проса, не сцеплены с генами, контролирующими жёлтую и красную окраски цветковых плёнок (и их морфогенетические варианты). Основываясь на опыте работы с многочисленными сортообразцами проса из видового генофонда, предполагаем отсутствие сцепления генов крупнозёрности и с другими базовыми окрасками: коричневой, бронзовой и серой.

3. Гены, уменьшающие или, наоборот, увеличивающие крупность зерна у проса, не сцеплены с генами, контролирующими синтез каротиноидных пигментов, устойчивость к меланозу, морфологические особенности растений культуры.

Литература

1. Германцева Н.И., Селезнёва Т.В. Селекция нута на крупность семян // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018, – № 2 (19). – С. 6-8.
2. Зинченко В.И. Масса 1000 зёрен в селекции на продуктивность яровой мягкой пшеницы // Пути увеличения производства и улучшения качества сельскохозяйственной продукции в Казахстане / Тезисы докладов Республиканской. научно-практич. конф., посвященной 35-летию Актюбинской ГОСХОС; март 1992 г. Актюбинск, – 1992. – С. 33-34.
3. Зотиков В.И., Варлахова Л.Н., Бобков С.В. Качество зерна сортообразцов гороха, гречихи и проса // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2010, – № 1 (4). – С. 26-28.
4. Ильин А.В. Селекция ярового ячменя на повышение устойчивости продуктивности и связанных с ней количественных признаков // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018, – № 2 (19). – С. 9-10.
5. Ильин В.А. Избранные труды / РАСХН; НИИСХ Юго-Востока НПО «Элита Поволжья». Саратов, – 1984. – С. 60-68.
6. Красавин В.Д., Ониськов Н.Т. Особенности формирования качества зерна и крупы проса в условиях Северного Казахстана // Селекция и семеноводство проса / Науч. тр. ВАСХНИЛ. – М., Колос, – 1976. – С. 116-123.
7. Тихонов Н.П. Особенности и результаты селекции проса посевного на устойчивость к меланозу зерна // Зернобобовые и крупяные культуры», – 2014. – № 2 (10). – С. 60-63.
8. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф., Корнейчук В.А. и др. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ вида *Panicum miliaceum* L. // Ленинград, СССР, 1982. – 25 с.
9. Григорашенко Л.В., Холод С.Г., Рудник О.И. та ін. Широкий уніфікований класифікатор проса (*Panicum miliaceum* L.). – Харків, –2009. – С. 37.
10. Вельсовский В.П. Некоторые вопросы наследования биологических и хозяйственных признаков у гибридов проса в условиях Павлодарской области // Селекция и семеноводство проса / Научные труды ВАСХНИЛ. – М., Колос, – 1973. – С. 113-122.

References

1. Germantseva N.I., Selezneva T.V. Seleksiya nuta na krupnost' semyan. [Breeding chickpeas for seed size] *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*. 2018, no. 2 (19), pp. 6-8. (In Russian)
2. Zinchenko V.I. Massa 1000 zeren v seleksii na produktivnost' yarovoi myagkoi pshenitsy. Puti uvelicheniya proizvodstva i uluchsheniya kachestva sel'skokhozyaistvennoi produktsii v Kazakhstane. [Weight of 1000 grains in breeding for productivity of spring soft wheat. Ways to increase production and improve the quality of agricultural products in Kazakhstan.] *Tezisy dokl. Respublikanskoi. nauchno-praktich. konf., posvyashchennoi 35-letiyu*

- Aktyubinskoi Gos. s.-kh. opytnoi stantsii [Theses of the reports of the Republican Scientific-Practical Conference dedicated to the 35th anniversary of the Aktobe State Experimental Station]; 1992, Aktyubinsk, 1992, pp. 33-34. (In Russian)
3. Zotikov V.I., Varlakhova L.N., Bobkov S.V. Kachestvo zerna sortobraztsov gorokha, grechikhi i prosa [Grain quality of pea, buckwheat and millet varieties]. *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*. 2010, № 1 (4), pp. 26-28. (In Russian)
4. Il'in A.V. Seleksiya yarovogo yachmenya na povyshenie ustoichivosti produktivnosti i svyazannykh s nei kolichestvennykh priznakov. [Spring barley breeding for increasing sustainability of productivity and related quantitative traits] *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*, 2018, no. 2 (19), pp. 9-10. (In Russian)
5. Il'in V.A. Izbrannye trudy. RASKhN; NIISKh Yugo-Vostoka. [Selected Works. RAAS; Research Institute of Agriculture of the South-East.] *NPO «Elita Povolzh'ya»* Publ. Saratov, 1984, pp. 60-68. (In Russian)
6. Krasavin V.D., Onis'kov N.T. Osobennosti formirovaniya kachestva zerna i krupy prosa v usloviyakh Severnogo Kazakhstana. Seleksiya i semenovodstvo prosa. Nauchnye trudy VASKhNIL. [Features of the formation of the quality of grain and millet groats in the conditions of Northern Kazakhstan. Breeding and seed production of millet. Scientific works of VASKHNIL] Moscow, *Kolos* Publ., 1976, pp. 116-123. (In Russian)
7. Tikhonov N.P. Osobennosti i rezul'taty seleksii prosa posevnogo na ustoichivost' k melanozu zerna. [Peculiarities and results of breeding millet for resistance to grain melanosis] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no. 2 (10), pp. 60-63. (In Russian)
8. Agafonov N.P., Kurtseva A.F., Korneichuk V.A. et al. Shirokii unifitsirovannyi klassifikator SEV i mezhdunarodnyi klassifikator SEV vida *Panicum miliaceum* L. [The wide unified CMEA classifier and the international CMEA classifier of the species *Panicum miliaceum* L.] Leningrad, USSR, 1982, 25 p. (In Russian)
9. Grigorashchenko L.V., Kholod S.G., Rudnik O.I. et al. Shirokii unifikovaniy klasifikator prosa (*Panicum miliaceum* L.) [Broad classifier of millet (*Panicum miliaceum* L.)], Khar'kov, 2009, p. 37. (in Ukrainian)
10. Vel'sovskii V.P. Nekotorye voprosy nasledovaniya biologicheskikh i khozyaistvennykh priznakov u gibridov prosa v usloviyakh Pavlodarskoi oblasti. Seleksiya i semenovodstvo prosa. [Some issues of inheritance of biological and economic traits in millet hybrids in the conditions of Pavlodar region. Breeding and seed production of millet.] Nauchnye trudy VASKhNIL. [Scientific works of VASKHNIL] Moscow, *Kolos*, 1973, pp. 113-122. (In Russian)

К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ К НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫМ БОЛЕЗНЯМ И ПОЛЕГАНИЮ

А.М. Медведев, член-корреспондент РАН
Е.Н. Лисеенко, кандидат сельскохозяйственных наук
О.В. Митрошина, кандидат биологических наук

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

В статье приводятся научные данные о результатах изучения сортообразцов коллекции озимой тритикале в связи с созданием новых, более совершенных сортов. Показано, что за последние годы в ФИЦ «Немчиновка» получены с внесением в Госреестр селекционных достижений РФ ценные сорта Нина, Арктур и Капелла с потенциалом урожайности до 12 т/га, превосходящие сбор зерна стандартов Виктор и Гермес на 0,4-0,8 т/га, обладающие сравнительной устойчивостью к стрессовым факторам среды, повышенным качеством зерна.

Ключевые слова: озимая тритикале, сорта, гибриды, устойчивость, продуктивность.

Для цитирования: Медведев А.М., Лисеенко Е.Н., Митрошина О.В. К вопросу устойчивости озимой тритикале в Центральном Нечерноземье к наиболее опасным болезням и полеганию. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):90-98. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-90-98

TO SUSTAINABILITY ISSUE WINTER TRITICALE TO THE MOST DANGEROUS DISEASES AND LODGING IN THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEM ZONE

A.M. Medvedev, E.N. Liseenko, O.V. Mitroshina

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

Abstract: *The paper presents the scientific evidence of research results of winter triticale collection varieties in connection with the creation of new more advanced varieties. It is shown that in the FRC «Nemchinovka» recent years the triticale varieties were developed: Nina, Arctur, Kapella, which were included in the catalog of state- permitted cultivars of agricultural crops and have a yield potential to 12 t/ha and also it is superior in grain harvesting their own standards: Victor and Germes in 0.4-0.8 t/ha. They are relatively stable to environmental stressors and have improved grain quality.*

Keywords: winter triticale, varieties, hybrids, resistance, productivity.

Культура тритикале, созданная интеллектом человека, находит широкое распространение в мировом земледелии. Площади посева ее на земном шаре достигли 4 млн. га, в Польше – свыше 1 млн. га, в Белоруссии 500 тыс. га, в Российской Федерации – около 300 тыс. га с урожайностью до 3,0 т зерна с гектара [1, 2]. Ускоренному внедрению тритикале в практику препятствует то, что возделываемые сорта, в том числе немчиновские Виктор, Гермес, Немчиновский 56, обладая высоким потенциалом продуктивности, отличаются недостаточной устойчивостью к полеганию, ряду опасных болезней, включая септориоз, фузариоз колоса, снежную плесень [3]. Решается задача выведения сортов с более высоким потенциалом продуктивности, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам.

Материалы и методика исследований

Экспериментальную работу осуществляли в 2019-2021 гг. в селекционном севообороте ФИЦ «Немчиновка». Наблюдения и учеты проводили согласно методическим указаниям Б.Д. Доспехова [4]. Госсортокмиссии РФ [5], а также ФНЦ ВИГРР имени Н.И. Вавилова [6].

Рассмотрение агрометеорологических факторов в годы исследований свидетельствуют о том, что их особенностью являются резкие колебания показателей температуры воздуха и осадков в осенне-зимний и летний периоды вегетации озимых растений, с неоднократным выпадением и сходом снега зимой и весной. Дефицит тепла наблюдали в 2020 г., повышенные температуры воздуха – летом 2021 года.

Плодородие почвы на опытных участках д. Соколово невысокое, с содержанием гумуса 2,0-2,5%, pH почвенного раствора 4,6-5,0. Поэтому вносили высокие дозы минеральных удобрений - осенью до 200 кг/га азотоса и весной 150 кг/га – аммиачной селитры. Для посева использовали сеялку СН-10 Ц, норма высева 5 млн. всхожих семян на 1 га., размер делянок в конкурсном сортоиспытании 10 кв.м с четырехкратной повторностью вариантов, в контрольном питомнике – 3 кв. м с двукратной повторностью делянок, в коллекционном питомнике – 1 кв. м. Структуру урожая определяли методом разбора снопа в соответствии с методикой Р.А. Удачина и А.Ф. Мережко [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Основой селекционных исследований по тритикале в ФИЦ «Немчиновка» являются сортообразцы мировой коллекции ФНЦ ВИГРР имени Н.И. Вавилова. Выделенные генотипы использовали в гибридизации. В связи с высокорослостью растений озимой тритикале особое внимание уделяли выявлению короткостебельных форм, сочетающих устойчивость к полеганию с другими положительными признаками. Таких образцов в наборе коллекции с объемом более 200 номеров, оказалось немного, из них лишь отдельные формы отнесены к высокопродуктивным, с относительной устойчивостью к септориозу, фузариозу, толерантным к снежной плесени.

В таблице 1 показаны короткостебельные образцы с высотой стебля 87-107 см, способные соперничать по урожайности со стандартами Виктор и Гермес, обладающие устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды, сбором зерна в пределах 6,5-7,2 т/га. В отмеченной таблице помещены также генотипы со средним и высоким стеблем, до 130 см (Ефремовская, Доктрина 110, Гера), показавшие за ряд лет близость, даже превосходство по сбору зерна над стандартами. Из 50 изученных польских сортов лишь некоторые оказались с комплексом положительных признаков. Сорт Hortence в среднем за три года обеспечил получение урожая 8,12 т/га (у стандарта Виктор – 7,18 т/га).

В отмеченной таблице 1. не указан короткостебельный сорт Grenado, занимающий в Западной Европе около 2 млн. га посева. Урожайность Grenado в наших опытах не превышала 5,5 т/га, однако сорт устойчив к полеганию, толерантен к септориозу, растения не сильно поражаются снежной плесенью, отчего продуктивность его по годам колеблется в больших пределах.

В 2021 году, неблагоприятном по сочетанию погодных факторов (эпифитотийном по снежной плесени и септориозу), по комплексу признаков, включая продуктивность посева, из коллекции выделен ряд высокостебельных и короткостебельных сортов и линий тритикале (табл. 2).

Особо примечателен короткостебельный, высокопродуктивный сорт Атаман Платов (ФРАНЦ РАН, Ростов на Дону) с высотой стебля 75-90 см, белорусские Эра и Вектор (85-100 см), украинские Шаланда и Маркиян (85-90 см), а также Сват селекции Национального центра зерна имени П.П. Лукьяненко – 95-100 см. Выделена низкостебельная линия из СП-1 2019 г, полученная с участием короткостебельного сорта Дон ростовской селекции (103 см), а также линия отбора из посева сорта Гера – 102 см. Урожайность указанных сортов и линий находилась в пределах 675-860 г/м². Отмеченные сорта перспективны в отношении полегания, устойчивости к септориозу, толерантности к снежной плесени.

В таблице 3 приведены лучшие сорта и линии озимой тритикале, выделившиеся в контрольном питомнике (КП, 2020 и 2021 гг.).

По устойчивости к полеганию, зимостойкости, толерантности к снежной плесени, продуктивности посева хорошо выглядели Линия 643/20, 2050, (1350 х ч 56), Линия 673/20(2125 х Сват х Гера) и Линия 616/20 2069 (1276 х Гера), а также сорт Гера (Сложный гибрид полученный с участием сорта Дон), Линия 1784(Л. 508хДон). Наиболее ценными из них оказался сорт Гера, Линия Гера 408, Линия 1784 с урожайностью 7,0-8,5 т/га.

Анализ данных КСИ (табл.4) показывает, что у новых сортов и линий урожайность тритикале по годам значительно возрастает. Сбор зерна у стандарта Виктор составил 6,7 т/га, сорта Гера -7,12 т/га. В 2019-2021 гг. урожай новых сортов оказался равным или выше сбора зерна стандарта, у Линии Гера 39 – 9,4 т/га, Линии Гера 60 – 9,0 т/га. У остальных сортов урожайность варьировала от 8,0 т/га – Линия Нина 423 до 8,4 т/га Линия 422. В лаборатории усиливаются исследования с привлечением в скрещивания более продуктивных, короткостебельных генотипов, имеющих повышенные показатели устойчивости к болезням, неблагоприятным зимним условиям, озерненности колоса, массы 1000 зерен.

Урожай стандарта Виктор в 2020-2021 гг. был равен 5,7 т/га, а у Линии 628/20 (л. 2075 (1300 х Гера) с высотой стебля 105 см – 5,4 т/га; Линии 672/20 (2125(Сват х Гера) с высотой 80 см – 6,4 т/га; Линия Гера 408 (115 см) – 8,5 т/га. В указанном направлении необходимы более глубокие эксперименты с определением состава крепости самого стебля, связи в одном генотипе неодинаковых признаков и свойств.

В лаборатории технологии и биохимии зерна в 2015-2020 гг. в значительных объемах определены физические, биохимические качества зерна селекционного материала и коллекционных номеров озимой тритикале. Обобщение этих опытов свидетельствует о том, что качество районированных сортов Виктор, Нина, Гермес, Антей в большей мере соответствует показателям фуражного зерна, который можно использовать в комбикормовой промышленности.

Содержание белка в зерне сорта – стандарта Виктор составляет 12-13%, крахмала 56-57%, число падения 88-90 с. Близкие данные получены по сортам Антей, Гермес, Немчиновский 56. У сорта Нина количество белка и крахмала в зерне на 1,5-2,0% ниже, чем у отмеченных выше генотипов. По содержанию крахмала в зерне сорта Нина положение такое же, как и у стандарта.

Сорт Гера выделяется более высоким, в сравнении с предыдущими генотипами, содержанием белка в зерне (в 2019 г. – 13,3%, в 2020 г – 13,7%). Количество крахмала у сорта Гера оказалось несколько ниже, чем у стандарта Виктор: в 2019 г. – 56,2 и 2020-59,4%.

В отношении использования немчиновских сортов озимой тритикале для хлебопечения следует указать, что сорт Немчиновский 56 ближе всех «старых» сортов стоит как хлебоисточник, имея массу 1000 зерен 50-55 г, натуру зерна 740-760 г/л, содержание белка 12,5-15,0%, стекловидность 44-60%, содержание клейковины в муке до 26%. Еще более ценен для хлебопечения сорт Гера, обладающий высокими показателями белка в зерне (до 17% в 2019 г.), клейковины (до 28%) в 2020 г, объемный выход хлеба (до 700 см).

Из новых линий перспективны для хлебопечения (содержание клейковины в муке 21-26%, ее качество 67-88 ед. ИДК) линии 6408-19-309, 150-1-5, 698-1-19, 878-1-25 и 1038-1-50.

Анализ качества зерна сортообразцов коллекции (2016 и 2019 гг.) свидетельствует о присутствии в мировом генофонде генотипов с высоким содержанием белка и крахмала. Более 16% белка в зерне содержится в зерне сортов отечественного происхождения – Ефремовская, Линия № 258/12 (МОВИР), Доктрина 110 (Воронежский НИИСХ), Барун, Дозор (НЦЗ имени П.П. Лукьяненко), ПРАГ 565 (ДОС ВИР), Гера (ФИЦ «Немчиновка»), а также Jngen 35, Амфидиплоид, к-1694 (Р. Молдова), Алесь (РУП НПЦР, Р. Беларусь), YRO /AOS/ Bushen/, Rex (Польша). Варьирование содержания белка в зерне стандарта Виктор составляет 12,3-14,2%. Количество белка в зерне у сорта Grenado, к – 4011 из Польши, в 2019 г. составило 12,7%. Наибольшее содержание белка в зерне в сортименте Польши отмечено у сорта Roma (к-4007). Указанный сорт в опытах ФИЦ «Немчиновка» выделяется короткостебельностью, повышенным сбором зерна (до 900 г/м²). Указанный сорт используется в скрещиваниях с местными сортами немчиновской селекции.

Показатели сравнительной продуктивности и других ценных признаков у высокостебельных и короткостебельных сортов озимой тритикале в ФИЦ Немчиновка, 2019-2021 гг.

№	Сорта, линии	Высота растений, см	Вегетац. период, дней	Перезимовка, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Устойчивость к снежной плесени, балл	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность т/га			Среднее т/га
									2019	2020	2021	
1	Виктор, St1 ФИЦ «Немчиновка»	125	320	7	7	3	50	57,0	6,40	7,32	7,83	7,18
2	Гермес, St 2 ФИЦ «Немчиновка»	129	320	7	5	3	52	59,0	6,11	6,70	6,56	6,45
3	Немчиновский 56 ФИЦ «Немчиновка»	126	325	7	5	5	49	54,0	6,71	6,80	6,23	6,58
4	Доктрина 110, Воронеж	127	322	7	5	5	53	60,4	6,96	7,60	6,80	7,12
5	Амулет, Р. Беларусь	115	323	7	7	3	50	52,0	8,50	7,30	5,60	7,13
6	Шаланда, Украина	107	321	5	7	5	57	58	8,60	7,20	5,90	7,23
7	Ефремовская, МОВИР	130	319	7	5	5	60	63,0	7,90	7,07	6,80	7,25
8	Нортенс, Польша	100	322	5	9	3	53	54,6	9,90	8,43	6,10	8,14
9	Ingен 33, Р. Молдова	95	323	5	9	5	61	54,2	8,50	5,50	3,4	5,80
10	Богуслав, Курский НИИ АПП	87	325	5	9	5	52	51,6	9,80	7,20	5,45	7,48
11	Топаз, ФРАНЦ РАН, Ростов	90	322	7	9	5	54	52,6	8,20	6,15	4,50	6,28
12	Гера, ФИЦ «Немчиновка»	112	319	7	7	5	55	53,4	7,90	8,30	8,22	8,15
13	Арктур, Самарский НИИСХ, ФИЦ «Немчиновка»	90	320	7	7	9	60	54,8	7,90	8,35	6,80	7,57

Сортообразцы озимой тритикале, выделившиеся по комплексу хозяйственно ценных признаков

№	Сортообразцы, происхождение	Вегетац. период, дней	Высота растений, см	Зимостой- кость, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Поражение растений		Сбор зерна по годам, г/ м ²			Среднее
						снежная плесень, балл	септориоз, балл	2019	2020	2021	
1	Виктор St, ФИЦ «Немчиновка»	309	130	7	5	3	5	780	700	560	680
2	Гермес St, ФИЦ «Немчиновка»	310	125	7	5	3	5	800	710	540	683
3	Ефремовская, МОВИР	310	125	7	7	3	5	820	600	690	703
4	Атаман Платов, ФРАНЦ	310	75	5	9	3	1	750	685	590	675
5	Вектор, Р. Беларусь	306	85	9	9	3	3	680	670	750	710
6	Обрий Мироновский, Украина	309	100	5	9	3	5	820	725	750	755
7	Маркиан, Украина	306	100	9	9	5	7	915	840	770	840
8	Шаланда, Украина	312	85	7	9	3	7	860	860	650	770
9	Эра, р. Беларусь	309	100	3	9	3	5	755	670	600	675
10	Арктур, ФИЦ «Немчиновка»	311	95	5	9	1	3	-	970	625	795
11	Сват, НЦЗ зерна им. П.П.Лукьяненко	307	95	5	9	3	3	1020	935	650	775
12	Линия отбора из Д.854, СП-1, 2019	311	103	9	9	1	3	930	895	750	860
13	Линия отбора из 207, 2018 Гера	309	102	9	9	1	3	995	820	705	820

Короткостебельные, устойчивые к полеганию сорта и линии озимой тритикале (КП, 2020-2021 гг.)

№	Сорт, Линия	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Вегетационный период, дней	Зимостойкость, балл	Снежная плесень, балл	Сбор зерна, т/га		
							2020	2021	среднее
1	Виктор, St	127	5	309	7	3	5,2	6,4	5,7
2	Линия 573/20, Гера х Легион	90	9	307	7	3	6,7	5,6	6,1
3	Линия 588/20, (Prado x Гера)	95	9	307	7	5	6,9	5,0	5,4
4	Линия 590/20, (2043 Prado x Гера)	80	9	306	5	5	6,8	7,0	6,9
5	Линия 617/20, 2069 (1276 x Гера)	105	9	305	9	3	7,3	5,5	6,4
6	Линия 673/20, (2125 Сват x Гера)	95	9	305	9	3	7,5	5,8	6,6
7	Линия 1784, (линия 508 x Дон)	100	9	307	9	1	8,2	5,3	7,0
8	Линия Гера 408, отбор	115	9	306	7	3	7,8	9,2	8,5
9	Линия 1805	100	9	306	9	3	6,2	7,2	6,7
10	Линия Гера 410	107	9	307	9	3	7,3	8,5	7,9
	НСР 05						0,54	0,48	

Урожайность сортов и линий озимой тритикале в КСИ

№	Сорта, линии	Годы исследований						Среднее
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1	Виктор, St	6,17	6,90	5,70	6,40	7,20	7,83	6,70
2	Гермес	5,47	-	7,24	6,11	7,40	6,56	6,55
3	Немчиновский 56	6,63	-	7,63	6,71	7,60	6,23	6,36
4	Нина	6,78	7,65	7,38	6,66	7,80	6,15	6,98
5	Гера	7,49	7,28	7,70	6,96	8,7	8,22	7,12
6	Арктур	-	-	-	-	8,3	6,8	7,5
7	Антей	-	-	-	-	7,6	4,8	6,2
8	Капелла	-	-	-	8,8	10,0	9,4	9,4
9	Гера 39	-	-	-	9,0	9,10	9,13	9,0
10	Линия Нина 423	-	-	-	8,5	8,7	6,85	8,0
11	Линия 508	-	-	-	8,3	8,9	7,84	8,3
12	Линия 5901	-	-	-	8,7	8,0	7,56	8,1
13	Линия 698	-	-	-	8,5	8,8	7,77	8,3
14	Линия 1422	-	-	-	8,1	9,0	8,30	8,4
15	НСР 05	-	-	-	-	0,47	0,54	0,63

Таблица 5

Качество зерна озимой тритикале в КСИ

№	Сорт, линия	Белок, %		Масса 1000 зерен, г		Натура г/л		Стекловидность, %		ЧП, с	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
1	Антей	12,6	13,1	49,0	47,0	700	692	44	42	81	78
2	Немчиновский 56	12,5	13,1	51,2	47,6	743	685	46	44	70	98
3	Гермес	14,5	12,0	49,2	46,0	718	692	37	29	-	145
4	Нина	13,1	11,3	45,0	44,5	705	683	34	23	99	107
5	Нина 423	12,6	11,5	49,2	43,7	720	690	33	31	67	80
6	Гера	13,3	13,7	51,0	44,0	722	678	47	45	100	78
7	Гера 39	12,5	13,4	53,8	48,6	736	690	48	45	124	78
8	Виктор, St	12,5	12,5	51,2	47,2	723	699	48	45	69	88
9	Гера 60	12,5	13,8	52,2	50,6	729	701	50	48	63	71
10	Л. 5901	-	12,7	-	43,2	-	663	-	52	-	164
11	Л. 508	-	13,1	-	48,6	-	719	-	50	-	130
12	Л. 1422	-	13,0	-	46,4	-	682	-	50	-	86
13	Л. 1739	-	12,9	-	47,6	-	680	-	44	-	62
14	Л. 1661	-	12,9	-	43,2	-	688	-	51	-	65
15	Капелла	-	12,1	-	52,0	-	721	-	42	-	66
16	Арктур	-	12,6	-	45,8	-	691	-	49	-	69

В таблице 5 показаны лучшие сорта и линии КСИ 2020 года. Наиболее перспективными оказались сорт Гера и Линия 508.

Более высокое содержание белка в зерне по сравнению со стандартом Виктор в 2019 и 2020 гг. было у сортов Гера и Нина, в 2020 г. – у линий 1739 и 1661. По числу падения (ЧП, с) выделялись сорта Нина, Гера, линии Гера 39 и 508.

Заключение

В 2019-2021 гг. выделены источники повышенной устойчивости озимой тритикале к полеганию, короткостебельные сорта Атаман Платов, Богуслав, Топаз, Jngen 33, обладающие толерантностью к снежной плесени и септориозу. Получены в результате скрещиваний линии с высокой зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и повышенной продуктивностью посева. В 2021 году внесен в Госреестр по Средне-Волжскому региону короткостебельный сорт Арктур с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Литература

1. Грабовец А.И., Крохмаль А.В., Барулина Н.И. Принципы управления наследственностью при селекции тритикале на Дону / Тритикале. Материалы междунар. науч. – практ. конференции «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья», - Ростов на Дону, – 2021. – С. 5-18. DOI:10.34924/FRARC.2020.64.46.001
2. Воронов С.И., Медведев А.М. и др. О проблемах и результатах селекционного улучшения озимой тритикале в условиях Центрального Нечерноземья/ Тритикале. Материалы междунар. науч. – практ. конференции «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья», - Ростов на Дону, – 2021. – С. 77-88. DOI: 10.34924/FRARC.2020.64.46.001
3. Медведев А.М., Медведева Л.М., Комаров Н.М. и др. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации. Коллективная монография. – М.: – 2017. – 289 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов испытания. – М.: Агропромиздат, - 5 издание, – 1985. – 351 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. Под общей редакцией М.А. Федина. – М.: – 1988. – 121 с.
6. Мережко А.Ф., Удачин Р.О. Методические указания. Санкт-Петербург. – 1999. – 32 с.

References

1. Grabovetz A.I., Krochmal' A.B. Barylina N.I. Prinzipi upravleniya nasledstvennost'u pri selektsii triticales na Dony [Management principals of the heredity when selection the triticales on the Don]. Triticale. Materialu mejdunarodnoi nauch. -pract. Konferenzii «Triticale. Breeding, genetics, agricultural engineering and raw material processing technologies», Rostov-na-Donu, 2021, pp. 5-18. DOI:10.34924/FRARC.2020.64.46.001
2. Voronov S.I., Medvedev A.M., et. al. O problemakh i rezul'tatakh selektsionnogo uluchsheniya ozimoi tritikale v usloviyakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya [The problems and results of the breeding improvement winter triticales in the conditions of the central region of the non - chernozem zone] Triticale. Materialu mejdunarodnoi nauch. -pract. konferenzii «Triticale. Breeding, genetics, agricultural engineering and raw material processing technologies», Rostov-na-Donu, 2021, pp. 77-88. DOI:10.34924/FRARC.2020.64.46.001
3. Medvedev A.M., Medvedeva L.M., Komarov N.M. et. al. Ozimaya i yarovaya triticales v Rossiiskoi Federatsii (kollektivnaya monografiya) [Winter and spring triticales in the Russian Federation (collective monograph)]. Moscow, 2017, 289 p. (In Russian)
4. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov ispytaniya, 5-e izdanie [Field experiment techniqeue with the basics of statical processing of test result, the 5th edition], Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p. (In Russian)
5. Metodika gosudarstvennogo ispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krypyanykh i zernobobovykh kul'tur. Pod obshchi redaktsie M. A. Fedin [Methodology for state testing of agricultural crops. Technological assessment of sereals, cereals and legume crops. Under the general editorship of M. A. Fedin], Moscow, 1988, 121 p. (In Russian)
6. Merezko A.F., Udachin R.A. Metodicheskie ukazaniya [Metoditcal instructions], St. Petersburg, VIR, 1999, 32 p. (In Russian)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПАРОВОГО СЕВООБОРОТА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ ЦЧЗ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Воронцов, Ю.П. Скорочкин, кандидаты сельскохозяйственных наук
E-mail: yskorochkin@mail.ru

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

Исследования проводили с целью изучения эффективности применения систем основной обработки почвы различной интенсивности в комплексе с оптимизацией средств химизации в зернопаровом севообороте в условиях северо-восточного региона ЦЧЗ. Работу выполняли в 2013-2020 гг. в стационарном полевом опыте на типичном тяжёлосуглинистом чернозёме в Тамбовской области. Схема опыта включала следующие варианты систем основной обработки почвы: традиционную отвальную разнотравную (вспашку под сою на 25-27 см, озимую пшеницу и ячмень на 20-22 см), контроль; бессменную поверхностную (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота; бессменную безотвальную разнотравную под сою на 25-27 см, озимую пшеницу и ячмень на 20-22 см; комбинированную отвально-безотвальную с 25% вспашки под сою, 75% безотважной обработки под озимую пшеницу и ячмень; комбинированную отвально-поверхностную с 25% вспашки под сою, 75% поверхностной обработки под озимую пшеницу и ячмень. Три уровня минерального питания в севообороте: низкий $N_{20}P_{10}K_{10}$ кг д.в. удобрений на 1 га пашни, в том числе под озимую пшеницу N_{30} в подкормку весной, ячмень – $N_{30}P_{30}K_{30}$, под сою без удобрений; средний – $N_{33}P_{33}K_{33}$, в том числе под озимую пшеницу и сою по $N_{30}P_{30}K_{30}$, ячмень – $N_{40}P_{40}K_{40}$; высокий – $N_{60}P_{60}K_{60}$ под каждую культуру севооборота. Два уровня системы защиты растений: 1 – протравливание семян – фон; 2 – фон + пестициды по вегетации культур. Установлено, что лучшие условия по накоплению продуктивной влаги в почве складывались в технологиях на основе безотважной разнотравной и комбинированных систем обработки почвы. Ежегодное применение поверхностной обработки приводит к снижению весенних запасов продуктивной влаги в почве. Выявлено, что применение данной обработки почвы приводит к росту засорённости посевов культур севооборота по количеству сорняков в 1,8 раза, по массе сорного компонента в 1,2 раза по сравнению с традиционной отвальной системой обработки. Повышение уровня минерального питания сопровождается снижением уровня засорённости посевов. Системы основной обработки почвы существенно не влияют на продуктивность зернопарового севооборота. Выяснено, что применение ежегодной поверхностной обработки приводит к снижению продуктивности севооборота на 0,13 т/га зерновых единиц. Наибольшую продуктивность севооборота, независимо от системы обработки почвы, обеспечивает комплексное применение средств защиты растений и высокого уровня минерального питания. Использование этого приёма повышало выход зерновых единиц с 1 га пашни севооборота на 0,21-0,29 т или 7,5-10,7%. В технологических комплексах возделывания полевых культур в зернопаровом севообороте, наряду с традиционной отвальной системой обработки, эффективно применение комбинированных систем обработки почвы в комплексе с удобрениями и средствами защиты растений.

Ключевые слова: севооборот, способ обработки почвы, уровень химизации, влажность, засорённость, урожайность, продуктивность.

Для цитирования: Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность зернопарового севооборота в северо-восточном регионе ЦЧЗ в зависимости от агротехнологий.

PRODUCTIVITY OF GRAIN-FALLOW CROP ROTATION IN THE NORTH-EASTERN REGION OF THE CENTRAL CHERNOZEM ZONE DEPENDING ON AGRICULTURAL TECHNOLOGIES

V.A. Vorontsov, Yu.P. Skorochkin

E-mail: yskorochkin@mail.ru

TAMBOV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE - BRANCH OF THE
I.V. MICHURIN FEDERAL RESEARCH CENTER

Abstract: The research was carried out in order to study the effectiveness of the use of basic tillage systems of various intensities in combination with the optimization of chemicalization means in the grain-fallow crop rotation in the conditions of the north-eastern region of the Central Chernozem Zone. The work was carried out in 2013-2020 in a stationary field experiment on a typical heavy loamy chernozem in the Tambov region. The scheme of the experiment included the following variants of the basic tillage systems: traditional multi-depth dump (plowing for soybeans by 25-27 cm, winter wheat and barley by 20-22 cm), control; permanent surface (disking by 10-12 cm) for all crops of crop rotation; permanent non-fallow multi-depth for soybeans by 25-27 cm, winter wheat and barley by 20-22 cm; combined dump-free with 25% plowing for soybeans, 75% non-fall processing for winter wheat and barley; combined dump-surface with 25% plowing for soybeans, 75% surface treatment for winter wheat and barley. Three levels of mineral nutrition in the crop rotation: low $N_{20}P_{10}K_{10}$ kg of fertilizers per 1 ha of arable land, including winter wheat N_{30} in spring feeding, barley - $N_{30}P_{30}K_{30}$, for soybeans without fertilizers; medium – $N_{33}P_{33}K_{33}$, including winter wheat and soybeans according to $N_{30}P_{30}K_{30}$, barley – $N_{40}P_{40}K_{40}$; high – $N_{60}P_{60}K_{60}$ for each crop rotation. Two levels of the plant protection system: 1 - seed treatment - background; 2 - background + pesticides for the vegetation of crops. It was found that the best conditions for the accumulation of productive moisture in the soil were formed in technologies based on non-dump multi-depth and combined tillage systems. The annual application of surface treatment leads to a decrease in spring reserves of productive moisture in the soil. It was revealed that the use of this tillage leads to an increase in the contamination of crop rotation crops by the number of weeds by 1.8 times, by the mass of the weed component by 1.2 times compared with the traditional dump processing system. Increasing the level of mineral nutrition is accompanied by a decrease in the level of contamination of crops. The systems of basic tillage do not significantly affect the productivity of the grain-fallow crop rotation. It was found out that the use of annual surface treatment leads to a decrease in crop rotation productivity by 0.13 t/ha of grain units. The greatest productivity of crop rotation, regardless of the tillage system, is ensured by the integrated use of plant protection products and a high level of mineral nutrition. The use of this technique increased the yield of grain units from 1 ha of arable crop rotation by 0.21-0.29 tons or 7.5-10.7%. In technological complexes of cultivation of field crops in the grain-fallow crop rotation, along with the traditional dump processing system, the use of combined tillage systems in combination with fertilizers and plant protection products is effective.

Keywords: crop rotation, method of tillage, level of chemicalization, humidity, contamination, yield, productivity.

Введение

Для формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур, повышения продуктивности пашни в севооборотах, сохранения и воспроизводства почв необходимо применение научно-обоснованных агротехнологий. Основополагающие факторы агротехнологий – системы обработки почвы и средства химизации, соответствующие конкретным почвенно-климатическим условиям и требованиям возделываемых культур [1, 2,

3]. Из агротехнических приёмов в технологиях возделывания культур важное значение имеет основная обработка почвы, которая существенно влияет на агрофизические свойства, питательный режим, фитосанитарное состояние агроценозов и на их продуктивность [4, 5, 6]. От системы основной обработки почвы зависит не только урожайность возделываемых культур, но и энергозатраты и рентабельность производимой продукции [7, 8, 9]. В последние годы в земледелии всё большее внимание уделяют вопросам снижения затрат на обработку почвы. Многочисленными исследованиями доказано, что чернозёмные почвы обладают устойчивым сложением, т. е. «равновесная» плотность незначительно изменяется во времени, что является основанием для применения в агротехнологиях минимизации приёмов обработки почвы [10, 11]. Экспериментальные данные, полученные в стационарных полевых опытах, отличаются наиболее высокой точностью и объективностью. В таких опытах в течение длительного времени аккумулируется взаимодействие технологических приёмов с почвенно-климатическими факторами, что позволяет решать проблемы земледелия в конкретных условиях [12].

Цель исследований – изучить эффективность применения систем основной обработки почвы различной интенсивности в комплексе с оптимизацией применения средств химизации в зернопаровом севообороте (чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень) на типичном тяжёлосуглинистом чернозёме в условиях северо-восточного региона ЦЧЗ.

Материалы и методы

Исследования проводили на опытном поле Тамбовского НИИСХ в 2013-2020 гг. в длительном (с 1989 г.) стационарном полевом опыте в четырехпольном зернопаровом севообороте (чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень). Изучали следующие системы обработки почвы: традиционная отвальная разнотравная – вспашка под озимую пшеницу и ячмень на глубину 20-22 см, под сою – на 25-27 см плугом ПЛН-5-35 (контроль); бессменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота дисковым БДМ 3/4п; бессменная безотвальная разнотравная под озимую пшеницу и ячмень на глубину 20-22 см, под сою – на 25-27 см плугом ПЛН-5-35 без отвалов; комбинированная отвальнобезотвальная (25% вспашка под сою, 75% безотвальная под зерновые культуры); комбинированная отвально-поверхностная (25% вспашка под сою, 75% поверхностная обработка). Повторность опыта трёхкратная. Размещение делянок в опыте систематическое (последовательное). Схема опыта построена методом расщеплённых делянок. Делянки первого порядка (обработка почвы) 364 м² (52 м х 7 м), делянки второго порядка (удобрения) 119 м² (17 м х 7 м). Делянки третьего порядка (пестициды) 59,5 м² (8,5 х 7 м), учётная 25 м². Технологии возделывания культур севооборота (за исключением изучаемых приёмов и систем основной обработки почвы) – общепринятые для ЦЧЗ. При возделывании полевых культур использовали три уровня минерального питания в севообороте: 1) низкий уровень соответствовал N₂₀P₁₀K₁₀ кг д. в. удобрений на 1 га пашни, в том числе под озимую пшеницу N₃₀ (аммиачная селитра) в подкормку весной при возобновлении вегетации, ячмень N₃₀P₃₀K₃₀, под сою – без удобрений; 2) средний уровень – N₃₃P₃₃K₃₃, в том числе под озимую пшеницу и сою по N₃₀P₃₀K₃₀, ячмень – N₄₀P₄₀K₄₀; 3) высокий уровень – N₆₀P₆₀K₆₀ под каждую культуру севооборота. Защита растений культур севооборота состояла из двух уровней: 1) протравливание семян – фон, 2) фон + гербициды, фунгициды и инсектициды по вегетации культур. Использовали высокоэффективные химические средства защиты растений, зарегистрированные в России. Исследования проводили согласно общепринятым методикам и ГОСТам. Учёт урожая проводили методом сплошной уборки делянок селекционным малогабаритным комбайном Сампо-500. Урожайность зерна приводили к 100% – ной чистоте и 14% влажности по ГОСТ 13586.5-93. Статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13].

Почва опытного участка – чернозём типичный мощный тяжёлосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 7,2%, с высокой обеспеченностью подвижными формами элементов минерального питания (азота, фосфора и калия).

Климат региона – умеренно-континентальный. По многолетним данным (90 лет) за вегетационный период (май – август) выпадает 234 мм осадков, среднесуточная температура воздуха составляет 15,4°C, при значении ГТК по Селянинову – 1,2. Годы исследований (2013-2020) отличались по теплообеспеченности и количеству осадков в период вегетации (май – август). Так, сумма осадков в 2013, 2015, 2016, 2017 гг. составила 252,9, 307,3, 407,5 и 424 мм, среднесуточная температура воздуха – 18,4, 15,9, 17,0, 14,4°C, ГТК – 1,1; 1,6; 2,0; 2,4, соответственно. Вегетационные периоды 2014, 2018, 2019 и 2020 гг. отличались от среднемноголетних показателей большим недобором осадков и повышенным температурным режимом воздуха – сумма осадков в эти годы составила 91,9%, 31,2%, 58,3%, 20,9% от нормы, соответственно, среднесуточная температура воздуха была выше на 2,1°, 1,4°, 1,0° и 1,6°C нормы, а величина ГТК составила – 0,7, 0,3, 0,6 и 0,2.

Результаты исследований

Исследования показали, что изучаемые системы основной обработки в комплексе с различным уровнем насыщенности средствами химизации в севообороте оказывали неоднозначное влияние на влагообеспеченность почвы, фитосанитарное состояние посевов полевых культур и в конечном итоге на их продуктивность. В накоплении влаги большая роль принадлежит системе обработки почвы. Результаты исследований показали, что перед посевом озимой пшеницы наибольшее содержание продуктивной влаги как в пахотном (0-30 см) слое, так и метровом слое почвы, по отношению к контролю, отмечено в варианте с комбинированной отвально-безотвальной системой обработки с безотвальной обработкой под озимую пшеницу – 56,1 мм в пахотном и 180,1 мм метровом слое почвы (табл. 1), что на 10,5 и 19,5 мм больше контроля с вспашкой. Другие варианты основной обработки почвы, по этому показателю, занимали промежуточное положение. Во втором поле севооборота (соя) преимущество по весенним влагозапасам имел вариант с комбинированной отвально-поверхностной системой обработки почвы, где под сою проводили вспашку – 64,5 мм в пахотном слое и 207,7 мм метровом слое почвы (против 60,5 и 198,7 мм) на контроле.

Самый низкий запас продуктивной влаги отмечен на варианте с поверхностной обработкой (дискование на 10-12 см), 55,0 мм в пахотном слое и 184,2 мм в метровом слое, что меньше контроля на 5,5 и 14,5 мм, соответственно.

В последнем поле севооборота (ячмень) небольшое преимущество по весенним запасам продуктивной влаги имели варианты с бессменной безотвальной разноглубинной и комбинированной отвально-поверхностной системами обработки почвы в севообороте, где под ячмень проводили безотвальную и поверхностную (дискование на 10-12 см) обработки – 66,2 и 64,2 мм в пахотном слое и 202,0 и 210,0 мм в метровом слое почвы (против 52,3 мм и 195,3 мм на контроле с традиционной отвальной разноглубинной системой обработки).

Наблюдения за засорённостью посевов культур севооборота свидетельствуют о неоднозначности влияния на этот показатель технологических приёмов возделывания (табл. 2). Так, с уменьшением интенсивности обработки почвы засорённость агрофитоценозов озимой пшеницы и ячменя в севообороте возрастает. Например, если количество сорных растений перед уборкой озимой пшеницы по вспашке чёрного пара составляла 14 шт/м², то на фоне поверхностной и безотвальной обработок возрастало до 31-32 шт/м² или засорённость увеличилась в 2,2-2,3 раза. Замена вспашки на поверхностную обработку при подготовке почвы под ячмень увеличивала засорённость в 1,6-2,5 раза. Такая закономерность прослеживается и по массе сорного компонента.

В то же время замена вспашки под сою на поверхностную и безотвальную обработки существенно не сказались на засорённость посевов этой культуры. При этом отмечалась тенденция снижения, как количества сорняков, так и массы сорных растений, к уборке сои, на варианте с поверхностной и безотвальной обработкой по отношению к вспашке, которая составила 23,0% и 11,5% по количеству и 17,6 и 22,6% по массе сорного компонента. В целом по севообороту наиболее высокая засорённость агрофитоценозов возделываемых культур отмечалась на варианте с бессменной поверхностной системы основной обработки почвы, превышающая контроль по количеству сорняков в 1,8 раза, по массе – в 1,2 раза. По

другим вариантам засорённость посевов была на уровне варианта с традиционной отвальной системой обработки почвы.

Таблица 1

Содержание продуктивной влаги в почве в зависимости от поля севооборота и основной обработки, мм, среднее за 2013-2020 гг.

Поле севооборота	Система основной обработки почвы в севообороте	Перед посевом культур	
		Слой почвы, см	
		0-30	0-100
Озимая пшеница	Традиционная отвальная разнотравная, под пшеницу на 20-22 см (контроль)	45,6	160,7
	Бессменная поверхностная (дискование под все культуры севооборота)	47,1	163,8
	Бессменная безотвальная разнотравная, под пшеницу на 20-22 см	54,3	172,0
	Комбинированная (отвально-безотвальная), под пшеницу безотвальная на 20-22 см	56,1	180,2
	Комбинированная (отвально-поверхностная), под пшеницу дискование на 10-12 см	53,9	177,6
Соя	Традиционная отвальная разнотравная, под сою на 25-27 см (контроль)	60,5	198,7
	Бессменная поверхностная (дискование под все культуры севооборота)	55,0	184,2
	Бессменная безотвальная разнотравная, под сою на 25-27 см	62,3	200,3
	Комбинированная (отвально-безотвальная), под сою вспашка на 25-27 см	63,2	198,0
	Комбинированная (отвально-поверхностная), под сою вспашка на 25-27 см	64,5	207,7
Ячмень	Традиционная отвальная разнотравная, под ячмень на 20-22 см (контроль)	52,3	195,3
	Бессменная поверхностная (дискование под все культуры севооборота)	55,2	187,7
	Бессменная безотвальная разнотравная, под ячмень на 20-22 см	66,2	202,0
	Комбинированная (отвально-безотвальная), под ячмень безотвальная на 20-22 см	62,0	195,4
	Комбинированная (отвально-поверхностная), под пшеницу дискование на 10-12 см	64,2	210,0

Повышение уровня минерального питания с низкого $N_{20}P_{10}K_{10}$ до высокого $N_{60}P_{60}K_{60}$ сопровождалось снижением засорённости агрофитоценозов. Так, например, на варианте с бессменной поверхностной системой обработки почвы без применения гербицидов, на фоне высокого уровня минерального питания, засорённость посевов снизилась по количеству в 1,7 раза, по массе в 1,4 раза, по отношению к низкому уровню. Такая закономерность прослеживалась и по другим вариантам опыта.

Обработка посевов культур севооборота гербицидами способствовала уменьшению засорённости по количеству сорных растений, в среднем по опыту, на 55,3%, по массе сорного компонента – на 59,5%, по сравнению с контролем (без гербицидов). Следует отметить, что даже с применением гербицидов, засорённость посевов агрофитоценозов остаётся более высокой на варианте с поверхностной и комбинированными системами обработки почвы, по отношению к традиционной отвальной системе обработки.

Независимо от систем основной обработки почвы и вариантов химизации, по мере удаления культур от пара засорённость посевов в севообороте возрастает. В фитоценозах озимой пшеницы и сои, размещаемых по пару, соответственно первой и второй культурой во всех вариантах опыта засорённость можно характеризовать, как слабую. В последнем поле севооборота (ячмень) на фоне вспашки, безотвальной и безотвальной при комбинированной отвально-безотвальной системе обработки, степень засорённости становится средней; на фоне бессменной поверхностной и поверхностной при комбинированной отвально-поверхностной системе обработки почвы – сильной. При использовании гербицидов, степень засорённости в этих вариантах, становится средней и слабой.

Результаты наших исследований показали, что способы основной обработки почвы по-разному влияли на урожайность культур севооборота (табл. 3). Так, различные способы обработки чёрного пара существенно не влияют на урожайность озимой пшеницы – различия по вариантам опыта не превышали 0,11 т/га и находились в пределах ошибки опыта. При этом наиболее высокий показатель урожайности обеспечила поверхностная обработка при комбинированной отвально-поверхностной системе в севообороте – 4,91 т/га, при урожайности на контроле (вспашка) – 4,85 т/га.

Замена вспашки под сою на обработки без оборота пласта (поверхностную и безотвальную) привела к снижению продуктивности этой культуры на 0,09 и 0,08 т/га (при НСР₀₅ = 0,07 т/га). Наибольшая урожайность сои получена на варианте с вспашкой при комбинированной отвально-поверхностной системе обработки почвы – 1,54 т/га.

Из культур севооборота наиболее сильно реагировал на способы основной обработки почвы ячмень. Обработки почвы без оборота пласта (поверхностная и безотвальная) снизили урожайность этой культуры на 0,44 и 0,18 т/га при урожайности по вспашке – 3,36 т/га. В то же время на фоне комбинированных отвально-безотвальной и отвально-поверхностной систем обработки почвы, где под ячмень проводили поверхностную и безотвальную обработки получена урожайность на уровне вспашки 3,27 и 3,30 т/га, различия с вспашкой не превышали 0,09 и 0,06 т/га и находились в пределах ошибки опыта.

Наибольшую прибавку урожайности культур, независимо от способа обработки почвы, обеспечивало комплексное применение средств защиты растений и удобрений. При этом наибольшая урожайность всех культур была сформирована в технологиях с высоким уровнем минерального питания в комплексе с средствами защиты растений. В целом, способ основной обработки почвы не оказывает значительного влияния на выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади. Средние показатели по фонам основной обработки почвы составили: по бессменной поверхностной (дискование на 10-12 см) – 2,36; по бессменной безотвальной – 2,41; по комбинированной отвально-безотвальной и отвально-поверхностной – 2,43 и 2,50 т/га зерновых единиц, соответственно, то есть по отношению к контрольному варианту (традиционная отвальная разнотравная система обработки) колебания продуктивности не превышали 2,4-5,2%.

При этом, на варианте с комбинированной отвально-поверхностной системой обработки почвы отмечена тенденция к повышению продуктивности севооборота по сравнению с контрольным вариантом (2,50 т/га при 2,49 т/га на контроле). Самый низкий выход зерновых единиц с 1 га пашни в севообороте наблюдался на фоне применения в технологиях бессменной поверхностной системы обработки почвы 2,31 т/га, что меньше контрольного варианта на 0,13 т/га. В большей степени на продуктивность севооборота влияли средства химизации. Наибольший выход зерновых единиц с 1 га пашни отмечен на фоне высокого уровня минерального питания N₆₀P₆₀K₆₀ в сочетании с полным комплексом средств защиты растений, который по вариантам опыта варьировал в пределах 2,70-2,79 т/га. Прибавка по сравнению с низким уровнем минерального питания N₂₀P₁₀K₁₀ по вариантам опыта составила 0,21-0,29 т/га зерновых единиц. Применение в технологиях возделывания культур в севообороте комплексных мер защиты растений (протравливание семян + пестициды по вегетации культур) обеспечили прибавку продуктивности севооборота, в среднем по вариантам опыта, в размере 0,34 т/га зерн. ед., по сравнению с вариантами без комплексных средств защиты (протравливание семян).

Таблица. 2

Засорённость посевов культур в севообороте в зависимости от основной обработки почвы и уровня химизации, среднее за 2013-2020 гг.

Основная обработка почвы в севообороте	Уровень минерального питания, кг/га д.в. удобрений	Система защиты растений	Озимая пшеница		Соя		Ячмень		Среднее по севообороту	
			шт/м ²	воздушно сухая масса г/м ²	шт/м ²	воздушно сухая масса г/м ²	шт/м ²	воздушно сухая масса г/м ²	шт/м ²	воздушно сухая масса г/м ²
Традиционная отвальная разноглубинная (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	15	14,2	41	75,6	37	11,5	31	33,8
		2*	6	3,8	10	30,3	17	5,7	11	13,3
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	20	23,6	45	91,6	60	22,9	42	46,0
		2	9	7,9	15	32,2	19	3,9	14	14,7
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	14	21,2	36	104,2	66	21,9	39	49,1
		2	10	15,5	10	38,4	27	8,5	16	20,8
Среднее по варианту обработки			12	14,4	26	62,0	38	12,4	25	29,6
Бессменная поверхностная (дискование на 10-12 см)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	20	23,8	27	78,1	84	31,0	44	44,3
		2	13	9,8	9	25,4	33	12,0	18	15,7
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	17	22,4	31	55,1	145	45,5	64	41,0
		2	12	14,9	13	21,0	55	18,3	27	18,1
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	33	31,8	30	97,4	168	59,3	77	62,8
		2	14	13,0	12	28,4	78	28,6	35	23,3
Среднее по варианту обработки			18	19,3	20	51,0	94	32,4	44	34,2
Бессменная безотвальная разноглубинная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	32	25,8	36	81,0	52	13,6	40	40,1
		2	19	10,8	16	36,7	26	10,2	20	19,2
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	39	33,0	38	61,7	60	24,2	46	32,3
		2	7	14,4	12	24,0	22	10,0	14	16,1
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	58	35,7	28	62,3	76	33,2	54	43,7
		2	30	19,6	10	22,4	49	16,6	30	19,5
Среднее по варианту обработки			32	23,2	23	48,0	47	18,0	34	29,7
Комбинированная (отвально-безотвальная)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	43	32,3	29	84,8	52	17,8	41	45,0
		2	11	11,8	15	17,7	31	11,2	19	13,6
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	27	28,0	16	53,5	69	23,7	37	35,1
		2	13	16,5	8	23,2	33	10,1	18	16,6
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	23	30,3	29	84,2	69	38,8	40	51,1
		2	16	19,4	10	27,8	34	11,1	20	19,4
Среднее по варианту обработки			22	23,0	18	48,5	48	18,8	29	30,1
Комбинированная (отвально-поверхностная)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	20	31,2	23	82,6	54	25,8	32	46,5
		2	10	8,4	13	33,0	20	7,9	14	16,4
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	40	33,6	24	44,2	86	27,5	50	35,1
		2	30	21,1	10	22,5	41	13,1	27	18,9
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	67	30,4	29	49,6	123	49,3	73	43,1
		2	17	20,2	8	15,0	49	17,3	25	17,5
Среднее по варианту обработки			31	20,7	18	41,1	62	23,5	37	28,4

Примечание: 1* – протравливание семян – фон; 2** – фон + пестициды по вегетации культур

Таблица 3

Влияние приёмов основной обработки почвы и вариантов химизации на урожайность культур в зернопаровом севообороте, т/га (2013-2020 гг.)

культуры в севообороте с озимой пшеницей, т/га (2015-2020 гг.)						
Основная обработка почвы (фактор А)	Уровень мин. питания, кг/га д.в. удоб. (фактор В)	Защита растений (фактор С)	Озимая пшеница	Соя	Ячмень	Выход продукции с 1 га пашни, т. зерн. единиц
Традиционная разноглубинная (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	4,66	1,35	3,28	2,38
		2**	5,21	1,71	3,94	2,79
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	4,65	1,36	3,18	2,35
		2	5,18	1,61	3,58	2,66
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	4,24	1,37	2,92	2,19
		2	5,18	1,61	3,24	2,58
Среднее по варианту обработки почвы			4,85	1,50	3,36	2,49
Бессменная поверхностная (дискование на 10-12 см)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	4,61	1,26	3,20	2,32
		2	5,12	1,69	3,70	2,70
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	4,60	1,25	2,83	2,22
		2	5,09	1,51	3,25	2,53
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	4,77	1,23	2,59	2,20
		2	5,03	1,51	2,98	2,44
Среднее по варианту обработки почвы			4,87	1,41	2,92	2,36
Бессменная безотвальная разноглубинная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	4,67	1,23	3,07	2,29
		2	5,12	1,70	3,76	2,72
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	4,57	1,25	2,89	2,23
		2	4,92	1,56	3,52	2,57
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	4,58	1,28	2,72	2,20
		2	4,94	1,53	3,17	2,47
Среднее по варианту обработки почвы			4,80	1,42	3,18	2,41
Комбинированная овально- безотвальная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	4,69	1,31	3,26	2,37
		2	5,19	1,71	3,95	2,78
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	4,57	1,33	2,97	2,27
		2	4,98	1,58	3,50	2,58
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	4,68	1,27	2,75	2,23
		2	5,05	1,53	3,20	2,51
Среднее по варианту обработки почвы			4,86	1,46	3,27	2,43
Комбинированная отвально- поверхностная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	4,64	1,40	3,30	2,39
		2	5,14	1,82	3,90	2,79
	N ₃₃ P ₃₃ K ₃₃	1	4,68	1,41	2,83	2,29
		2	5,16	1,64	3,63	2,68
	N ₂₀ P ₁₀ K ₁₀	1	4,74	1,33	2,85	2,29
		2	5,08	1,65	3,28	2,57
Среднее по варианту обработки почвы			4,91	1,54	3,30	2,50
НСР ₀₅ т/га	для фактора А		0,19	0,07	0,13	
	для фактора В		0,21	0,12	0,11	
	Для фактора С		0,27	0,05	0,12	

Примечание: 1* – протравливание семян – фон;

2** – фон + пестициды по вегетации культур

Заключение

Таким образом, по результатам исследований установлено, что, на чернозёме типичном северо-восточного региона Центрального Черноземья лучшие условия для накопления влаги в зернопаровом севообороте создаются в технологиях на основе безотвальной разнотравной и комбинированных отвально-безотвальной и отвально-поверхностной систем основной обработки почвы. Бессменная поверхностная система обработки (дискование на 10-12 см) приводит к снижению весенних запасов продуктивной влаги.

Длительное ежегодное применение в севообороте поверхностной системы обработки почвы приводит к росту засорённости культур в сравнении со вспашкой. Комбинированные системы обработки почвы отвально-безотвальные и отвально-поверхностные, а также отвальная разнотравная обработка снижают нарастание засорённости посевов, по сравнению с поверхностной обработкой.

Повышение уровня минерального питания сопровождается снижением в посевах количества сорняков и массы сорного компонента.

Применение в технологиях комбинированной отвально-поверхностной системы обработки почвы способствовало формированию продуктивности севооборота на уровне традиционной отвальной разнотравной обработки. Ежегодное применение поверхностной системы обработки (дискование на 10-12 см) ведёт к снижению продуктивности севооборота, в сравнении с ежегодной вспашкой, на 0,13 т/га зерновых единиц.

Влияние бессменной безотвальной разнотравной и комбинированной отвально-безотвальной систем обработки почвы на продуктивность севооборота не существенное – различия по отношению к традиционной отвальной системе обработки в сторону снижения составили всего 2,4-3,2%.

Повышение уровня минерального питания в технологиях с $N_{20}P_{10}K_{10}$ до $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличивает продуктивность севооборота на 7,5-10,7%. Комплексное применение средств защиты растений повышает продуктивность севооборота на 13,0%.

Полученные результаты свидетельствуют, что в зернопаровом севообороте наряду с традиционной отвальной разнотравной системой основной обработки почвы эффективны технологические комплексы возделывания культур на основе комбинированных систем обработки, где чередуются вспашка с безотвальными и поверхностными обработками в комплексе с удобрениями и средствами защиты растений.

Литература

1. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Обобщённая оценка дифференциации систем основной обработки почвы под культуры севооборота. // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 8. – С. 28-30.
2. Кислов А.В., Глинушкин А.П., Кашеев А.В. Агроэкономические основы повышения устойчивости земледелия в степной зоне. //Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 7. – С. 9-13.
3. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия. //Земледелие. – 2018. № 2. – С. 3-6.
4. Кирюшин В.И. Проблемы минимализации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследования. //Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3-6.
5. Кузыченко Ю.А. Системы обработки почвы в пропашном звене севооборота в зоне Центрального Предкавказья. //Вестник Казанского государственного университета. – 2020. – Т. 15. – № 2 (58). – С. 25-28.
6. Гармашов В.М. Принципы и методы оптимизации основной обработки почвы и воспроизводства плодородия чернозёма обыкновенного в зернопропашных севооборотах ЦЧР: дис. ... д-ра с.-х. наук. Каменная степь, – 2018. – 511 с.
7. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Экономические элементы минимизации основной обработки почвы. //Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 18-20.
8. Турусов В.И., Гармашов В.М., Дронова Н.В. Эффективность систем обработки почвы и средств интенсификации при возделывании озимой пшеницы в условиях ЦЧЗ. //Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 7. – С. 68-70.
9. Сабитов М.М., Шарипова Р.Б. Эффективность способов обработки почвы и средств химизации в зернопаровом севообороте. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 10. – С.31-34.
10. Кузина Е.В. Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и агрофизические свойства чернозёма выщелоченного. // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 3. – С. 35-41.

11. Концепция технологии основной обработки чернозёмных почв на основе энерго- и ресурсосберегающих приёмов в северо-восточном регионе Центрального Черноземья. (сост. В.А. Воронцов, ФАНО, ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». – Тамбов: Принт Сервис, – 2018. – 74 с.
12. Лошаков В.Г. Значение научно-агрономического наследия Д.Н. Прянишникова в развитии земледелия Нечернозёмной зоны. //Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 17-21.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.

References

1. Kuzychenko Yu.A., Kulintsev V.V., Kobozev A.K. Obobshchennaya otsenka differentsiatsii 108system osnovnoi obrabotki pochvy pod kul'tury sevooborota [Generalized assessment of the differentiation of the system of basic tillage for crop rotation]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK- Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 2017, v. 31, no. 8, pp. 28-30. (In Russian)
2. Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kashcheev A.V. Agroekonomicheskie osnovy povysheniya ustoichivosti zemledeliya v stepnoi zone [Agro-economic foundations for increasing the sustainability of agriculture in the steppe zone]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*, 2018, v.32, no. 7, pp. 9-13. (In Russian)
3. Baibekov R.F. Prirodopodobnye tekhnologii osnova stabil'nogo razvitiya zemledeliya [Nature-like technologies are the basis for sustainable development of agriculture]. *Zemledelie*, 2018, no. 2, pp. 3-6. (In Russian)
4. Kiryushin V.I. Problemy minimalizatsii obrabotki pochvy: perspektivy razvitiya I zadachi issledovaniya [Problems of soil tillage minimization: development prospects and research objectives]. *Zemledelie*, 2013, no. 7, pp. 3-6. (In Russian)
5. Kuzychenko Yu.A. Sistemy obrabotki pochvy v propashnom zvене sevooborota v zone Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [Soil cultivation systems in a row crop rotation in the zone of the Central Ciscaucasia]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2020, v. 15, no. 2 (58), pp. 25-28. (In Russian)
6. Garmashov V.M. Printsipy I metody optimizatsii osnovnoi obrabotki pochvy I vosproizvodstva plodorodiya chernozema obyknovennogo v zernopropashnykh sevooborotakh TsChR [Principles and methods for optimizing the main tillage and reproduction of the fertility of ordinary chernozem in grain-rowed crop rotations of the Central Chernozem Region]: Doct. Diss. (Agric.). Kamennaya step', 2018, 511 p. (In Russian)
7. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Iodko L.N. Ekonomicheskie 108system108 minimizatsii osnovnoi obrabotki pochvy [Economic Elements of Minimizing Primary Tillage]. *Zemledelie*, 2006, no. 4, pp. 18-20. (In Russian)
8. Turusov V.I., Garmashov V.M., Dronova N.V. Effektivnost' 108system obrabotki pochvy I sredstv intensifikatsii pri vozdeleyvanii ozimoi pshenitsy v usloviyakh TsChZ [Efficiency of tillage systems and means of intensification in the cultivation of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Zone]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*. 2015, v. 29, no. 7, pp. 68-70. (In Russian)
9. Sabitov M.M., Sharipova R.B. Effektivnost' sposobov obrabotki pochvy I sredstv khimizatsii v zernoparovom sevooborote [Efficiency of soil tillage methods and chemicalization means in grain-fallow crop rotation]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*, 2015, v. 29, no. 10, pp.31-34. (In Russian)
10. Kuzina E.V. Vliyanie osnovnoi obrabotki pochvy na zapasy produktivnoi vlagi I agrofizicheskie svoystva chernozema vyshchelochennogo [Influence of the main tillage on the reserves of productive moisture and agrophysical properties of leached chernozem]. *Permskii agrarnyi vestnik*, 2016, no. 3, pp. 35-41. (In Russian)
11. Vorontsov V.A. ed. Kontseptsiya tekhnologii osnovnoi obrabotki chernozemnykh pochv na osnove energo- I resursosberegayushchikh priemov v severo-vostochnom regione Tsentral'nogo Chernozem'ya [The concept of technology for the main cultivation of chernozem soils based on energy and resource-saving methods in the northeastern region of the Central Chernozem region]. FANO, FGBNU «FNTs im. I.V. Michurina». Tambov: Print Servis, 2018, 74 p. (In Russian)
12. Loshakov V.G. Znachenie nauchno-agronomicheskogo naslediya D.N. Pryanishnikova v razvitii zemledeliya nechernozemnoi zony [The significance of the scientific and agronomic heritage of D.N. Pryanishnikov in the development of agriculture in the non-chernozem zone]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*, 2015, v. 29, no. 11, pp. 17-21. (In Russian)
13. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experience], the 5th ed., revised. Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p. (In Russian)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ

С.А. Коваленко, ORCID ID: 0000-0003-0726-7499, E-mail: sa_kovalenko_83@mail.ru

В.П. Кадушкина, ORCID ID: 0000-0001-6363-9352, E-mail: kadushkina1964@mail.ru

О.В. Бирюкова, ORCID ID: 0000-0001-8155-5371, E-mail: biryukova.22@bk.ru

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

Исследования проводили с целью выявить закономерности изменчивости физических и химических свойств зерна сортов и линий яровой твердой пшеницы в разные по погодным условиям годы. Приведены данные по качеству зерна яровой твердой пшеницы в питомнике конкурсного сортоиспытания за 2018-2021 гг. В качестве предшественника использовали зернобобовые. В результате исследований выявлено, что физические свойства зерна (крупность, выполненность, стекловидность, натура, которые влияют на количество и качество крупки) наряду с генотипическими особенностями находятся в зависимости от условий вегетации. По массе 1000 зерен высокие значения отмечены в жарком 2021 г. – 35,8 г (с колебаниями по сортам от 32,1 г у сортообразца 4783/15 до 38,5 г у стандарта Донская элегия и линии 4804/18). Наименее существенные различия наблюдали при изучении стекловидности и натуры зерна. Межсортовая изменчивость по годам была незначительной: по стекловидности – $V=2,62-7,51\%$, по натуре – $V=1,47-2,91\%$ с отклонением от средней в ту или иную сторону. Показано, что содержание белка в зерне, который в большей степени влияет на качество макаронных изделий (прочность, разваримость, сухой остаток) находится в строгой зависимости не только от условий вегетации, особенно от температурного режима в период налива и созревания ($r=+0,51$), но и от уровня урожайности ($r=-0,44 - -0,62$). Высокое его содержание отмечено в 2020 г. – 16,4% с варьированием от 15,8 до 17,0%. Содержание клейковины в зерне по всем образцам отвечало требованиям ГОСТа Р.52554-2006 на твердую пшеницу. Наибольшее его значение отмечено так же в 2020 г. – 35,9% (32,4-37,6). По числу падения малой вариабельностью отличился 2021 год – 6,26%. Результаты всесторонней оценки качества зерна в зависимости от условий вегетации позволяют сделать заключение, что такие сорта и линии яровой твердой пшеницы, как Донская элегия, Вольнодонская и 4804/18 характеризуются максимальной выраженностью всех признаков, отвечающих мировому уровню.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, селекция, сорт, вегетация, коэффициент вариации, качество зерна.

Для цитирования: Коваленко С.А., Кадушкина В.П., Бирюкова О.В. Изменчивость технологических свойств зерна твердой яровой пшеницы под влиянием условий вегетации. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):110-115. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-109-114

VARIABILITY IN TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF DURUM SPRING WHEAT GRAIN UNDER THE INFLUENCE OF VEGETATION CONDITIONS

S.A. Kovalenko ORCID ID: 0000-0003-0726-7499, E-mail: sa_kovalenko_83@mail.ru

V.P. Kadushkina ORCID ID: 0000-0001-6363-9352, E-mail: kadushkina1964@mail.ru

O.V. Biryukova ORCID ID: 0000-0001-8155-5371, E-mail: biryukova.22@bk.ru

FSBSI «FEDERAL ROSTOV AGRARIAN RESEARCH CENTER»

Abstract: The research was carried out in order to identify patterns of variability of physical and chemical properties of grain varieties and lines of spring durum wheat in different weather conditions years. Data on the quality of spring durum wheat grain in the nursery of competitive variety testing for 2018-2021 are presented. Legumes were used as a precursor. As a result of the research, it was revealed that the physical properties of grain (size, completeness, vitreousness, nature, which affect the quantity and quality of grains), along with genotypic features, depend on the conditions of vegetation. By weight of 1000 grains, high values were noted in the hot 2021 – 35.8 g (with fluctuations in grades from 32.1 g in the 4783/15 variety to 38.5 g in the Don Elegy standard and line 4804/18). The least significant differences were observed when studying the vitreousness and nature of the grain. The interport variability over the years was insignificant: in vitreousness - $V=2.62-7.51\%$, in nature - $V=1.47-2.91\%$ with a deviation from the average in one direction or another. It is shown that the protein content in the grain, which has a greater effect on the quality of pasta (strength, digestibility, dry residue), is strictly dependent not only on the growing season conditions, especially on the temperature regime during filling and ripening ($r=+0.51$), but also on the yield level ($r=-0.44 - -0.62$). Its high content was noted in 2020 – 16.4% with a variation from 15.8 to 17.0%. The gluten content in the grain in all samples met the requirements of GOST R.52554-2006 for durum wheat. Its greatest value was also noted in 2020 – 35.9% (32.4-37.6). In terms of the number of falls, 2021 was distinguished by a small variability – 6.26%. The results of a comprehensive assessment of grain quality, depending on the growing season conditions, allow us to conclude that such varieties and lines of spring durum wheat as Don Elegia, Volnodonskaya and 4804/18 are characterized by the maximum severity of all signs that meet the world level.

Keywords: spring durum wheat, breeding, variety, vegetation, coefficient of variation, grain quality.

Высокое качество продукции - важнейшее требование к сортам любой культуры, особенно к твердой яровой пшенице.

Зерно твердой пшеницы является особо ценным сырьем для производства высококачественных макаронных изделий, спагетти, круп, продуктов детского питания. Другие виды пшениц в этом отношении не конкурируют с ней. Однако не все сорта твердой пшеницы могут стабильно давать сырье высокого качества, так как помимо наследственности, его формирование во многом зависит от условий выращивания [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Современные сорта культуры очень часто формируют высокий урожай зерна с низкими продовольственными качествами, из-за чего его используют на фуражные и технические цели [5, 6, 7]. Эта тенденция в результате селекции только усиливается [8]. Поэтому очень важно выявлять ценные образцы для создания сортов, формирующих высокий, стабильный и качественный урожай зерна даже при неблагоприятных условиях среды [4, 5, 6].

Вопросы изменчивости признаков качества при нарастании аридности климата по культуре твердая яровая пшеница осязаны не в полной мере. В то же время эти сведения очень важны для выбора стратегии селекции, определения лимитов отбора.

Цель исследований - оценка изменчивости физических и химических свойств зерна сортов и линий яровой твердой пшеницы в разные по погодным условиям годы.

Материал и методы исследований

Изучение признаков качества проводили в 4-польном селекционном севообороте по 8 сортам и линиям яровой твердой пшеницы Донской селекции в конкурсном сортоиспытании – Донская элегия, Вольнодонская, Мелодия Дона, Донэла М, 4783/15, 4125/17, 4193/17, 4804/18. выращиваемых по предшественнику зернобобовые. Опытные делянки площадью 15,8 м² размещали в 4-х повторениях. Почвы опытного участка – южный среднemocный карбонатный слабовыщелочный чернозем с различной мощностью гумусового горизонта (32-51 см).

Анализ качественных показателей зерна осуществляли по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых,

крупяных и зернобобовых культур (1988)», по существующим ГОСТам. Чтобы представить изменчивость признаков в одинаковых единицах, использовали коэффициент вариации (V), рассчитанный по Б.А. Доспехову (1985 г.)

Погодные условия в годы исследований в период от колошения до полной спелости (по многолетним данным это III декада мая – II декада июля) существенно различались.

Для характеристики метеорологических условий за 2018-2021 гг. использовали данные метеопоста Тарасовское опытное поле. Основной лимитирующий фактор для формирования высокой урожайности яровой твердой пшеницы – ежегодный дефицит влаги. В 2018 и 2019 гг., несмотря на большое количество осадков (за вегетационный период их выпало 238 и 287,6 мм соответственно при среднемноголетней норме 199 мм), периоды вегетации были засушливыми, так как основная часть осадков пришлась на время уборки урожая, когда уже закончился процесс созревания зерна. ГТК за вегетационный период в 2018 и 2019 гг. составил соответственно (по классификации Селянинова высокая влагообеспеченность), но в критические для формирования колоса периоды (всходы – выход в трубку – колошение) он был очень низким (0,00...0,40), что негативно повлияло на урожайность зерна.

В 2020 г. растения испытывали острый недостаток влаги (48...76%) практически на протяжении всего вегетационного периода, и лишь в конце вегетации, когда процесс формирования зерновки уже закончился, выпало 73,5 мм осадков (среднемноголетнее – 55 мм). ГТК за вегетационный период составил 0,78, а в наиболее важные межфазные периоды (от всходов до колошения) всего 0,00...0,40. Это обстоятельство и оказало отрицательное влияние в формировании урожайности.

2021 год в целом был благоприятным для роста и развития яровой твердой пшеницы. В период от всходов и вплоть до молочной спелости метеоусловия способствовали хорошему развитию растений. ГТК за период вегетации яровой твердой пшеницы составил 1,18 (высокая влагообеспеченность). Растения при таких условиях хорошо кустились и заложили мощные генеративные органы. Но в июле месяце в период налива зерна температура воздуха превышала среднемноголетнюю на 5,6°C при недостатке влаги в этот период (выпало 27,6 мм при норме 59 мм).

Результаты и их обсуждение

В результате исследований выявлено, что физические свойства зерна (крупность, выполненность, стекловидность, натура, которые являются одними из основных и важных характеристик, которые влияют на количество и качество крупки) наряду с генетическими особенностями находятся в зависимости от условий вегетации (табл. 1).

Таблица 1

Количественная выраженность критериев по качеству зерна пшеницы твердой яровой (среднее по 8 сортам и линиям)

Признак качества	Показатели	Годы				Среднее за 4 года
		2018	2019	2020	2021	
Масса 1000 зерен, г	среднее	34,4	28,4	34,5	35,8	33,28
	пределы	31,8-37,4	25,8-31,4	32,8-36,2	32,1-38,5	30,6-35,9
	НСР05	2,1	3,2	2,4	3,6	2,83
	V	5,92	6,48	3,74	7,88	6,01
Стекловидность, %	среднее	82	97,6	90,6	90,	90,08
	пределы	78-85	93-100	84-97	76-96	82,8-94,5
	НСР05	9,7	8,9	7,3	11,3	9,3
	V	3,32	2,62	4,9	7,51	4,59
Натура зерна, г/л	среднее	748,1	758,1	461,9	811,9	695,00
	пределы	730-775	730-790	745-790	795-830	735-785
	НСР05	27,1	26,4	25,3	27,8	26,65
	V	2,17	2,91	2,13	1,47	2,17

Высокие значения массы 1000 зерен отмечены в жарком 2021 г. – 35,8 г (с колебаниями по сортам от 32,1 до 38,5 г); при ухудшении температурного режима в 2018 г. – 34,4 г (с варьированием от 31,8 до 37,4 г) и в 2020 г. – 34,5 г (с варьированием от 32,8 до 36,2 г). Самой низкой масса 1000 зерен была в 2019 г. – 28,4 г (с колебаниями по сортам от 25,8 до 31,4 г), что связано с избыточным увлажнением в предуборочный период зерна, наличием болезней. Изменчивость этого признака между сортами по годам была незначительной (от 3,74 в 2020 г. до 5,92% в 2018 г.). Это свидетельствует о том, что при выполненности зерна и по крупности ведется постоянная жесткая браковка на всех этапах селекционного процесса и данный признак является одним из критериев отбора.

Наименее существенные различия наблюдали при изучении стекловидности зерна. Межсортная изменчивость по годам была незначительной ($V=2,62-7,51\%$) с отклонением от средней в ту или иную сторону. Это свидетельствует о достаточно жестком отборе по данному признаку, который оказывается наиболее результативным на фоне лимитирующих факторов – в прохладные года с повышенным количеством осадков в период созревания и уборки.

Натура зерна также зависела от условий вегетации, но в меньшей степени, чем стекловидность. Разница между сортами по годам исследований была иногда значима: 2018 г. – 45 л/г; 2019 г. – 60 л/г; 2020 г. – 45 л/г; 2021 г. – 35 л/г, что выражается коэффициентом вариации в 1,47-2,91%. Высокие значения этого признака, соответствующие первому классу по ГОСТу, получены в 2019, 2020 и 2021 гг. – 790 (730-790), 790 (745-790) и 795-830 г/л соответственно, низкие – в 2018 г. с колебаниями по сортам от 730 у сортообразца 4125/17 до 775 г/л у сорта Вольнодонская.

Результаты наших исследований по содержанию белка в зерне, который в большей степени влияет на качество макаронных изделий (прочность, разваримость, сухой остаток), показывают, что оно находится в зависимости не только от условий вегетации, особенно температурного режима в период налива и созревания ($r=+0,51$), но и от уровня урожайности ($r=-0,44$ - $-0,62$). Высокое его содержание отмечено в 2020 г. – 16,4% с варьированием по сортам от 15,8 до 17,0%, 2018 г. – 15,0% (от 14,4 до 15,8%) и 2019 г. – 15,0% (от 13,7 до 16,5%), т.е. в годы с повышенным температурным режимом (табл. 2).

Таблица 2

Количественная выраженность технологических критериев качества зерна пшеницы твердой яровой (среднее по 8 сортам и линиям)

Признак качества	Показатели	Годы				Среднее за 4 года
		2018	2019	2020	2021	
Белок, %	среднее	15	15	16,4	12,7	14,78
	пределы	14,4-15,8	13,7-16,5	15,8-17,0	12,1-13,3	14-15,7
	НСР05	1,2	3,5	2,4	1,3	2,10
	V	3,34	7,73	2,55	3,53	4,29
Клейковина, %	среднее	33,5	33,4	35,9	18,3	30,28
	пределы	26,6-37,0	29,2-37,2	32,4-37,6	16,6-20,0	26,2-33,0
	НСР05	6,4	4,8	2,1	2,3	3,9
	V	10,56	8,95	4,89	5,94	7,59
Качество клейковины, ИДК е.п.	среднее	109,3	112,6	115,3	119,0	112,40
	пределы	96-120	106-120	112-118	118-120	105-119
	НСР05	10,2	8,7	6,6	5,2	8,5
	V	8,54	4,24	1,9	0,90	4,89
Число падения, сек	среднее	415,5	433,1	413,1	448,3	427,50
	пределы	327-488	248-507	275-535	409-500	315-508
	НСР05	98,3	108,9	112,2	51,9	92,8
	V	12,21	19,5	21,87	6,26	14,96

Самым низким количество белка было в 2021 г. – 12,7% (от 12,1-13,3%). Между сортами и линиями наблюдали незначительную дифференциацию ($V=1,61-3,53\%$), так как на повышенное содержание белка ведется постоянный отбор, начиная с селекционного питомника.

По содержанию клейковины в зерне межсортное варьирование по годам исследований было более значительным, чем по белку: 2018 г. – от 26,6 до 37,0%; 2019 г. – от 29,2 до 37,2%; 2020 г. – 32,4 до 37,6%; 2021 г. – от 16,6 до 20,0%, что выражается коэффициентами вариации от 4,89 (2020 г.) до 10,56 (2018 г.). В то же время в наших опытах содержание клейковины по всем образцам отвечало требованиям ГОСТа Р. 52554-2006 на твердую пшеницу.

В отличие от количества клейковины качество ее, определяемое на приборе ИДК-1 (характеризуют реологические свойства теста, особенно при производстве спагетти), у большинства сортов и линий оказалось низким: ИДК – 105 е.п. и выше, кроме сортообразца 4125/17 в 2018 г. – 96 е.п., что соответствует качеству клейковины третьей группы. Варьирование этого свойства в зависимости от условий года было существенным, особенно в 2018 и 2021 годах (V по ИДК 8,54-11,21 %). Этот признак также является критерием отбора, особенно на ранних этапах селекции. Это позволило ранее отобрать образцы со стабильным качеством клейковины третьей группы: Донская элегия, Вольнодонская.

Важным признаком качества зерна, в конечном счете и макаронных изделий, является активность альфа-амилазы (α -амилазы), определяемая числом падения. В мировой практике стандартным показателем числа падения для твердой пшеницы является 400 секунд. Этот показатель находится в большой зависимости от количества осадков в период созревания и уборки, сортовых особенностей. Дифференциация по числу падения была различной: 2018 г. – от 327 до 488 сек; 2019 г. – от 248 до 507 сек; 2020 г. – от 275 до 535 сек; 2021 г. – от 409 до 500 сек, что соответствовало коэффициентам вариации 12,21; 19,50; 21,87; 6,26 %.

Это свидетельствует о большой амилолитической активности твердой пшеницы и требует усиления селекционных работ в этом направлении.

По данному признаку малой вариабельностью отличился 2021 год. На протяжении всех лет исследований лучшие результаты в сравнении со стандартным показателем (400 сек) показали Донская элегия (407-440 сек), Вольнодонская (465-527 сек), 4804/18 (453-479 сек).

Условия года по-разному влияли на количественную выраженность показателей качества сортов, различных по хозяйственно ценным признакам и свойствам (табл. 3).

Таблица 3

Вариабельность (V) признаков качества зерна у сортов твердой яровой пшеницы, % (2018-2021 гг.)

Сорт	Масса 1000 зерен	Стекловидность	Натура	Содержание белка в зерне	Содержание клейковины в зерне	Качество клейковины, ИДК	Число падения
Донская элегия, St	13,66	10,78	3,96	11,43	27,5	5,56	7,13
Вольнодонская	10,54	5,95	2,74	10,46	25,62	4,6	5,33
Мелодия Дона	7,67	9,44	2,93	11,2	26,08	1,62	30,44
Донэла М	10,14	8,21	4,71	9,89	27,28	4,14	14,42
4783/15	11,79	8,24	3,28	11,81	31,28	4,77	11,86
4125/17	10,66	3,72	3,77	13,48	26,92	9,32	12,32
4193/17	12,34	8,78	4,25	9,61	26,85	7,54	16,39
4804/18	10,04	7,31	5,26	9,77	26,67	1,88	2,41
НСР05	2,51	5,37	16,32	0,89	3,10	7,13	93,16

Так, сильной вариабельностью по числу падения характеризовался сорт Мелодия Дона ($V=30,44\%$), по содержанию клейковины в зерне – Донская элегия ($V=27,5\%$), Вольнодонская ($V=25,62\%$) и т.д., средней изменчивостью обладал сортообразец по числу падения 4193/17 ($V=16,39\%$); по содержанию белка в зерне – 4125/17 ($V=13,48\%$), 4783/15 ($V=11,81\%$); по стекловидности – Донская элегия ($V=10,78\%$); по массе 1000 зерен – Донская элегия ($V=13,66\%$), 4193/17 ($V=12,34\%$) и т.д.

Заключение

Таким образом, данные всесторонней оценки сортов по основным признакам качества зерна, а также изменчивость в зависимости от условий вегетации свидетельствуют о том, что такие сорта и линии твердой яровой пшеницы в изучаемых опытах, как Донская элегия, Вольнодонская и 4804/18 характеризуются максимальной выраженностью всех признаков, отвечающих мировому уровню. Отмечается стабильность их качества в годы исследований. Остальные сорта и линии обладают несколькими ценными признаками, по которым они меняются местами в зависимости от условий года и места выращивания. В тоже время наличие таких сортов дает возможность использовать их в гибридизации для создания исходного материала с сочетанием необходимого комплекса признаков качества.

Литература

1. Научное обеспечение стабильности производства зерновых и кормовых культур/ Печ. по решению Ученого совета Всероссийский НИИ зерновых культур им. И.Г. Калиненко// Ростов н/Д, – 2008. – 432 с.
2. Мудрова А.А. Селекция озимой твердой пшеницы на Кубани - КНИИСХ. – Краснодар, – 2004. – 190 с.
3. Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Мазалов В.И., Городов В.Т., Икусов Р.А. Биохимические показатели качества зерна у современных сортов яровой пшеницы // Вестник аграрной науки, – № 2 (77), – 2019.
4. Кадушкина В.П., Грабовец А.И., Бирюкова О.В., Коваленко С.А. Качество зерна сортов яровой твердой пшеницы донской селекции// Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – №4 (32), – 2018. – С. 266-276.
5. Зверева Н.А., Терехин М.В., Мищенко Л.Н. Влияние погодных условий и природной зоны возделывания на качество зерна яровой пшеницы в Амурской области// Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2013. 4 (102). - С.10-13.
6. Асеева Т.А. [и др.] Влияние погодных условий на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в среднем Приамурье// Вестник ДВО РАН. – 2016. – № 2 (186). – С. 64-70.
7. Батудаев А.П., Цыдыпов Б.С. Агротехнические приемы и их влияние на урожайность и качество зерна яровой пшеницы// Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. №1 (54), 2019. С. 6-13.
8. Крупнова О.В. Взаимосвязь между содержанием белка в муке и числом падения у мягкой яровой пшеницы// Аграрный вестник Юго- Востока. – 2009. – №3. – 64 с.

References

1. Nauchnoe obespechenie stabil'nosti proizvodstva zernovyh i kormovyh kul'tur. [Scientific support for the stability of the production of grain and fodder crops] Pech. po resheniyu Uchenogo soveta Vserossijskoj NII zernovyh kul'tur im. I.G. Kalinenko. Rostov n/D, 2008, 432 p. (In Russian)
2. Mudrova A.A. Selekcija ozimoy tverdoj pshenicy na Kubani. [Selection of winter durum wheat in the Kuban] - KNIISKH, Krasnodar, 2004, 190 p., 9 pic., 65 tabl. (In Russian)
3. Amelin A.V., Shekalin E.I., Zaikin V.V., Mazalov V.I., Gorodov V.T., Ikusov R.A. Biohimicheskie pokazateli kachestva zerna u sovremennyh sortov yarovoj pshenicy. [Biochemical indicators of grain quality in modern varieties of spring wheat] Vestnik agrarnoj nauki, 2019, no.2 (77). (In Russian)
4. Kadushkina V.P., Grabovec A.I., Biryukova O.V., Kovalenko S.A. Kachestvo zerna sortov yarovoj tverdoj pshenicy donsnoj selekcii. [Grain quality of varieties of spring durum wheat of the Don breeding] Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2018, no.4 (32), pp.266-276. (In Russian)
5. Zvereva N.A., Terekhin M.V., Mishchenko L.N. Vliyanie pogodnyh uslovij i prirodnoj zony vzdelyvaniya na kachestvo zerna yarovoj pshenicy v Amurskoj oblasti. [Influence of weather conditions and the natural zone of cultivation on the quality of spring wheat grain in the Amur region] Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2013, no.4 (102). pp.10-13. (In Russian)
6. Aseeva T.A. [et al.] Vliyanie pogodnyh uslovij na formirovanie urozhaya i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v srednem Priamur'e. [Influence of weather conditions on crop formation and grain quality of spring wheat in the middle Amur region] Vestnik DVO RAN. 2016, no.2 (186), pp.64-70. (In Russian)
7. Batudaev A.P., Cydygov B.S. Agrotekhnicheskie priemy i ih vliyanie na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy. [Agricultural practices and their impact on the yield and quality of spring wheat] Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. 2019, no.1 (54), pp. 6-13. (In Russian)
8. Krupnova O.V. Vzaimosvyaz' mezhdu soderzhanijem belka v muke i chislom padeniya u myagkoj yarovoj pshenicy. [The relationship between the protein content in flour and the fall number in soft spring wheat] Vserossijskij nauchno-prakticheskij zhurnal «Agrarnyj vestnik Yugo- Vostoka», 2009, no.3, 64 p. (In Russian).

ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ (ФАО 100-300) В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.В. Дронов, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-5398-4822

E-mail: dronov.bsgha@yandex.ru

С.А. Бельченко, доктор сельскохозяйственных наук

В.В. Мамеев, кандидат сельскохозяйственных наук

О.А. Нестеренко, аспирант

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В статье приведены результаты изучения продуктивного потенциала и параметров адаптивной способности гибридов кукурузы (ФАО 100-300) в условиях юго-запада Нечерноземья (Брянская область). Опыты по изучению адаптивности и оценке урожайности зерна различных по спелости гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции проводились на серых лесных почвах опытного поля Брянского ГАУ в период 2016-2019 годов. Цель данной работы - дать оценку продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы на зерно в агроклиматических условиях Нечерноземья. В качестве объекта исследований были взяты 22 гибрида раннеспелой группы (ФАО 100-200) и 19 среднеранних гибридов (ФАО 201-300). В задачи исследования входила комплексная оценка адаптивных свойств изучаемых генотипов кукурузы по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность зерна». Изучены особенности продукционного процесса посевов кукурузы в зависимости от изменений метеорологических условий возделывания по годам экспериментального испытания, что позволило объективно оценить уровень варьирования урожая зерна. Рассчитаны следующие показатели: индекс условий среды (I_j), параметры экологической пластичности – стабильность (Sd^2) и пластичность (bi), стрессоустойчивость, размах урожайности (d), гомеостатичность ($Нот$), коэффициент вариации (V). В результате проведенных испытаний за 4 года индексы условий среды (I_j) изменялись от $-0,2$ до $+1,2$: наиболее благоприятные условия в обеспечении высокого урожая зерна кукурузы сложились в 2018 году. По комплексу параметров адаптивной способности отмечены перспективные гибриды отечественной селекции Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Краснодарский 194 АМВ, Воронежский 279 СВ, Ладожский 221 МВ и зарубежной селекции – П 7954 (Pioneer, Франция), Кромвелл (KWS, Германия), Роналдинио (KWS, Германия), П 8523, П 8816 (Pioneer, Франция), ДКС 2960 (Монсанто, Швейцария), обладающие стабильностью, селекционной ценностью, стрессоустойчивостью и высокой урожайностью зерна до 7-8 т/га в условиях Брянской области.

Ключевые слова: кукуруза, раннеспелые и среднеранние гибриды, адаптивная способность, урожайность зерна.

Для цитирования: Дронов А.В., Бельченко С.А., Мамеев В.В., Нестеренко О.А. Параметры адаптивной способности и урожайности зерна гибридов кукурузы (ФАО 100-300) в условиях юго-западной части Нечерноземья (Брянская область). *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):116-126. 10.24412/2309-348X-2022-1-115-125

PARAMETERS OF ADAPTIVE CAPACITY AND GRAIN YIELD OF CORN HYBRIDS (FAO 100-300) IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WESTERN PART OF NON-CHERNOZEM REGION (BRYANSK REGION)

A.V. Dronov, S.A. Belchenko, V.V. Mameev, O.A. Nesterenko

FSBEI HE BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: *The article presents the results of studying the productive potential and adaptive capacity parameters of maize hybrids (FAO 100-300) in the conditions of the south-west of Non-Chernozem region (Bryansk region). Experiments on the study of adaptability and evaluation of grain yields of different ripeness of maize hybrids of domestic and foreign breeding were carried out on gray forest soils of the experimental field of the Bryansk State Agrarian University in the period 2016-2019. The purpose of this work is to assess the productive and adaptive potential of early-ripening and mid-early corn hybrids for grain in the agro-climatic conditions of Non-Chernozem region. 22 hybrids of the early-maturing group (FAO 100-200) and 19 medium-early hybrids (FAO 201-300) were taken as the object of research. The objectives of the study included a comprehensive assessment of the adaptive properties of the studied corn genotypes according to the parameters of environmental stability and plasticity, using the "yield" criterion. The features of the production process of corn crops depending on changes in meteorological conditions of cultivation over the years of experimental testing have been studied, which made it possible to objectively assess the level of variation in grain yield. The following indicators were calculated: environmental conditions index (I_j), environmental plasticity parameters - stability (S_d^2) and plasticity (b_i), stress resistance, yield span (d), homeostaticity (Hom), coefficient of variation (V). As a result of the tests carried out over 4 years, the indices of environmental conditions (I_j) varied from - 0.2 to +1.2: the most favorable conditions for ensuring a high yield of corn grain developed in 2018. According to the complex of adaptive ability parameters, hybrids of domestic breeding Ladozhsky 181 MV, Ladozhsky 191 MV, Krasnodarsky 194 MV Voronezhsky 279 MV, Ladozhsky 221 MV and foreign breeding - P 7954 (Pioneer, France), Cromwell (KWS, Germany), Ronaldinio (KWS, Germany), P 8523, P 8816 (Pioneer, France), DKS 2960 (Monsanto, Switzerland), possessing stability, breeding value, stress resistance and high grain yield up to 7-8 t/ha in the conditions of the Bryansk region.*

Keywords: corn, early-ripening and mid-early hybrids, adaptive capacity, grain yield.

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной указом Президента В.В. Путиным (21 января 2020 г.) и распоряжением Правительства РФ от 12 апреля 2020 года, определены основные задачи по развитию животноводства до 2030 года, что определяет стратегическое направление отрасли на длительный период [1]. Для реализации Доктрины возникает актуальная необходимость разработки модернизации животноводства и кормопроизводства, которые должны решаться на федеральном и региональном уровнях. Важная роль в реализации почвенно-климатического потенциала территорий принадлежит сортам и гибридам нового поколения, устойчивым к неблагоприятным факторам среды, включая почвенные условия (кислотность, уплотнение и др.). В современных условиях своевременная смена сорта (гибрида) кормовых культур позволяет увеличить сбор сухого вещества от 7 до 15%, а также значительно повысить качество продукции.

Кукуруза (*Zea mays* L.) является универсальной, широко распространенной и одной из высокомаржинальных (прибыльных) сельскохозяйственных культур мирового земледелия. Она способна решать проблему производства зерна и качественных кормов при условии рационального использования почвенно-климатических ресурсов. Но в то же время потенциал современных гибридов используется всего лишь на 35-40%.

Роль и ценность кукурузы - «царицы полей» в современном сельском хозяйстве трудно переоценить, это – культура высокой урожайности и разностороннего использования, так на продовольственные цели используют около 20 % зерна кукурузы, на технические цели – около 15% и примерно 2/3 – на корм. Кроме продовольственных и кормовых целей, данную культуру широко используют для переработки на биологическое топливо и биоэтанол [2, 3]. На территории Российской Федерации кукуруза, являясь традиционно ведущей кормовой

культурой, используется для производства высокоэнергетических кормов – питательной зелёной массы, фуражного зерна, качественного силоса. По своим кормовым достоинствам и универсальности использования кукуруза превосходит многие другие зернофуражные культуры, зерно – незаменимый компонент комбикормов. Для кормления зерно используется в целом виде, но лучше применять плющенное, дроблёное или размоленное зерно, что улучшает его усвояемость [4].

Хорошо известно, что одним из основных направлений в селекции кукурузы является выведение гибридов нового поколения с высоким потенциалом адаптации. Такой потенциал представляет собой способность приспособления и устойчивости растений к неблагоприятным стресс-факторам окружающей среды как засуха, холод, избыточное увлажнение, болезни, вредители, засоренность посевов и другие [5].

Следовательно, следует отметить, что методология взаимоотношения «генотип-среда обитания» (ВГС) обусловлена алгоритмом изучения адаптивных свойств и параметров продуктивного потенциала с использованием статистических моделей и показателей, характеризующих экологическую пластичность, стабильность и гомеостатичность генотипов, их устойчивость к неблагоприятным стрессорам, повышение урожайности и качества растениеводческой продукции.

Целью данной работы являлась оценка параметров адаптивности и урожайности гибридов кукурузы на зерно различных по спелости (ФАО 100-300) в агроклиматических условиях Брянской области. На основании поставленной цели решались следующие задачи: провести агроэкологическую оценку параметров адаптивной способности гибридов кукурузы при использовании критерия «урожайность зерна»; обосновать особенности продукционного процесса посевов кукурузы по зерновой технологии возделывания на агросерых лесных почвах региона.

Условия, материал и методы исследований

Полевые эксперименты проводились в период 2016-2019 гг. на стационаре опытного поля Брянского ГАУ В качестве объекта исследований взяты 22 гибрида раннеспелой группы (ФАО 100-200) и 19 среднеранних гибридов (ФАО 201-300) отечественной и зарубежной селекции. Опыты по изучению и агроэкологической оценке параметров адаптивной способности гибридов кукурузы проводили в соответствии с Широким унифицированным классификатором СЭВ и Международным классификатором СЭВ видов *Zea mays* L., Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6, 7].

Почвенный покров стационара опытного поля представлен серыми лесными почвами, легкосуглинистого состава. Они характеризуются содержанием органического вещества (гумуса) 3,8-4,0%, высокой обеспеченностью подвижным фосфором 216-226 мг, средней обеспеченностью обменным калием 156-196 мг/кг почвы, высокой степенью насыщенности основаниями - 85,6%. Уровень реакции почвенного раствора составляет 5,6-5,8 (рН солевой вытяжки), гидролитическая кислотность (Нг) – 2,63 мг-экв. на 100 г почвы. Предшественниками по годам исследований были озимые зерновые культуры и однолетние травы на зелёный корм. В предпосевную обработку почвы применяли нитрофоску в количестве: НРК по 160 кг д.в. каждого элемента на запланируемую урожайность 10 т зерна/га. Посев гибридов кукурузы проводили сеялкой точного высева СПЧ-6 с шириной междурядий – 70 см и нормой высева семян – 80 тыс. шт. всхожих семян на 1 га, размещение вариантов – систематическое, площадь посевной делянки – 100 м². Система защиты посевов кукурузы от вредных объектов представлена препаратами компании «Август»: баковые смеси гербицидов Дублон Голд, вдг (0,07 л/га) и Балерина, сз – 0,3 л/га, Адью, ж-0,2; Гумистим 2 л/га. В течение вегетационного периода гибридов кукурузы проводили фенологический мониторинг, определение высоты растений и высоты прикрепления початков. Учёт биологической продуктивности зерна проводили с делянки площадью 10 м² в 4-х кратной повторности. При учёте определяли показатели структуры урожая: длина початков, число рядов зёрен, их количество в ряду, масса зерна с початка, уборочная

влажность, масса 1000 штук, урожайность в пересчёте на 14%-ную влажность. Статистическую обработку данных и проведение полевых опытов осуществляли по методике Б.А. Доспехова [8]. Индекс условий среды (I_j) и показатели параметров экологической пластичности: стабильность (S_d^2) и пластичность (b_i) по Эберхарту и Расселлу (S.A. Eberhart, W.A. Russell) определяли в изложении В.З. Пакудина [9]. Агроэкологическая оценка параметров адаптивной способности испытываемых гибридов кукурузы проводилась по общепринятым методикам, применяемые в агрономии и селекции сельскохозяйственных растений. Биометрические данные подвергали обработке на персональном компьютере с помощью компьютерных программ Excel 2019, Statistica 10.

За период проведения агроэкологического испытания в течение 2016-2019 годов метеорологические условия района исследований заметно различались среднесуточной температурой воздуха и динамикой выпавших атмосферных осадков (рис. 1, 2).

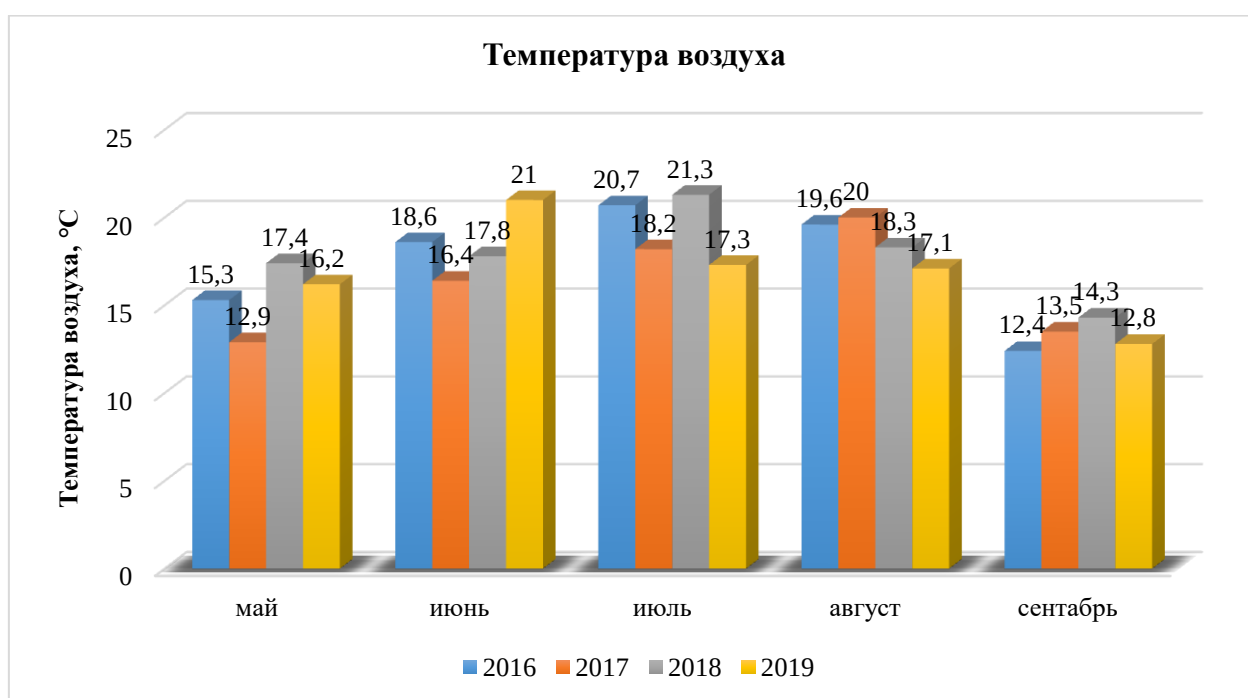


Рис.1. Температурный режим вегетационных периодов кукурузы за 2016-2019 гг. (данные агрометеостанции Брянского ГАУ)

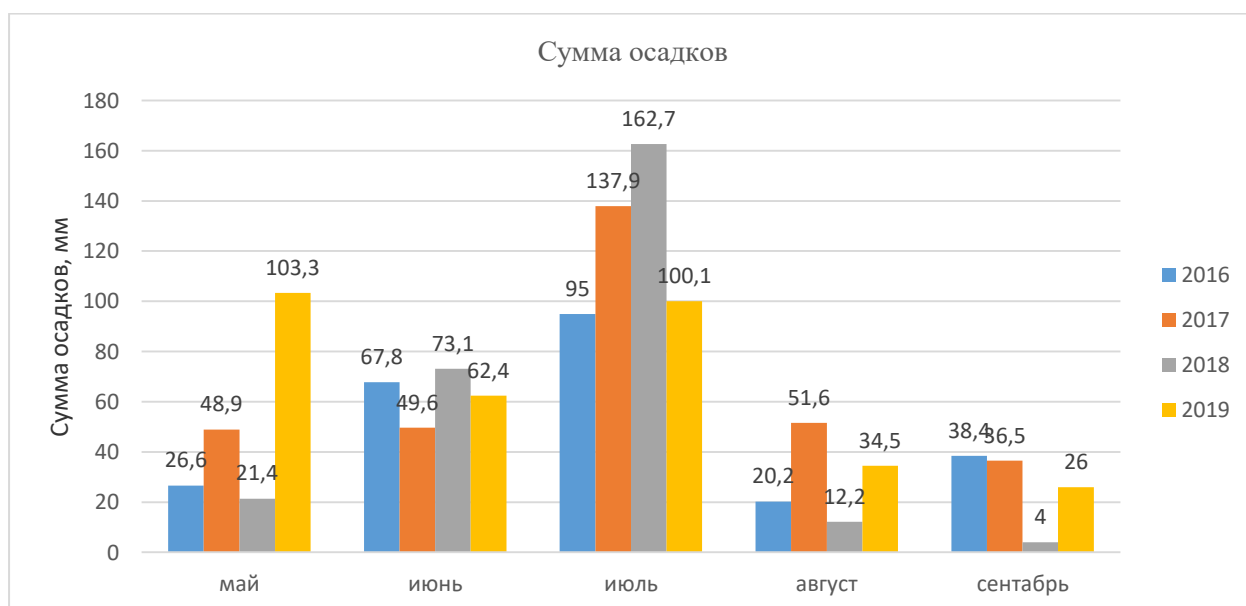


Рис. 2. Динамика выпадения осадков в период 2016-2019 гг. (опытное поле Брянского ГАУ)

Результаты и их обсуждение

Для анализа продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых гибридов кукурузы использовали понятие «среднесортная урожайность» согласно методике, предложенной Л.А. Животковым с сотрудниками [10]. В данном случае сопоставление урожайности проводилось не со стандартом, а со средней урожайностью зерна изучаемых гибридов по опыту. Её величина выражала общую норму реакции определенной совокупности гибридов на факторы внешней среды в каждом конкретном году. При этом цифровое значение данного показателя выражалась в процентах (долевое участие) либо как относительная величина (коэффициент адаптивности). По величине данного показателя можно говорить об адаптивности или продуктивности гибрида. В неблагоприятных условиях потенциальная продуктивность реализуется слабо, а адаптивность, наоборот, более чётко.

Параметры урожайности зерна и адаптивности 22 раннеспелых гибридов кукурузы (ФАО 100-200) и 19 среднеранних (ФАО 201-300) за годы агроэкологического испытания приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Параметры урожайности зерна раннеспелых гибридов кукурузы (ФАО 100-200)

Гибрид	Урожайность зерна в пересчёте на 14%-ную влажность, т/га				Среднее за 4 года	Коэффициент вариации V, %	Коэффициент адаптивности
	2016	2017	2018	2019			
Воронежский 158 СВ	6,55	6,08	7,58	4,67	6,22	19,43	0,89
Воронежский 160 СВ	5,44	5,10	9,83	4,73	6,28	38,05	0,88
Каскад 166 АСВ	6,81	6,36	10,26	5,35	7,20	29,64	1,02
Каскад 195 СВ	6,56	6,12	9,57	6,32	7,14	22,80	1,02
Ладожский 148 СВ	6,81	5,99	7,10	6,01	6,48	8,71	0,93
Ладожский 150 СВ	8,05	5,85	7,37	5,94	6,80	15,95	0,98
Ладожский 175 МВ	6,58	5,91	9,18	6,35	7,01	21,08	1,00
Ладожский 181 МВ	8,75	7,80	9,50	8,71	8,69	8,01	1,26
Ладожский 185 МВ	7,50	7,12	8,90	6,08	7,40	15,76	1,06
Ладожский 191 МВ	7,21	6,75	7,85	8,04	7,46	7,95	1,08
Краснодарский 194 АМВ	7,69	6,26	8,69	6,77	7,35	14,55	1,06
П 7535 (Pioneer, Франция)	7,39	6,11	7,82	4,49	6,45	23,19	0,92
П 7954 (Pioneer, Франция)	8,62	7,20	8,14	7,07	7,76	9,63	1,12
Корифей (KWS, Германия)	7,44	6,46	7,95	6,05	6,98	12,52	1,00
Кромвелл (KWS, Германия)	6,54	6,21	7,12	6,23	6,53	6,51	0,94
Колтер (KWS, Германия)	6,27	5,88	8,39	6,23	6,69	17,11	0,96
MAS 12.R (Франция)	7,67	6,10	7,15	5,83	6,69	12,98	0,96
MAS 13.V (Франция)	8,69	6,55	7,80	6,02	7,27	16,63	1,04
MAS 14.G (Франция)	7,68	7,22	7,71	6,30	7,23	9,10	1,04
MAS 18.L (Франция)	8,24	7,31	7,43	6,11	7,27	12,08	1,05
LD 2195 (Франция)	5,71	5,20	7,08	6,22	6,05	13,24	0,87
FELDI CS (Франция)	5,72	6,08	6,89	5,98	6,17	8,19	0,89
Средняя урожайность гибридов по опыту	7,18	6,35	8,15	6,16	6,96		
Индекс среды Ij	0,2	-0,6	1,2	-0,8			

Таблица 2

**Урожайность зерна, параметры экологической пластичности и стабильности
среднеранних гибридов кукурузы (ФАО 201-300)**

Гибрид	Урожайность зерна в пересчёте на 14%-ную влажность, т/га				Среднее за 4 года	Коэффицие нт адаптивност и	Коэффициент вариации V, %		d (размах урожайност и), %
	2016	2017	2018	2019					
Краснодарский 291 АМВ	6,94	7,1	7,25	5,63	6,73	0,98	11,1		22,3
Воронежский 279 СВ	8,94	7,98	9,9	6,33	8,29	1,19	18,4		36,1
Ладожский 221 МВ	7,64	7,1	9,5	5,8	7,51	1,08	20,4		38,9
Ирондель, Франция	7,26	6,8	8,08	5,99	7,03	1,02	12,4		25,9
Птерокс, Франция	7,94	7,18	7,39	6,7	7,30	1,06	7,0		15,6
Максалия, Франция	7,35	6,72	7,61	5,8	6,87	1,00	11,7		23,8
Микси, Франция	8,48	7,55	6,83	6,94	7,45	1,09	10,1		19,5
Роналдинио, Германия	6,27	5,88	6,4	5,73	6,07	0,88	5,2		10,5
Кипарис, Германия	6,72	6,03	7,58	6,32	6,66	0,97	10,1		20,4
Классик, Германия	5,6	6,4	7,3	5,9	6,29	0,91	11,6		23,4
ААЛЬВИТО, Франция	6,5	6,1	7,0	5,8	6,34	0,92	8,0		16,2
ЛГ 3258, Франция	6,3	5,9	7,0	5,1	6,09	0,88	13,1		26,9
ЛГ 3285, Франция	6,4	5,8	7,1	6,0	6,32	0,92	9,5		18,8
П 8307 (Pioneer), Франция	6,6	7,1	7,5	5,2	6,58	0,95	15,4		31,1
П 8523 (Pioneer), Франция	6,7	6,0	6,9	6,4	6,49	0,95	6,0		12,8
П 8816 (Pioneer), Франция	7,7	7,1	9,8	7,5	8,02	1,16	15,1		27,8
ДКС 3203, Швейцария	8,7	7,8	8,3	5,7	7,63	1,10	17,2		33,8
ДКС 2960, Швейцария	7,3	6,9	8,2	7,6	7,50	1,09	7,0		15,1
Текни, Франция	6,1	6,6	7,2	6,0	6,47	0,94	8,6		17,0
Средняя урожайность гибридов по опыту	7,13	6,73	7,72	6,13	6,93				
Индекс среды Ij	0,2	-0,2	0,8	-0,8					

Коэффициент вариации свидетельствовал о степени варьирования урожайности зерна

по годам и более высокой норме реакции на условия возделывания. В среднем за годы испытания низкими показателями коэффициента вариации, и, следовательно, высокой экологической стабильностью выделились следующие раннеспелые гибриды - Кромвелл (6,5%), Ладожский 191 МВ (7,9%), Ладожский 181 МВ (8,0%), FELDI CS (8,2%). Наиболее высокие значения коэффициента вариации отмечены у гибридов Воронежский 160 СВ (38,0%), Каскад 166 АСВ (29,6%), П 7535 (23,2%), Каскад 195 СВ (22,8%).

За период исследований коэффициент адаптивности составил величину больше единицы, что характерно свидетельствовало о высокой степени выраженности реакции на неблагоприятные условия: Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Краснодарский 194 АМВ, Р 7954 и др. Наименьшее значение коэффициента адаптивности 0,87 отмечено у гибрида французской селекции LD 2195, который проявил слабую реакцию на действия внешних условий, которая выразилась невысокой урожайностью зерна – 6,05 т/га.

В среднем за 4 года испытания высокой урожайностью кукурузного зерна свыше 7-8 тонн с 1 га отмечены следующие среднеранние гибриды: Воронежский 279 СВ и П 8816 (Pioneer, Франция) – 8,29 и 8,02 т/га соответственно. С урожайностью зерна свыше 7,0-7,5 т/га выделились такие гибриды как ДКС 2960, ДКС 3203 (Швейцария), Ирондель, Микси (Франция). Коэффициент адаптивности составил величину больше единицы, что характеризовало высокую степень реакции генотипов на неблагоприятные стресс-факторы окружающей среды: Воронежский 279 СВ, Ладожский 221 МВ, Ирондель, Птерокс (RAGT Semences, Франция), П 8816 (Pioneer, Франция), ДКС 3203 (Монсанто, Швейцария) и др. Наименьшее значение коэффициента адаптивности 0,88 отмечено у гибрида LD 3258 (Limagrain, Франция), у которого выявлена слабая реакция на условия внешней среды и получено зерна – 6,05 т/га, а также у гибрида Классик (KWS, Германия) при коэффициенте адаптивности 0,91 с урожайностью 6,29 т/га. В среднем за годы испытания низкими показателями коэффициента вариации и соответственно высокой экологической стабильностью отмечены следующие гибриды: Роналдинио (5,2%), П 8523 (6,0%), Птерокс (7,0%), ДКС 2960 (7,0%).

Для более полной характеристики адаптивных свойств изучаемых гибридов нами рассчитан ряд статистических показателей, применяемых для оценки и сравнения генотипов. В интерпретации S.A. Eberhart, W.A. Russell «пластичность» – это положительный отклик генотипа на улучшение условий выращивания». В качестве параметра для оценки такого отклика ими предложен расчёт коэффициента линейной регрессии (b_i), который может принимать значения больше единицы (высокая отзывчивость) и меньше (слабая отзывчивость), а также может быть равным единице (изменение урожайности полностью соответствуют изменению условий).

В таблице 3 приведены параметры адаптивности раннеспелых гибридов, экспериментальные данные показали высокую отзывчивость на изменение условий ($b_i > 1$) и наиболее ценные гибриды, которые относят к интенсивным, но менее приспособленным к неблагоприятным условиям, а также низкому агрофону: Воронежский 160 СВ ($b_i = 2,42$), Каскад 166 АСВ ($b_i = 2,24$), Каскад 195 СВ ($b_i = 1,63$), Краснодарский 194 АМВ ($b_i = 1,13$), Колтер ($b_i = 1,13$). В связи со специфической адаптацией данные гибриды максимально реализовали свой генетический потенциал при возделывании только в благоприятных условиях. Генотипы, у которых $b_i < 1$ и близкий к нулю показатель S_d^2 , слабо реагировали на улучшение внешних условий (полуинтенсивные), но в то же время для них характерна достаточно высокая стабильность урожайности (Ладожский 148 СВ, Кромвелл, FELDI CS). Гибриды с коэффициентом регрессии равным или близким единице относились к пластичным. Изменение их урожайности полностью соответствует изменению условий возделывания. Такие гибриды смогут обеспечить лучший эффект при их размещении на средних агрофонах, например, Ладожский 150 СВ, Корифей, MAS 13.V и другие.

Показатель стрессоустойчивости ($Y_{min} - Y_{max}$) имеет отрицательное значение, чем меньше разрыв максимальной и минимальной урожайности, тем выше стрессоустойчивость генотипа (сорт, гибрид). На основании проведенных исследований было установлено, что

относительно высокие значения данного параметра выявлены у следующих гибридов Кромвелл (-0,9 т/га), Ладожский 148 СВ (-1,1), FELDI CS (-1,2) и Ладожский 191 МВ (-1,3 т/га). Эти гибриды в меньшей степени снижали урожайность зерна в экстремальных условиях.

Таблица 3

Параметры адаптивности раннеспелых гибридов кукурузы в агроэкологическом испытании (ср. за 2016-2019 гг.)

Гибрид	Параметры адаптивности					
	$Y_{\min}-Y_{\max}$ стрессоустойчивость, т/га	$\frac{(Y_{\min}+Y_{\max})}{2}$ генетическая гибкость, т/га	d (размах урожайности), %	b_i (коэффициент регрессии)	S_d^2 (коэффициент стабильности)	(H_{om}) гомеостатичность
Воронежский 158 СВ	-2,9	6,1	38,4	1,22	0,35	11,0
Воронежский 160 СВ (st)	-5,1	7,3	51,9	2,42	1,28	3,2
Каскад 166 АСВ	-4,9	7,8	47,9	2,24	0,61	4,9
Каскад 195 СВ	-3,5	7,8	36,1	1,63	0,68	9,1
Ладожский 148 СВ	-1,1	6,5	15,6	0,60	0,03	67,0
Ладожский 150 СВ	-2,2	7,0	27,3	0,90	0,77	19,4
Ладожский 175 МВ	-3,3	7,5	35,6	1,49	0,52	10,2
Ладожский 181 МВ	-1,7	8,7	17,9	0,61	0,27	63,8
Ладожский 185 МВ	-2,8	7,5	31,7	1,22	0,18	16,6
Ладожский 191 МВ	-1,3	7,4	16,0	0,15	0,50	72,8
Краснодарский 194 АМВ	-2,4	7,5	28,0	1,13	0,14	20,8
П 7535 (Рионер, Франция)	-3,3	6,2	42,6	1,46	0,73	8,4
П 7954 (Рионер, Франция)	-1,6	7,8	18,0	0,62	0,36	52,0
Корифей (KWS, Германия)	-1,9	7,0	23,9	0,93	0,06	29,3
Кромвелл (KWS, Германия)	-0,9	6,7	12,8	0,46	0,01	110,2
Колтер (KWS, Германия)	-1,8	6,8	24,0	0,73	0,47	28,0
MAS 12.R (Франция)	-2,7	7,4	30,7	0,96	1,05	16,4
MAS 13.V (Франция)	-1,4	7,0	18,3	0,57	0,24	56,3
MAS 14.G (Франция)	-2,1	7,2	25,8	0,53	0,81	28,3
MAS 18.L (Франция)	-1,9	6,1	26,6	0,62	0,49	24,3
LD 2195 (Франция)	-1,2	6,3	17,0	0,39	0,19	64,4
FELDI CS (Франция)	-2,5	7,1	38,4	1,13	0,39	15,6

В таблице 4 приведены данные по отдельным показателям параметров адаптивности среднеранних гибридов, которые показали, что к интенсивным гибридам с наибольшей отзывчивостью на изменение условий отнесены Ладожский 221 МВ ($b_i = 2,23$), Воронежский 279 СВ ($b_i = 2,22$), ДКС 3203 ($b_i = 1,63$) и П 8816 ($b_i = 1,41$), а остальные генотипы характеризовались как слабоотзывчивые на изменения условий возделывания.

Таблица 4

Параметры адаптивности среднеранних гибридов кукурузы в агроклиматических условиях Брянской области (ср. за 2016-2019 гг.)

Гибрид	Пластичность, b_i (коэффициент регрессии)	Индекс стабильности	Генетическая гибкость, т/га $(\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2})$	Гомеостатичность (H_{om})	Стрессоустойчивость, т/га $Y_{min} - Y_{max}$
Краснодарский 291 АМВ	0,93	0,61	6,4	37,6	-1,6
Воронежский 279 СВ	2,22	0,45	8,1	12,6	-3,6
Ладожский 221 МВ	2,23	0,37	7,7	9,9	-3,7
Ирондель, Франция	1,28	0,57	7,0	27,1	-2,1
Птерокс, Франция	0,52	1,04	7,3	83,7	-1,2
Максалия, Франция	1,15	0,59	6,7	32,4	-1,8
Микси, Франция	0,80	0,73	7,7	44,5	-1,7
Роналдинио, Германия	0,45	1,16	6,1	173,7	-0,7
Кипарис, Германия	0,83	0,66	6,8	42,5	-1,6
Классик, Германия	0,64	0,54	6,4	31,8	-1,7
ААЛЬВИТО, Франция	0,73	0,80	6,4	70,5	-1,1
ЛГ 3258, Франция	1,17	0,47	6,1	24,6	-1,9
ЛГ 3285, Франция	0,77	0,66	6,5	49,6	-1,3
П 8307 (Pioneer), Франция	1,30	0,43	6,3	18,3	-2,3
П 8523 (Pioneer), Франция	0,34	1,09	6,4	123,6	-0,9
П 8816 (Pioneer), Франция	1,41	0,53	8,4	19,5	-2,7
ДКС 3203, Швейцария	1,63	0,44	7,2	15,2	-2,9
ДКС 2960, Швейцария	0,36	1,07	6,4	87,2	-1,2
Текни, Франция	0,63	0,75	8,1	61,3	-1,6

Индекс стабильности (ИС) следует отнести к ценной характеристике гибридов

кукурузы. Генотипы с большим индексом стабильности являются как более стабильные и более приспособленные к конкретным условиям возделывания района исследований. В наших экспериментах высокий индекс стабильности получен у ряда перспективных гибридов Роналдинио, KWS, Германия (1,16), П 8523 Pioneer, Франция (1,09), ДКС 2960, Швейцария (1,07) и Птерокс, Франция (1,04). Относительно высокие значения показателя стрессоустойчивости ($V_{min}-V_{max}$) выявлены у гибридов Роналдинио (-0,7 т/га), П 8523 (-0,9), ААЛВВИТО (-1,1), Птерокс и ДКС 2960 (-1,2 т/га). Данные гибриды меньше снижали урожайность в экстремальных условиях произрастания. Гибриды с высокой стрессоустойчивостью характеризуются сравнительно низкой реакцией на изменение условий возделывания (коэффициент регрессии b_i), но, вместе с тем, они отличаются низкой дисперсией урожайности по годам.

В наших исследованиях наибольшую стабильность при изменении условий возделывания с наименьшими значениями коэффициента вариации и высокой гомеостатичностью проявили следующие гибриды кукурузы раннеспелой группы: Кромвелл ($V=6,51\%$, $H_{om}=110,2$), Ладожский 191 МВ ($V=7,95\%$, $H_{om}=72,8$), Ладожский 148 СВ ($V=8,71\%$, $H_{om}=67,0$). Расчёт показателя гомеостатичности выявил низкое его значение у большинства гибридов кукурузы среднеранней группы спелости. Наибольшей гомеостатичностью характеризовались гибриды Роналдинио ($H_{om}=173,7$), П8523 ($H_{om}=123,6$), ДКС 2960 ($H_{om}=87,2$), Птерокс ($H_{om}=83,7$), которые отличались меньшей вариабельностью урожайности и сравнительно высокой стрессоустойчивостью.

Заключение

Таким образом, для более полной характеристики и объективной оценки гибридов кукурузы при агроэкологическом испытании необходимо использовать сочетание различных статистических моделей и показателей, а адаптивность генотипа следует рассматривать с позиции пластичности, стабильности и гомеостатичности. На основании проведенных исследований за период 2016-2019 гг. наиболее ценными среди раннеспелых генотипов кукурузы по комплексу параметров адаптивности отмечены гибриды отечественной селекции Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Краснодарский 194 АМВ и зарубежной селекции - П 7954 (Pioneer, Франция) и Кромвелл (KWS, Германия). В группе среднеранних гибридов кукурузы (ФАО 201-300) по параметрам адаптивности и урожайности зерна выделены гибриды отечественной селекции Воронежский 279 СВ, Ладожский 221 МВ и зарубежной селекции - Роналдинио (KWS, Германия), П 8523, П 8816 (Pioneer, Франция), ДКС 2960 (Монсанто, Швейцария). Эти перспективные гибриды обладают адаптивностью, экологической стабильностью, селекционной ценностью, стрессоустойчивостью, высокой урожайностью зерна и их следует рекомендовать для производственного внедрения в агроландшафтных условиях юго-запада Центрального региона России.

Литература

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочные правовые системы: Законодательство. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
2. Лобач И.А. Экспорт семян кукурузы и подсолнечника: возможность, стратегия, перспектива // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – Т.4. – № 44 (22). – С. 4-6.
3. Мадякин Е.В. Характеристика перспективных гибридов кукурузы разных групп спелости по продуктивности зерна и адаптивной способности в условиях недостаточного увлажнения // Молодой учёный. – 2016. – № 27.3. – С. 39-42.
4. Дуборезов В.М., Виноградов В.Н., Дуборезов И.В., Андреев И.В. Эффективность консервантов при хранении и плесени зерна кукурузы // Кормопроизводство. – 2018. – №3. – С. 31-34.
5. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т.51. – №5. – С. 617-626.
6. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. – Павловск: Типография ВИР, 1977. – 80 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. – М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. – 197 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. – М.: Альянс, – 2014. – 351 с.

9. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – №4. – С. 109-113.
10. Животков Л.А., Морозова З.А., Секутаева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.

References

1. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii (Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 21 yanvarya 2020 g. № 20) [Elektronnyj resurs] [The Doctrine of Food Security of the Russian Federation (Decree of the President of the Russian Federation No. 20 of January 21, 2020) [Electronic resource]. *ConsultantPlus: reference legal systems: Legislation*. - Access mode: <http://www.consultant.ru> . (In Russian)
2. Lobach I.A. Eksport semyan kukuruzy i podsolnechnika: vozmozhnost', strategiya, perspektiva [Export of corn and sunflower seeds: opportunity, strategy, perspective]. *Breeding, seed production and genetics*, 2018, vol.4, no 44 (22), pp. 4-6. DOI 10.24411/2413-4112-2018-10008 (In Russian)
3. Madyakin E.V. Harakteristika perspektivnyh gibridov kukuruzy raznyh grupp spelosti po produktivnosti zerna i adaptivnoj sposobnosti v usloviyah nedostatocznego uvlazhneniya [Characteristics of promising corn hybrids of different ripeness groups in terms of grain productivity and adaptive ability in conditions of insufficient moisture]. *Molodoj uchyonyj*, 2016, no 27.3, pp. 39-42. (In Russian)
4. Duborezov V.M., Vinogradov V.N., Duborezov I.V., Andreev I.V. Effektivnost' konservantov pri hranenii i plyushchenii zerna kukuruzy [The effectiveness of preservatives in the storage and flattening of corn grain]. *Kormoproizvodstvo*, 2018, no 3, pp. 31-34. DOI 10.25741/2413-287X-2018-07-3-011 (In Russian)
5. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovyh kul'tur (obzor) [Improving adaptability in the selection of grain crops (review)]. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2016, vol.51, no 5, pp. 617-626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus (In Russian)
6. Shirokij unificirovannyj klassifikator SEV i Mezhdunarodnyj klassifikator SEV vidov Zea mays L. [Wide unified classifier of COMECON and International classifier of COMECON species Zea mays L.]. *Pavlovsk: Tipografiya VIR*, 1977, 80 p. (In Russian)
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Vypusk 2 [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 2.]. *Moscow: Goskomissiya po sortoispytaniyu sel'skohozyajstvennyh kul'tur*, 1989, 197 p. (In Russian)
8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij): uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions]. *Moscow: Al'yans*, 2014, 351 p. (In Russian)
9. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Assessment of ecological plasticity and stability of agricultural varieties]. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 1984, no 4, pp. 109-113. (In Russian)
10. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekutaeva L.I. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu «urozhajnost'» [Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat according to the indicator "yield"]. *Selekciya i semenovodstvo*, 1994, no 2, pp. 3-6. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ НА АГРАРНЫЙ СЕКТОР ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Титков, старший преподаватель, E-mail: titkow91@mail.ru

С.О. Шелкова, О.О. Киреева

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

Современная санитарно-эпидемиологическая ситуация, сопряженная с пандемией и развитием коронавирусной инфекции, затрагивает деятельность отдельных хозяйствующих субъектов и в общей совокупности отражается на экономике как отдельных регионов, так и страны в целом. Необходимость продовольственного обеспечения, а также ряд уже существующих экономических санкций в отношении России, приводят к необходимости исследования аграрного производства и его состояния в период пандемии. Так, в статье рассматривается действительное положение сельскохозяйственного комплекса региона в современных условиях функционирования с определением текущего состояния и оценкой прогнозов развития отрасли на перспективу

Ключевые слова: пандемия, коронавирусная инфекция, сельскохозяйственное производство, аграрный комплекс, валовый внутренний продукт, валовый региональный продукт.

Для цитирования: Титков А.А., Шелкова С.О., Киреева О.О. Влияние пандемии на аграрный сектор Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):127-134. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-126-133

THE IMPACT OF THE PANDEMIC ON THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE ORYOL REGION

A.A. Titkov, S.O. Shelkova, O.O. Kireeva

FSBEE HE «N.V. PARAKHIN STATE AGRARIAN UNIVERSITY, OREL»

Abstract: *The current sanitary and epidemiological situation associated with a pandemic and the development of coronavirus infection affects the activities of individual economic entities and, as a whole, affects the economy of both individual regions and the country as a whole. The need for food security, as well as a number of already existing economic sanctions against Russia, lead to the need to study agricultural production and its state during a pandemic. So, the article examines the actual position of the agricultural complex of the region in modern conditions of functioning with the definition of the current state and the assessment of forecasts for the development of the industry for the future.*

Keywords: pandemic, coronavirus infection, agricultural production, agricultural complex, gross domestic product, gross regional product.

Сельское хозяйство, являющееся ведущей отраслью мирового производства и обеспечивающее продовольственную безопасность, тесно взаимосвязано с общими социально-экономическими, политическими, эколого-эпидемиологическими процессами, происходящими в стране и мире. Обзор истории отечественного сельскохозяйственного производства за последние отчетные периоды свидетельствует о наличии ограничений в виде продуктового эмбарго, регулярно обновляемых санкционных воздействиях и иных

факторов, определяющих вектор развития аграрного комплекса страны на ближайшую перспективу. Отдельным серьезным аспектом необходимости совершенствования аграрного производства выступила пандемия [1].

Вспышка заболеваемости вирусом впервые была зафиксирована в Китае в декабре 2019 года. Позже заболевание получило официальное название COVID-19. Было установлено, что коронавирус нового типа является респираторным вирусом, который передается двумя способами: воздушно-капельным и контактным путями.

Новая коронавирусная инфекция очень быстро начала распространяться по всему миру. В марте 2020 года, когда общее количество заражений COVID-19 в мире составило 118 тысяч человек в 114 странах, глава ВОЗ заявил, что распространение нового коронавируса носит характер пандемии, что означает необычайно сильную эпидемию, характеризующуюся распространением инфекционного заболевания на всей территории страны, территорию сопредельных государств, а иногда и многих стран мира.

К концу 2020 года пандемия затронула все континенты. В начале марта 2021 года число подтвержденных случаев заражения коронавирусом в мире превысило 114 миллионов человек, более 2,5 миллиона скончались. Больше всего зараженных зафиксировали в Соединенных Штатах, Индии и Бразилии. Россия в этом списке занимает четвертое место, опережая Великобританию, Францию, Испанию, Италию, Турцию и Германию [2].

Воздействие пандемии на мировую экономику сложно оценить в связи с комплексными эффектами для подавляющего большинства сфер деятельности, цепочек производства и поставок в различных секторах мирового рынка. Негативные последствия пандемии коронавируса сегодня ощущают практически все страны и рынки. Из-за введения карантинных мероприятий и режима самоизоляции особенно пострадали отрасли общественного питания, туризма, пассажирских и грузовых перевозок. Многие предприятия малого и среднего бизнеса находятся на грани выживания или уже объявили о своем банкротстве.

Масштабное негативное воздействие на отдельные отрасли экономики различным образом отразилось на их дальнейшей работе. Возможности приостановки производства, снижения объемов работы и, как следствие, изменение финансовых результатов деятельности позволили отдельным направлениям войти в стагнирующее состояние до периода восстановления экономики. Однако сфера аграрного производства, являясь основой продовольственной безопасности, и не предполагающая возможности резкого изменения объемов производства вынуждена продолжить работу в изменившихся условиях, дополнительно приняв на себя нагрузку по обеспечению изменившихся объемов импортных поставок. В виду чего, сельскохозяйственная отрасль является сферой деятельности, которая меньше всего пострадала из-за пандемии коронавируса. Экспорт сельскохозяйственной продукции увеличился на 0,9% в 2020 г., поскольку в ряде стран, где противопандемийные меры оказали влияние на местные АПК, возросла зависимость от внешней торговли продовольствием для насыщения внутренних рынков и обеспечения бесперебойных поставок продовольствия во время кризиса COVID-19 [3].

В соответствии с данными мировой торговли в таблице 1 представлена поквартальная динамика торговли отдельными видами товаров и услуг в 2020-2021 гг., изменение в % по периодам [3].

Из таблицы 1 следует вывод, что торговля сельскохозяйственной продукцией сократилась в меньшей степени, чем торговля промышленными товарами, а в январе-марте 2021 г. и вовсе выросла на 11%.

Таблица 1

**Поквартальная динамика торговли отдельными видами товаров и услуг
в 2020-2021 гг., % [3]**

Виды товаров/услуг	2020/1	2020/2	2020/3	2020/4	2021/1
Всего торговля продукцией	-5,0	-21,0	-6,0	+2,0	+14,0
Сельскохозяйственная продукция	0,0	-5,0	+2,0	+6,0	+11,0
Природные ископаемые	-7,0	-43,0	-26,0	-19,0	+9,0
Промышленная продукция	-6,0	-18,0	-3,0	+6,0	+16,0
Всего коммерческие услуги	-6,0	-30,0	-25,0	-17,0	-9,0
Транспорт	-6,0	-29,0	-23,0	-14,0	0,0
Пассажирские перевозки и туризм	-23,0	-81,0	-68,0	-68,0	-62,0
Прочие коммерческие услуги	+1,0	-6,0	-2,0	+2,0	-6,0
Услуги, связанные с оборотом продукции	-6,0	-20,0	-14,0	-9,0	-3,0

Темпы роста мирового ВВП и товарооборота остаются на относительно низком уровне, поскольку все новые волны пандемии пока не позволяют снять ограничения в такой степени, чтобы это радикальным образом повлияло на экономическую и торговую активность в мире [4, 5]. Данные обстоятельства обуславливают необходимость реализации государственной поддержки бизнеса всех направлений, в том числе и сельскохозяйственной отрасли. Так общий совокупный объем средств, направленный на поддержку мировой экономики, составляет порядка \$13,8 трлн (16% мирового ВВП) [6]. Государственная поддержка в рамках пандемии выражается не только в виде субсидий и дотаций на развитие отрасли, но предполагает возможность получения кредитов под гарантии государственных органов в совокупности с самим льготным кредитованием. Исследование состава и формы государственной поддержки экономики в части анализа стран Евразийского экономического союза позволяет заключить, что наиболее значимый объем средств выделен в России и Казахстане (4,5% и 8,7% от ВВП, соответственно). Среди стран мира самые внушительные меры государственной поддержки были в 2020 году в США – 13,2% от ВВП. При этом ВВП США в 2020 году в текущих ценах, по данным МВФ, в 14,2 раза был больше ВВП России и в 125,6 раза больше ВВП Казахстана [6].

Таким образом, мировая экономика остается под влиянием ограничительных мер по сдерживанию эпидемии, проявляющихся в части внедрения локдаунов, приостановки деятельности предприятий, а также рядом ограничительных мер по транспортировке и перевозке товаров.

Введение ограничительных мер оказывает сильное влияние, в том числе и на экономику России. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики под влиянием пандемии произошел спад отечественной экономики, он наблюдается практически по всем отраслям, за исключением обрабатывающей промышленности и сельского хозяйства, так как они относятся к предприятиям непрерывного цикла, обеспечивая поставками всю Россию [7].

Орловский регион является одним из аграрных регионов России, обладающим благоприятными природно-климатическими условиями для ведения сельского хозяйства [8]. Аграрное производство является ведущим направлением экономической деятельности, оно вносит большой вклад в обеспечение экономической и продовольственной безопасности региона и страны в целом. Индекс производства продукции сельского хозяйства в субъекте в 2020 году составил 111,3%, что превышает средний показатель по стране [9].

В Орловской области по состоянию на 1 января 2021 года действовали 160 сельскохозяйственных предприятий [10].

В регионе активно развивается как отрасль растениеводства, так и отрасль животноводства. Ежегодно посевные площади увеличиваются в разы. В 2021 году посевная площадь сельскохозяйственных культур в Орловской области превысила 1,3 млн. га,

большая часть которых отведена на выращивание зерновых и зернобобовых культур (пшеница, ячмень, рожь, гречиха, рапс, кукуруза и т.д.), остальная площадь занята техническими и кормовыми культурами, картофелем и овощебахчевыми культурами. В 2021 году регион значительно увеличил производство масличных, сахарной свеклы, повысил урожайность кукурузы. Стабильные показатели и по зерновым [11].

Высокие темпы роста фиксируются и в мясном животноводстве. За первое полугодие 2021 года производство скота и птицы на убой в хозяйствах всех категорий увеличилось на 13,6% и составило 114,1 тыс. тонн [12]. Отрасль животноводства в регионе представлена молочно-мясным скотоводством, свиноводством, птицеводством.

В 2021 году в сельскохозяйственных организациях было занято 16,4 тыс. человек, что составляет 8,3% от общей численности работающих в экономике области [13].

Наиболее важным обобщающим макроэкономическим показателем, характеризующим общие тенденции экономического развития региона, является валовой региональный продукт. По данным статистического сборника Орловской области в таблице 2 отображена структура ВРП по видам экономической деятельности [14].

Таблица 2

Валовой региональный продукт по видам экономической деятельности, % [14]

Виды деятельности	2016	2017	2018	2019
Валовая добавленная стоимость в основных ценах	100	100	100	100
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	17,6	14,8	18,5	19,2
Добыча полезных ископаемых	0,1	0,1	0,1	0,1
Обрабатывающие производства	16,7	16,6	14,2	14,7
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	3,3	3,5	3,3	3,1
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	0,5	0,7	0,6	0,8
Строительство	7,8	6,9	6,7	6,6
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	13,8	15,0	14,0	13,4
Транспортировка и хранение	8,8	8,8	7,7	7,8
Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	0,6	0,6	0,7	0,7
Деятельность в области информации и связи	1,6	1,8	2,2	2,0
Деятельность финансовая и страховая	0,2	0,2	0,2	0,2
Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	8,7	10,3	10,0	9,9
Деятельность профессиональная, научная и техническая	1,4	1,3	1,2	1,2
Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги	1,1	0,9	1,0	1,0
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение	7,0	7,0	7,0	6,7
Образование	5,3	5,6	6,1	6,0
Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг	4,1	4,5	5,0	5,1
Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений	0,8	0,9	1,0	1,0
Предоставление прочих видов услуг	0,6	0,5	0,5	0,5

Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно сделать вывод, что доля сельского хозяйства в структуре ВРП увеличивается с каждым годом, что говорит об относительной независимости аграрного производства от пандемии и наличии возможностей дальнейшего развития отрасли в условиях общего экономического спада.

Доля сельского хозяйства в общем объеме ВРП составила 25,3%, промышленного производства – 19, %, торговли и общественного питания – 15,7%, транспортировки и хранения, информации и связи – 10,2%, строительства – 6,5%.

Не был допущен спад в промышленности. Индекс промышленного производства демонстрирует положительную динамику и составил оценочно 104,3 %.

Объем производства сельскохозяйственной продукции во всех категориях хозяйств, по предварительной оценке, в 2020 году составил 83,9 млрд рублей, или 101,7 % в фактических ценах к уровню прошлого года [14].

Объем производства сельскохозяйственной продукции во всех категориях хозяйств за 2015-2019 г. г., на основе данных федеральной службы государственной статистики по Орловской области, представлен в таблице 3 [15].

Таблица 3

**Валовой сбор продуктов растениеводства в хозяйствах всех категорий
Орловской области, тыс. тонн [15]**

Культура	2015	2016	2017	2018	2019
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки) - всего	2695,7	3127,6	3176,6	3193,8	3672,9
в том числе:					
пшеница озимая	1324,3	1762,5	1837,0	1759,6	1875,8
рожь озимая	6,1	5,5	4,1	4,4	1,1
ячмень озимый	-	-	-	-	0,1
тритикале озимая	9,9	37,5	16,6	31,2	18,7
пшеница яровая	120,2	95,5	186,6	214,8	337,7
тритикале яровая	-	0,8	-	3,8	... ¹⁾
ячмень яровой	551,8	522,0	595,1	649,2	712,7
овес	47,0	39,7	59,4	68,2	44,7
кукуруза на зерно	415,1	426,3	239,6	263,1	439,1
просо	0,5	0,3	0,2	0,8	1,1
гречиха	80,3	83,2	92,9	65,2	86,2
зернобобовые	140,5	154,3	145,6	133,5	147,0
Свекла сахарная	1733,8	2230,0	2255,6	2053,1	2460,8
Семена и плоды масличных культур (в весе после доработки) - всего	185,4	239,4	253,4	379,2	444,9
в том числе:					
семена подсолнечника	72,1	117,1	107,1	160,7	181,6
бобы соевые	72,6	93,2	96,1	150,9	195,5
семена рапса (озимого и ярового)	35,6	26,1	49,2	65,9	66,3
Картофель	311,2	277,2	282,3	267,1	240,7
Овощи открытого и закрытого грунта - всего	63,9	63,3	53,0	49,2	57,0
Корнеплодные кормовые культуры	47,3	35,7	28,8	32,7	26,4
Кукуруза на корм – всего (вес зеленой массы)	560,4	698,9	694,7	612,9	847,5
Сено однолетних трав	23,7	18,7	14,6	12,6	16,8
Сено многолетних трав	42,7	72,1	59,0	56,7	50,7

¹⁾ Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от респондентов, в соответствии с Федеральным законом от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (п.5 ст.4; ч.1 ст.9).

Ежегодно валовый сбор в условиях Орловской области растет. В 2020 году орловские аграрии собрали 4 млн 21 тыс. тонн зерна. В текущем году получили валовое производство зернобобовых культур приблизительно 4 млн 350 тыс. тонн зерна, а также 500 тыс. тонн масличных культур. Такие результаты позволят местным сельхозпредприятиям не только продолжать развивать собственное производство, но и оказывать поддержку в решении социальных вопросов на селе. Уровень цен на зерно в 2020 году и экспортный потенциал, который сейчас есть в стране, позволил сельхозпредприятиям получать хорошую прибыль.

Также растет площадь под посевами сельскохозяйственных культур, что наглядно отображает таблица 4 на основе данных федеральной службы государственной статистики по Орловской области [15].

Таблица 4

**Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий
Орловской области, тыс. га [15]**

	2015	2016	2017	2018	2019
Вся посевная площадь	1198,0	1255,8	1261,2	1255,9	1282,7
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки) – всего	892,6	941,1	886,0	879,6	894,6
Озимые зерновые культуры	453,7	479,3	425,3	430,4	436,3
из них:					
пшеница	449,0	468,9	420,6	422,2	436,3
рожь	2,7	1,8	1,4	1,4	0,4
ячмень	-	-	-	-	0,0
тритикале озимая	2,0	8,6	3,3	6,8	4,4
Яровые зерновые и зернобобовые культуры	438,9	461,8	460,7	449,2	453,5
из них:					
пшеница	41,6	28,9	42,9	61,7	71,3
тритикале	-	0,4	-	1,0	... ¹⁾
ячмень	189,2	181,3	160,6	192,3	190,4
овес	22,5	21,1	21,4	27,6	16,8
кукуруза на зерно	68,5	73,2	55,3	36,7	59,6
просо	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6
гречиха	58,0	76,0	106,2	79,0	52,2
зернобобовые	58,9	80,7	74,1	50,5	60,6
Технические культуры - всего	173,3	187,0	233,5	255,8	276,0
в том числе:					
свекла сахарная	53,0	56,2	58,3	53,4	53,6
Масличные культуры – всего	119,2	129,5	174,5	201,8	221,8
из них:					
подсолнечник на зерно	33,4	56,6	74,8	66,1	70,5
соя	57,4	51,4	73,0	96,8	119,2
рапс (озимый и яровой)	23,6	16,6	24,6	36,6	29,1
Картофель и овощебахчевые культуры - всего	24,8	22,7	20,8	18,0	18,7
в том числе:					
картофель	20,7	18,5	16,8	15,5	15,7
овощи открытого грунта (включая закрытый грунт по населению) - всего	4,0	4,2	3,9	2,5	2,9
Кормовые культуры - всего	107,3	105,0	120,9	102,5	93,4
из них:					
корнеплодные кормовые культуры	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9
кукуруза на корм	21,4	21,1	27,4	23,6	24,0
однолетние травы	30,6	27,2	27,0	19,8	16,7
многолетние травы	52,8	55,1	57,5	57,3	51,4

¹⁾ Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от респондентов, в соответствии с Федеральным законом от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (п.5 ст.4; ч.1 ст.9).

Под урожай 2020 года было засеяно 451,5 тыс. га озимых зерновых культур, что на 3,4 тыс. га больше, чем в 2019 году.

Весь яровой сев в хозяйствах всех категорий проведен на площади 794,3 тыс. га. Яровые зерновые, зернобобовые и крупяные культуры были высеяны на площади 460,9 тыс. га, в том числе пшеница яровая – 79,2 тыс. га, овес – 19,8 га, ячмень – 181,9 тыс. га, кукуруза на зерно – 73,6 тыс. га, гречиха – 49,6 тыс. га, горох – 31 тыс. га, технические культуры на площади 274 тыс. га, в том числе рапс – 30,7 тыс. га, подсолнечник – 69,7 тыс. га, соя – 121,4 тыс. га, сахарная свекла – 49,7 тыс. га. Сев кормовых культур проведен на площади 45,3 тыс. га, картофеля и овощебахчевых культур – 24,1 тыс. га.

Заключение

Таким образом проанализировав результаты сельскохозяйственной деятельности на рубеже 2015-2019, 2020 и 2021 годов в мире, в России и в Орловской области, нами отмечается положительная тенденция роста её показателей. Данная отрасль остается одним из лидеров экономики, несмотря на вводимые ограничения и пандемию COVID-19. Это свидетельствует о том, что работа сельскохозяйственных предприятий непрерывна и направлена на импортозамещение. Положительная динамика развития аграрного комплекса Орловской области, как в части валового сбора продуктов, так и посевных площадей за анализируемый период определяет потенциальный резерв его развития на перспективу.

Литература

1. Внукова О. В., Титков А.А. Инвестиции в аграрный сектор региона: современное состояние и перспективы // Актуальные вопросы и инновационные направления развития АПК глазами молодых ученых: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Орел, 24–26 ноября 2021 года. – Орел: ФНЦ ЗБК. –2021. – С. 23-26.
2. Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19. [Электронный ресурс] // URL: <https://ria.ru/20210311/pandemiya-1600645817.html> [09.12.2021]
3. Мировая торговля и рынки в 2020-2021 гг. [Электронный ресурс] // URL: <https://marklog.ru/mirovaja-torgovlja-i-rynki-v-2020-2021-gg-pod-vlijaniem-pandemii-covid-19/> [09.12.2021]
4. Александров О.В., Добролюбова Е.И. Влияние пандемий на торговлю и пути его минимизации // Торговая политика. – 2020.
5. Erokhin V. (2021). Probing into Economic Development Studies in the Post-COVID Era. Journal of Business Strategy Finance and Management
6. Селищева Т.А. Влияние пандемии COVID-19 на экономику стран-членов евразийского экономического союза и перспективы ее восстановления // Известия СПбГЭУ. 2021. №3 (129). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pandemii-covid-19-na-ekonomiku-stran-chlenov-evraziyskogo-ekonomicheskogo-soyuza-i-perspektivy-ee-vosstanovleniya> (дата обращения: 17.01.2021).
7. Рахаева В.В., Ливанова Р.В., Мырксина Ю. А. Влияние пандемии на экономический рост России // Образование и право. – 2020.
8. Бураева Е.В., Букин Е.А. Состояние и перспективы развития сельского хозяйства в Орловской области // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Макеевка, 26 апреля 2018 года / Под общей редакцией: В.И. Веретенникова, Е.П. Чучко, Н.Л. Савкина, П.Б. Должанова. – Макеевка: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская аграрная академия», – 2018.
9. Орловская область наращивает объемы сельхозпроизводства. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.dairynews.ru/news/orlovskaya-oblast-narashchivaet-obemy-selkhozproiz.html> [09.12.2021]
10. Агропромышленный комплекс. [Электронный ресурс] // URL: https://invest-orel.ru/articles-obl/itogi_agro2013 [09.12.2021]
11. Правительство Орловской области. [Электронный ресурс] // URL: <https://orel-region.ru/index.php/antiterror/index.php?head=1&unit=20075> [09.12.2021]
12. Сельское хозяйство России. [Электронный ресурс] // URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/sh_2019.pdf [09.12.2021]
13. Правительство Орловской области. [Электронный ресурс] // URL: <https://orel-region.ru/index.php?head=148&y=2020> [09.12.2021]
14. Орловская область в цифрах. 2010, 2015, 2018-2020: краткий стат. сб./ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области. – Орел, – 2021. – 190 с.
15. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области [Электронный ресурс] // URL: <https://orel.gks.ru/> [09.12.2021]

References

1. Vnukova O.V., Titkov A.A. Investitsii v agrarnyi sektor regiona: sovremennoe sostoyanie i perspektivy [Investment in the agricultural sector in the region: Current status and prospects]: Aktual'nye voprosy i innovatsionnye napravleniya

- razvitiya APK glazami molodykh uchenykh: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov [Topical issues and innovative directions of agro-industrial complex development through the eyes of young scientists : proceedings of the international scientific-practical conference of young scientists and specialists], Orel, 24-26 November 2021, Orel: ФНЦ ЗБК Publ., 2021, pp. 23-26 (In Russian)
2. Pandemiya novoi koronavirusnoi infektsii COVID-19 [Pandemic of the new coronavirus infection COVID-19]. Available at: <https://ria.ru/20210311/pandemiya-1600645817.html> [accessed 09.12.2021]
 3. Mirovaya trgovlya i rynki v 2020-2021 gg. [World Trade and Markets in 2020-2021] Available at: <https://marklog.ru/mirovaya-torgovlja-i-rynki-v-2020-2021-gg-pod-vlijaniem-pandemii-covid-19/> [accessed 09.12.2021]
 4. Aleksandrov O.V., Dobrolyubova E.I. Vliyanie pandemii na trgovlyu i puti ego minimizatsii. Torgovaya politika, 2020 (In Russian)
 5. Erokhin V. Probing into Economic Development Studies in the Post-COVID Era. Journal of Business Strategy Finance and Management. 2021
 6. Selishcheva T.A. Vliyanie pandemii COVID-19 na ekonomiku stran-chlenov evraziiskogo ekonomicheskogo soyuza i perspektivy ee vosstanovleniya [Impact of the COVID-19 pandemic on the economies of the Eurasian Economic union member states and prospects for recovery]. Izvestiya SPbGEU, 2021, no. 3 (129). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pandemii-covid-19-na-ekonomiku-stran-chlenov-evraziyskogo-ekonomicheskogo-soyuza-i-perspektivy-ee-vosstanovleniya> (accessed: 17.01.2021).
 7. Rakhaeva V.V., Livanova R.V., Myrksina Yu.A. Vliyanie pandemii na ekonomicheskii rost Rossii. Obrazovanie i pravo, 2020 (In Russian)
 8. Buraeva E.V., Bukina E.A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya sel'skogo khozyaistva v Orlovskoi oblasti. Prioritetnye vektory razvitiya promyshlennosti i sel'skogo khozyaistva [The state and prospects for the development of agriculture in the Oryol region. Priority vectors for the development of industry and agriculture]. Materialy I mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Makeevka, 26 aprelya 2018 goda [Materials of the I International Scientific and Practical Conference, Makeevka, April 26, 2018]. Pod obshchei redaktsiei V.I. Veretennikova, E.P. Chuchko, N.L. Savkina, P.B. Dolzhanova [Edited by V.I. Veretennikov, E.P. Chuchko, N.L. Savkin, P.B. Dolzhanov]. Makeevka, GOU VPO «Donbasskaya agrarnaya akademiya» Publ., 2018.
 9. Orlovskaya oblast' narashchivaet ob'em sel'khozproduktov [Oryol Region is increasing the volume of agricultural production]. Available at: <https://www.dairynews.ru/news/orlovskaya-oblast-narashchivaet-obemy-selkhozproiz.html> [accessed 09.12.2021]
 10. Agropromyshlennyy kompleks [Agro-industrial complex]. Available at: https://invest-orel.ru/articles-obl/itogi_agro2013 [accessed 09.12.2021]
 11. Pravitel'stvo Orlovskoi oblasti [Government of the Oryol region]. Available at: <https://orel-region.ru/index.php/antiterror/index.php?head=1&unit=20075> [accessed 09.12.2021]
 12. Sel'skoe khozyaistvo Rossii [Agriculture of Russia]. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/sh_2019.pdf [accessed 09.12.2021]
 13. Pravitel'stvo Orlovskoi oblasti [Government of the Oryol region]. Available at: <https://orel-region.ru/index.php?head=148&y=2020> [accessed 09.12.2021]
 14. Orlovskaya oblast' v tsifrakh. 2010, 2015, 2018-2020: kratkii stat. sbornik [Oryol region in numbers. 2010, 2015, 2018-2020: brief stat. collection]. Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Orlovskoi oblasti [Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Oryol Region] . Orel, 2021, 190 p. (In Russian)
 15. Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Orlovskoi oblasti [Territorial body of the Federal State Statistics Service in Oryol region], URL: <https://orel.gks.ru/> [accessed 09.12.2021]

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛ «ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ»

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.

В тексте необходимо применять терминологию, которую применяют в профильных международных англоязычных журналах по тематике исследований. Реферат сам по себе должен быть понятным без ознакомления с основным содержанием статьи. Рекомендовано строить большинство предложений по образцу: «Обнаружено...», «Установлено...», «Выяснено...», «Оценено влияние...», «Охарактеризованы закономерности...», «Рассмотрено...» и т. д.

Ключевые слова (4-6 слов, по ширине страницы, 12 пт).

Введение («Introduction»)

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 («Materials and methods»)

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 («Results» и «Discussion»)

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 («Conclusion»)

Выводы – 5–10 предложений. Можно в виде списка, можно сплошным текстом.

Благодарности (если необходимы) («Acknowledgements»)

Благодарности подаются после выводов перед библиографическими ссылками.

Библиографические ссылки («References»)

Список литературы должен включать в себя ссылки на современные исследования, опубликованные за последние пять 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».

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 no.

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, vol. 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>

В список литературы не включаются учебные пособия, ГОСТы, диссертации и авторефераты диссертаций, а также другие, труднодоступные для зарубежных читателей, источники.

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.

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, под стать четкости основного текста. Все названия рисунков и таблиц должны быть представлены на русском и английском языках.

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.