

**ПОЗДРАВЛЕНИЕ ЗАМЕСТИТЕЛЯ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА
ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО АГРОПРОМЫШЛЕННОМУ КОМПЛЕКСУ
С. П. БОРЗЁНКОВА**

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Поздравляю коллективы Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур и Шатиловской СХОС со знаковыми юбилеями – 65 и 125 –и летием со дня основания!

Сельское хозяйство России является стержнем социально-экономической политики государства. Аграрный комплекс нашего региона, несмотря на все трудности, уверенно развивается и добивается успехов на этом пути. Во многом они обеспечены достижениями учёных-аграриев региона, которые позволяют строить стратегию повышения эффективности сельского хозяйства на долгосрочную перспективу. Начало прочного фундамента отечественной сельскохозяйственной науки было заложено на всемирно известной Шатиловской опытной станции, 125–и летие которой мы сегодня отмечаем. Шатиловская опытная станция не только сумела наладить работу по обобщению, проверке, систематизации разрозненных знаний и многовекового практического опыта земледельцев, но и заложила важные традиции диалога и сотрудничества учёных и аграриев.



Коллективом Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур за годы 65-летия достигнуты значительные результаты в области селекции, семеноводства, технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Созданы 230 новых сортов, разработаны для различных регионов страны практические рекомендации по возделыванию зернобобовых и крупяных культур, созданию системы семеноводства и семеноведения, столетие которой отмечалось 13 июня. Сегодня всех нас объединяет стремление внести свой вклад в развитие, обеспечение продовольственной безопасности России.

В этот знаменательный день желаю коллективам Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур, Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции сил и крепкого здоровья, благополучия, творческих решений в реализации намеченных планов!

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 2 (38), 2021 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

Гурин Александр Григорьевич, д. с.-х. наук

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

Зеленов Анатолий Николаевич, д. с.-х. наук

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

Кобызева Любовь Никифоровна, д. с.-х. наук, Украина

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

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.**

Фотоматериал **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 в Перечень
рецензируемых научных журналов
и изданий ВАК РФ, в которых
должны быть опубликованы
основные 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) 40-33-15, 40-30-04
E-mail: office@vniizbk.orel.ru,
jurnalzbk@mail.ru
Сайт: <https://vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 21.06.2021 г.

Формат А4.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ «ФНЦ ЗБК»

Цена свободная.

ZERNOBOBOVYE I KRUPÂNYE KUL'TURY (Legumes and Groat Crops) No.2 (38), 2021

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 selection 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.).

Gurin, Aleksandr G. – N.V. Parakhin GAU, Orel; Head Department of Agroecology and Environmental Protection, Dr. Sci. (Agric.).

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

Zelenov, Anatolii N. – FSBSI FSC LGC, Dr. Sci. (Agric.).

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

Kobyzeva, Lyubov N. – V.Ya. Yuryev IR UAAN, Deputy Director, Dr. 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.).

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 №ФЦ77-77939,
dated 19.02 2020

Journal is included in the List of peer-reviewed scientific journals and publications of Higher Attestation Commission of the Russian Federation, in which the main 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',
Orlovskijj rajjon, pos. Streleckijj ,
ul. Molodezhnaja, d.10, korp.1
phone:(4862) 40-33-15, 40-30-04
E-mail: **office@vniizbk.orel.ru**,
jurnalzbn@mail.ru
Site: **<https://vniizbk.ru>**

Date of publication: 21.06.2021
Format A4.

Font Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Printed at FSBSI «FSC LGC»

Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

Полухин А.А., Гусева А.Н., Цуканова З.Р., Бош Е.С., Мерцалов Е. Н., Гусев А.С. К 100-летию системы семеноводства в России	6
Шевченко С.Н., Долженко Д.О., Калякулина И.А. Результаты селекции голозёрного ячменя в Среднем Поволжье	15
Алтухов А.И. Техничко-технологический потенциал сельского хозяйства и необходимость его модернизации	28
Соболева Г.В., Зеленов А.А., Соболев А.Н. Характеристика образцов гороха морфотипа хамелеон по относительной засухоустойчивости	38
Беляева Р.В., Головина Е.В. Особенности изменчивости хозяйственно ценных признаков гороха различного происхождения	45
Голопятов М.Т., Гурьев Г.П. Влияние комплексного микроудобрения Аквамикс и инокуляции на продуктивность и качество сортов гороха нового поколения	52
Запрудский А.А. Эффективность возделывания кормовых бобов на зерно и зеленую массу при различных сроках посева в условиях центральной части Беларуси	59
Ерохин А.И., Латынцева Е.В. Снижение степени травмирования семян кормовых бобов уборочными и зерноочистительными машинами	66
Шабалкин А.В., Е.А. Дубинкина, Беляев Н.Н. Эффективность предпосевной обработки семян и некорневой подкормки сои инокулянтами и микроудобрениями в ЦЧР	72
Силаева Л.П. Пространственная организация производства семян масличных культур.....	79
Сурков А.Ю., Суркова И.В., Чевердина Г.В. Продуктивность и морфофизиологические показатели различных морфотипов проса	89
Тихонов Н.П. Сорт проса посевного Сарбин	99
Конончук В.В., Тимошенко С.М., Назарова Т.О., Штырхунов В.Д., Никиточкин Д.Н., Шуркин А.Ю., Колотилина З.М. Зерновая продуктивность и азотфиксирующая способность люпина узколистного в зависимости от норм высева, удобрений и применения гербицидов при разных погодных условиях в центре Нечерноземной зоны России	104
Кирюхин С.В., Зарьянова З.А. Соотношение высоты травостоя различных видов трав с их кормовой продуктивностью при многолетнем использовании	115
Голова Т.Г., Ершова Л.А. Продуктивность сортов ячменя в различных вариантах посева	123
Кузьмич М.А., Дятлова Н.А., Кузьмич Л.С. Продуктивность и качество зерна новых линий пленчатого и голозерного овса	129
Тугарева Ф.В. Биохимические свойства зерна и размеры зерновок яровой твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов	137
Медведева О.Л. Выделение новых, устойчивых к твердой головне генотипов яровой пшеницы на искусственном инфекционно-провокационном фоне	144
Романов Б.В., Козлов А.А., Парамонов А.В. Повышение продукционных признаков озимой твёрдой пшеницы Курант с помощью <i>T.turgidum</i>	149
Медведев А.М., Горянина Т.А., Нардид А.В. Агробιοлогическая характеристика нового сорта озимой тритикале Арктур	154
Гординская Е.А., Крохмаль А.В., Грабовец А.И., Барулина Н.И., Бирюкова О.В. Характеристика биологического потенциала сортов озимого тритикале	158
Мнатсаканян А.А. Изменение показателей почвенного плодородия чернозема выщелоченного в посевах подсолнечника в зависимости от систем основной обработки	165

CONTENT

Polukhin A.A., Guseva A.N., Tsukanova Z.R., Bosh E.S., Mertsalov E.N., Gusev A.S. To the 100 th anniversary of the seed production system in Russia	6
Shevchenko S.N., Dolzhenko D.O., Kalyakulina I.A. Breeding results of hulless barley in the middle Volga region	15
Altukhov A.I. Technical and technological potential of agriculture and the need for its modernization	28
Soboleva G.V., Zelenov A.A., Sobolev A.N. Characteristics of pea specimens of the chameleon morphotype in terms of relative drought tolerance	38
Belyaeva R.V., Golovina E.V. Peculiarities of variability of economically valuable characteristics of different origin pea	45
Golopyatov M.T., Gur'ev G.P. Influence of complex micronutrient fertilizer Aquamix and inoculation on productivity and quality of new generation pea varieties	52
Zaprudski A.A. Efficiency of fodder beans cultivation for grain and green mass at different sowing periods under the central part of Belarus conditions	59
Erokhin A.I., Latyntseva E.V. Reducing the degree of injury to forage seeds by harvesters and grain cleaning machines	66
Shabalkin A.V., Dubinkina E.A., Belyaev N.N. Efficiency of pre-sowing seed treatment and non-root fertilization of soybeans with inoculants and microfertilizers in the Central Black Earth Region	72
Silaeva L.P. Spatial organization of oilseeds production	79
Surkov A.Ju., Surkova I.V., Cheverdina G.V. Productivity and morphophysiological indicators different morphotypes of millet	89
Tikhonov N.P. Common millet variety Sarbin	99
Kononchuk V.V., Timoshenko C.M., Nazarova T.O., Shtyrkhunov V.D., Nikitochkin D.N., Shurkin A.Yu., Kolotilina Z.M. Grain productivity and nitrogen-fixing capacity of lupine narrow-leaf depending on seeding rates, fertilizers and application of herbicides under different weather conditions in the center of the Non-Black Earth Zone of Russia	104
Kiryukhin S.V., Zar'yanova Z.A. Ratio of height of plants of different types of herbs with their forage productivity with long-term use	115
Golova T.G., Ershova L.A. Productivity of barley varieties in various sowing options	123
Kuz'mich M.A., Dyatlova N.A., Kuz'mich L.S. Productivity and grain quality of new lines of hulled and naked oats	129
Tugareva F.V. Biochemical properties of grain and grain sizes of spring durum wheat and interspecific hybrids	137
Medvedeva O.L. Selection of new, hard smut-resistant spring wheat genotypes against an artificial infectious-provocative background	144
Romanov B.V., Kozlov A.A., Paramonov A.V. Increasing the production characteristics of winter durum wheat Curant with <i>T. turgidum</i>	149
Medvedev A.M., Goryanina T.A., Nardid A.V. Agrobiological characteristics of a new variety of winter triticale Arctur	154
Gordinskaya E.A., Krochmal A.V., Grabovets A.I., Barulina N.I., Biryukova O.V. Characteristic of biological potential of winter tritikale varieties	158
Mnatsakanyan A.A. Changes in soil fertility indices of leached black soil in sunflower crops depending on the basic tillage systems	165

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-6-14

УДК 338.439.222

К 100-ЛЕТИЮ СИСТЕМЫ СЕМЕHOBOДCTBA B POCЦИИ

А.А. ПОЛУХИН, доктор экономических наук, профессор РАН

ORCID ID0000-0001-5713-7444

А.Н. ГУСЕВА, старший научный сотрудник, gusevazbk@mail.ru

З.Р. ЦУКАНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

Е.С. БОШ, младший научный сотрудник

Е.Н. МЕРЦАЛОВ *, директор

А.С. ГУСЕВ**, менеджер

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

* ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

** ООО «СИНГЕНТА», Aleksandr.Gusev@syngenta.com

В статье рассмотрены исторические аспекты, основные этапы и современное состояние развития системы семеноводства в Российской Федерации, описано правовое регулирование. Особое внимание уделено проблеме импортозамещения зарубежных семян, определены наиболее уязвимые группы семян в отечественной системе семеноводства, проанализированы наиболее эффективные частные отечественные селекционно-семеноводческие компании. На основании анализа развития системы семеноводства в РФ, устанавливаются перспективы развития в ближайшем будущем.

Ключевые слова: система семеноводства, селекционно-семеноводческие центры, селекция, перспектива развития системы семеноводства.

TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE SEED PRODUCTION SYSTEM IN RUSSIA

A.A. Polukhin, A.N. Guseva, Z.R. Tsukanova, E.S. Bosh, E.N. Mertsalov*, A.S. Gusev**

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»,

Orel, Russia, gusevazbk@mail.ru

*SHATILOVO AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION – BRANCH OF FSBSI

«FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**ООО «SYNGENTA», Orel, Russia, Aleksandr.Gusev@syngenta.com

Abstract: *The article examines the historical aspects, the main stages and the current state of development of the seed production system in the Russian Federation, describes the legal regulation. Special attention is paid to the problem of import substitution of foreign seeds, the most vulnerable groups of seeds in the domestic seed production system are identified, the most effective private domestic breeding and seed growing companies are analyzed. Based on the analysis of the development of the seed production system in the Russian Federation, development prospects in the near future are established.*

Keywords: seed production systems, seed-breeding centers, breeding, perspective of seed production system development.

Основы семеноводства в России зародились на Шатиловской опытной станции по инициативе П.И. Лисицына, который считал, что претендующая на прочное будущее семенная организация, не может быть кустарной или любительской. Она должна обладать всеми научными и техническими средствами и усовершенствованиями, выработанными в настоящее время наукой и практикой семеноводства. Учитывая опыт Шатиловского

семеноводства П.И. Лисицын подготовил материалы, а В.И. Ленин 13 июня 1921 года подписал Декрет «О семеноводстве» [1]. Он гласил:

- приступить немедленно к организации массового размножения и распространения в Республике чистосортных семян, а потому организацию семеноводства в Республике признать первостепенным заданием Народного Комиссариата Земледелия;

- образовать из селекционного (чистосортного) семенного материала государственный фонд специального назначения, для чего безотлагательно провести планомерную регистрацию, учет и мобилизацию соответствующего семенного материала;

- поручить в первую очередь Шатиловской (Тульской губ.), Энгельгардской (Смоленской губ.), Московской, Воронежской, Саратовской, Безенчукской (Самарской губ.), Вятской и Омской областным станциям, а также и Новозыбковской (Гомельской губ.) опытной станции немедленно приступить к расширению и быстрой организации государственных питомников маточных семян, развивая селекцию и семеноводство применительно к условиям сельскохозяйственной области, для чего расширить находящуюся в их распоряжении площадь питомников путем передачи наилучших оборудованных Советских хозяйств;

- выделить немедленно из каждой области сеть наиболее отвечающих всем требованиям семенных Советских хозяйств с целью организации в них государственных рассадников для размножения семян чистых сортов для последующего их распространения среди сельскохозяйственного населения области;

- снабдить указанные государственные питомники и рассадники всеми необходимыми средствами производства.

Во исполнение Декрета «О семеноводстве» был составлен государственный план, который способствовал развитию семеноводства в стране.

С 1924 года начинает формироваться Государственная сеть сортоиспытания, впервые проводится апробация сортовых посевов и устанавливается с 1926 года государственный контроль за качеством семян [9].

В начале 1928 года был создан специализированный союз сельскохозяйственной кооперации – Семеноводсоюз, а его печатным органом в октябре 1929 года стал журнал «Селекция и семеноводство» [13].

В эти годы создателями теоретических и практических основ селекционно-семеноводческой отрасли были ведущие ученые страны: Н.И. Вавилов, И.В. Мичурин, В.В. Таланов, С.И. Жигалов, П.И. Лисицын, Д.Л. Рудзинский, П.Н. Константинов, Н.В. Рудницкий, Г.К. Мейстер, А.А. Шехурдин, В.Я. Юрьев, А.Г. Лорх, В.Е. Писарев, Н.Л. Скалзуб и многие другие. В первоначальный период становления селекции огромную роль в этом сыграл Н.И. Вавилов. В 1920-е годы под его руководством Народным комиссариатом земледелия была создана разветвленная по всему СССР сеть селекционных и опытных станций. В 115 отделениях и опытных станциях ВИР шло изучение и испытание различных форм сельскохозяйственных культур для всех почвенно-климатических зон СССР [9].

В 1931 г. были законодательно утверждены основные организационные принципы системы семеноводства (рис. 1), начался второй этап её развития (1931-1937 гг.) в основных природных зонах страны организовано 10 селекцентров, в систему которых включено более 165 селекционных станций [11].

Создается в государственном масштабе фонд сортовых семян. В 1934 г. утверждены первые ГОСТы на сортовые семена зерновых культур. Началось планомерное размножение сортовых семян и вытеснение всевозможных переродов иностранных сортов и сортосмесей. Принятые меры значительно улучшили состояние семеноводства в стране, но не решили всех вопросов. Так, в 1937 г сортовые посевы зерновых культур составляли только 41,6% посевных площадей [17].

Для улучшения семеноводства Совнарком СССР принял 29 июля 1937 г. очень важное постановление «О мерах по улучшению семян зерновых культур». Этим постановлением было положено начало третьему этапу развития семеноводства.



Рис. 1. Система семеноводства. 1931-1937 год

Была создана система селекции и семеноводства зерновых культур, объединяющая в единую систему селекцию, испытание и районирование сортов, заготовку и контроль за сортовыми (апробация) и посевными качествами (семенной контроль) семян.

Система семеноводства, принятая в 1937 году, способствовала дальнейшему распространению новых, более урожайных сортов, расширению площадей под сортовыми посевами и повышению урожайности зерновых культур. Так, с 1937 по 1940 г. площади сортовых посевов зерновых и зерновых бобовых культур возросли с 41,6 до 84%. За годы Великой Отечественной войны они сократились до 55% [10].

В 1945 г. правительство приняло специальное постановление "Об улучшении семеноводства зерновых культур". Этим постановлением была предусмотрена организация более 900 новых районных семеноводческих хозяйств. Для ускорения производства семян элиты дополнительно к селекционным станциям в лучших колхозах и совхозах ряда республик и областей были организованы элитные семеноводческие хозяйства. Это позволило ускорить обеспечение семенных участков райсемхозов высококачественными элитными семенами [10].

По окончании Великой Отечественной войны сеть сельскохозяйственных научных учреждений, разрушенная фашистами, была быстро восстановлена.

По Постановлению Совета Министров СССР от 07/V 1946 г. "О мерах по расширению травосеяния и повышению урожайности многолетних трав в колхозах и совхозах" в дополнение к небольшому количеству семрассадников по травам была создана большая сеть спецсемхозов. Главной задачей спецсемхозов является производство семян ценных местных и селекционных сортов многолетних трав.

Исключительное внимание вопросам семеноводства уделил февральский (1947) Пленум ЦК ВКП(б), который обязал местные партийные органы принять все меры к быстрейшему размножению новых, более урожайных районированных сортов для замены ими устаревших и малоурожайных сортов. С 1947 г. начинается четвертый этап развития системы семеноводства.

К 1959 году семеноводческую работу с зерновыми культурами проводили уже 160 научно-исследовательских учреждений, 2311 элитхозов и 3710 райсемхозов [10].

В целях дальнейшего улучшения системы семеноводства в СССР Правительством было принято 23 апреля 1960 г. Постановление «Об улучшении семеноводства зерновых масличных и многолетних трав», определившее начало четвертого этапа развития семеноводства в нашей стране. На основании этого постановления была усовершенствована действующая система семеноводства. Если раньше путь элитных семян до колхозов и совхозов был долгим, то теперь элита или семена первой репродукции из научно-

исследовательских учреждений либо учебно – опытных хозяйств стали поступать прямо в хозяйства - в семеноводческие бригады и отделения [13].

Так, за 2 года, в период с 1962 по 1963 годы было продано 550 тыс. тонн элиты и первой репродукции. Значительно ускорился процесс внедрения новых сортов [11].

Новая система семеноводства дала положительные результаты, что позволило в ряде областей и краев полностью перейти на посев сортовыми семенами, при этом она имела ряд недостатков (рис. 2).

4 ноября 1976 года ЦК КПСС и Совет Министров СССР принимают Постановление № 915 «О мерах по дальнейшему улучшению селекции и семеноводства зерновых, масличных культур и трав», которое предусматривало: разработку и осуществление мероприятий по улучшению организации селекционно-семеноводческой работы по зерновым, масличным культурам и травам, по ускоренному созданию и внедрению в производство новых высокопродуктивных сортов этих культур, отвечающих требованиям интенсивного земледелия, а также по организации производства на промышленной основе высококачественных сортовых семян в специализированных семеноводческих хозяйствах и межхозяйственных объединениях и укреплению материально-технической базы селекции и семеноводства [8]. В 1976 г. начинается пятый этап развития системы семеноводства, продолжающийся до 1985 года.



Рис. 2. Недостатки системы семеноводства 60-х годов

Шестой этап - 1985-1991 годы - обусловлен изменением стратегии развития сельскохозяйственного производства. Вместо специализированных отраслевых объединений было решено создать агропромышленные объединения (производство + переработка + реализация).

С 1985 года начался процесс демонтажа единой семеноводческой системы СССР. Намечалась тенденция обособления республиканских семеноводческих структур в связи с переводом республик на хозрасчет и самофинансирование. Этот период характеризуется разрушением сети товарного семеноводства (спецсемхозы), практически прекращено развитие материально-технической базы, потеря контроля за соблюдением нормативно-методических основ семеноводства (апробация, контроль качества семян, схемы размножения семян и т.д.).

Кризисная ситуация 90-х годов оказала существенное влияние на развитие отечественного семеноводства. Иностранные сорта, превосходившие отечественные по конкурентным признакам, вытеснили с российского рынка сорта отечественной селекции.

Седьмой этап – современное состояние семеноводства. Началом этого этапа можно считать 1991 год, когда после распада СССР единая селекционно-семеноводческая сеть оказалась разорванной. Новые государства бывшего Союза стали реформировать

селекционно-семеноводческие комплексы применительно к национальным интересам собственного сельскохозяйственного производства. В итоге, началось разрушение селекционно-семеноводческого комплекса России, обусловленное обвалом всей экономики страны. Отсутствие государственного управления таким мощным и опасным механизмом, как цена, расстроило всю цепь сельскохозяйственного производства, особенно звенья – селекция-семеноводство-товаропроизводитель.

Для сохранения отечественной селекции и семеноводства государство стало применять ряд действий: в 1993 г. был принят Федеральный закон № 5605-1 «О селекционных достижениях», в 1997 г. вступает в силу Федеральный закон № 149-ФЗ «О семеноводстве», закон «О лицензировании отдельных видов деятельности», 25 сентября 1998 г., в 2004 г. образуется Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор), в 2006 г. принимается четвертая часть Гражданского кодекса РФ, содержащая главу 73 «Право на селекционное достижение», в 2007 г. Семенная государственная инспекция переименована в ФГБУ «Россельхозцентр», в 2007 году Постановлением Правительства РФ № 446 утверждается Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы, в рамках которой проводилась поддержка элитного семеноводства, в 2010 году ФГБУ «Россельхозцентр» регистрирует систему добровольной Сертификации «Россельхозцентр» с целью повышения качества продукции, защиты интересов граждан от недобросовестности производителей продукции и продавцов, содействия повышению конкурентоспособности, оказания помощи приобретателям и пользователям в компетентном выборе продукции, эффективностью использования объектов сертификации. В 2012 году постановлением Правительства РФ № 717 утверждена Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы, которая способствовала созданию условий для развития отечественного конкурентоспособного рынка семян сельскохозяйственных культур. В 2013 году установлены полномочия Россельхознадзора по государственному надзору в области семеноводства, которые определены Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 2013 г. № 476 «О вопросах государственного контроля (надзора) и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации». Пунктом 5.1.7. Постановления внесено дополнение в Положение о Федеральной службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору, утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2004 г. № 327 [13].

В 2016 году Президент России подписал Указ от 21.07.2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства», который предусматривает разработку и реализацию комплекса мер, направленных на создание и внедрение до 2026 года конкурентоспособных отечественных технологий, основанных на новейших достижениях науки и обеспечивающих производство оригинальных и элитных семян сельскохозяйственных растений, по направлениям развития отечественного растениеводства, имеющим, в настоящее время, высокую степень зависимости от семян иностранного производства [10].

В 2017 году Постановлением Правительства РФ № 996 утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 гг. Ожидаемым результатом ее реализации будет снижение уровня импортозависимости за счет внедрения и использования технологий производства семян высших категорий (оригинальных и элитных) сельскохозяйственных растений не менее чем на 30% [12].

Постановлением от 21 декабря 2018 года № 1615 Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы дополнена подпрограммой «Развитие селекции и семеноводства сахарной свёклы в Российской Федерации».

С 1 января 2021 года вступил в силу новый Порядок реализации и транспортировки семян сельскохозяйственных растений, утвержденный приказом Минсельхоза России от

31.07.2020 № 443 «Об утверждении Порядка реализации и транспортировки партий семян сельскохозяйственных растений».

Основное условие, позволяющее продавать партии семян - наличие информации о сортовой принадлежности, происхождении и качестве как в сопроводительных документах, так и на таре (упаковке) либо на ярлыке (этикетке), о наличии (отсутствии) генетических модификаций.

В настоящее время, 13 апреля 2021 г. принят Федеральный закон «О семеноводстве». Данный законопроект направлен на создание благоприятных условий для аграриев в сфере торговли семенами и устранение излишних административных препятствий в области семеноводства.

Законопроект определяет базовые понятия и регламентирует основные процессы, связанные с производством, реализацией и хранением семян, определяет требования к качеству семенного материала. Прописана правовая основа для формирования и ведения Госреестра семян, согласно которому каждый сорт должен будет пройти испытания с учетом региональной специфики.

Следует отметить, что с 2019 года уделяется особое внимание созданию новых селекционно-семеноводческих центров в РФ, в 2019 году их создано 18, в 2020 году - 15, в 2021 году планируется создание еще 8 селекционно-семеноводческих и селекционно-племенных центров [3].

При этом следует отметить, что по ряду культур требуется особое внимание развития селекции и семеноводства в РФ, так как доля семян иностранных сортов сельскохозяйственных культур ещё велика (табл.).

Таблица

Доля иностранных семян в РФ (%) [1]

Культура	2017 год (%)	2018 год (%)	2019 год (%)	Абсолютное отклонение
Сахарная свекла	98,8	96,5	98,00	-0,8
Подсолнечник	59,4	61,0	66,6	7,2
Картофель	54,0	46,0	80,0	26
Кукуруза	51,2	67,0	58,5	7,3
Рапс озимый	46,1	86,0	77,4	31,3
Горох	36,8	16,0	14,1	-22,7
Соя	28,8	33,0	46,1	17,3
Лен-долгунец	22,1	22,0	24,7	2,6

Наиболее уязвимые позиции наблюдаются по сахарной свекле, подсолнечнику, картофелю и кукурузе. В 2018 году по кукурузе было допущено 1029 сортов (690 импортных и 339 российских), по подсолнечнику 631 сорт (383 импортных и 248 российских). По оценке Минсельхоза, по итогам 2020 года доля используемых в России семян отечественной селекции составила 62,7. Тогда как в Доктрине продовольственной безопасности пороговое значение по обеспеченности отечественными семенами обозначено в 75 %. Стоит отметить, что по ряду культур отечественное семеноводство обеспечивает необходимые показатели, установленные в Доктрине продовольственной безопасности. Так, посевные площади под тритикале озимой засеяны на 89% отечественными сортами (4 сорта импортных, 54 отечественных), под рожью озимой – на 94% (242 сорта отечественного производства и 15 сортов импортных), под ячменем озимым – на 91% (45 сортов отечественных, 4 сорта импортных), под озимой пшеницей – на 97% (296 сортов отечественных и 9 сортов импортных), под пшеницей яровой – на 94% (242 сорта отечественных и 15 импортных) (расчет по данным [1]).

По данным Федеральной таможенной службы России в 2017 году в Россию было завезено 85,7 тыс. тонн импортных семян на общую сумму 24 139,4 млн. руб. При этом

Минсельхоз России обращает внимание, что цена 1 тонны семян кукурузы кубанского производства 60 тыс. руб., а производства компании «Сингента» 350-400 тыс. руб., «КВС» – 3400-375 тыс. руб., «Пионер» – 475-500 тыс. руб [2].

В России зарубежные компании взаимодействуют с семеноводческими хозяйствами через локализацию производства семян из иностранного селекционного материала. Это связано с перспективностью роста объемов семян на российском рынке (рис. 3) [12].

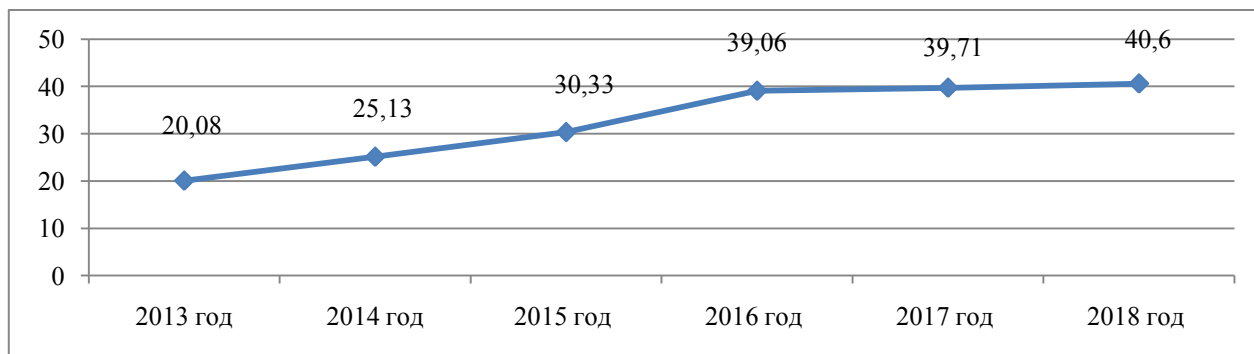


Рис. 3. Динамика объема импортных семян сельскохозяйственных культур (млрд. руб.) (расчет по данным Минсельхоза РФ)

Большие партии семян озимой пшеницы из РФ поставляются в Турцию, Азербайджан и Республики Средней Азии. В этих странах отечественные селекционеры отвоевывают место на рынке в условиях жесткой конкуренции с иностранными компаниями.

Успешное присутствие на рынке в течение длительного времени, увеличение объемов продаж и зарегистрированных селекционных достижений наблюдается у таких частных отечественных селекционно-семеноводческих компаний как «Кос-Маис», НПО «Семеноводство Кубани» (кукуруза), «Агроплазма» (подсолнечник, сорго, кукуруза), «Компания Соевый комплекс» (соя), ООО «Отбор», ООО «Лидер», ООО «Агроплазма», ООО «Кукуруза», ООО «Галактика», ООО «ЭкоНива-Семена», «Поиск», «Гавриш» и др. [5].

Посевные площади риса в России заняты отечественными сортами на 99,9 процентов, отечественные сорта риса успешно используют и в Казахстане, и в Узбекистане [3].

При этом остро стоит вопрос качества отечественного семенного материала, многие сельхозпроизводители отмечают, что семенной материал не всегда отвечает всем параметрам со стороны качества, несмотря на контроль со стороны государственных органов в области семеноводства. Количество используемых некондиционных семян яровых зерновых и зернобобовых культур в 2020 г. составило 19% от общего количества семенного материала, при этом в Северо-Западном ФО их доля составила – 21,8%, в Уральском ФО – 50,1% (рост за 2017-2020 года на 21,2%), в Дальневосточном ФО – 54% (рост за 2017-2020 годы в 2,2 раза) [14].

Для снижения рисков появления на рынке фальсификатов, в России создается Федеральная государственная информационная система в области семеноводства сельскохозяйственных растений. Государством предусмотрена компенсация части затрат на приобретение элитных семян – по ставке на 1 гектар посевной площади.

Продолжается работа по охране селекционных достижений. Количество сортов и гибридов, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений, увеличилось практически в два раза – с 10 до 20 тыс. При этом растет доля сортов российского происхождения. Так, российских сортов зерновых культур в 2017 году было зарегистрировано в реестре 42 против 7 иностранного происхождения [7].

По состоянию на 01.04.2021 г. в Реестр семеноводческих хозяйств РФ по производству семян включено 909 предприятий. За 2020 год рост семеноводческих предприятий составил 21,04 %, что говорит о перспективности развития отечественного семеноводства [16].

Созданные ведущие российские научные аграрные центры (на 1 января 2021 года создано 33 новых селекционно-семеноводческих центра) должны обеспечить сельскохозяйственных товаропроизводителей отечественным селекционно-генетическим материалом в целях достижения показателей продовольственной независимости РФ. В рамках реализации программы запланировано обновление парка сельскохозяйственной техники научных учреждений и предоставление грантов на развитие селекционно-семеноводческих и селекционно-племенных центров в 2021-2024 годах на общую сумму 3,675 млрд. рублей.

Имеющийся потенциал, направленные меры поддержки на развитие отечественной селекции и семеноводства способны дать стимул для высокоэффективного развития семеноводства, тем самым в будущем обеспечив независимость отрасли растениеводства от поставки сортовых семян зарубежными компаниями. В настоящее время идет активное усовершенствование формирования системы семеноводства, ориентированной на современные политико-экономические условия, отвечающей новым вызовам современности.

Литература

1. АБ-центр Экспертно-аналитический центр агробизнеса. // <https://ab-centre.ru/page/database> (дата обращения 1.04.2021)
2. Анализ рынка семян для посева в России. Агентство маркетинговых исследований [Электронный ресурс]. URL: <https://www.restko.ru/market/11035>. (Дата обращения 12.04.21)
3. Главное агрономическое совещание // URL: <http://www.nsss-russia.ru/2020/02/01/главное-агрономическое-совещание/#more-9088> (дата обращения 12.04.2021)
4. Гончаров Н.П. К 250 – летию селекции растений в России. // Вестник ВОГиС, – 2005. – № 3. – С. 279-289.
5. Гуляева Т.И., Савкин В.И., Бураева Е.В. Экономика российской селекции и семеноводства: современное состояние и пути развития. // Ученые записи Крымского университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. – 2018, – № 4, – С. 56-67.
6. Законы, кодексы и нормативно-правовые акты РФ // URL: <http://legalacts.ru/doc/zakon-rf-ot-06081993-n-5605-1-o/>. (Дата обращения 28.04.2021)
7. Исследовательский проект Селекция 2.0 Научный доклад НИУ ВШЭ и ФАС России. Институт права и развития. 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/427845791.pdf> (дата обращения 7.04.2021)
8. Лачуга Ю.Ф., Плугатарь Ю.В., Макрушин Н.М., Малько А.М. Концепция стратегического развития семеноводства в Российской Федерации – Симферополь, – 2018. – 18 с.
9. Лукьянова А.Н. Развитие селекции и семеноводства в Российской Федерации. // URL: <https://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2019/03/razvitye-selekcyu-y-semenovodstva-v-rf-sf-14.03.2019.pdf> (дата обращения 06.04.2021)
10. Манукян И.Р., Абиева Т.С., История развития селекции и семеноводства в РФ: прошлое и настоящее. // Вестник Владикавказского научного центра. – № 1. – 2019. – С. 50-54.
11. Минина Е.Л., Березкин А.Н., Краткий обзор системы семеноводства и селекции растений, их правового регулирования в Российской Федерации. [Электронный ресурс]. // URL: http://agrdialog.ru/files/prints/saatgutstudie_gans_russisch_2016_06_14_nb.pdf (дата обращения 08.04.2021)
12. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://old.mcsc.ru/news/news/show/58023.0.htm>. (Дата обращения 8.04.2021)
13. Панарина В.И. Мельник А.Ф., Полухин А.А. Перспективные направления развития семеноводства в России как фактор обеспечения продовольственной безопасности // Вестник аграрной науки. – 2017, – №6, – С. 45-53.
14. Панарина В.И., Полухин А.А. Семеноводство как основа продовольственной безопасности Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 4. – С.55-59.
15. Полухин А.А., Панарина В.И., Шабалкина Н.А., Тенденции развития селекции и семеноводства в России в условиях реализации политики импортозамещения на ресурсных рынках. // Вестник аграрной науки. – 2020, – № 4, – С.118-129.
16. Проект селекция 2.0. Первые результаты [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.nsssrussia.ru/wpcontent/uploads/2019/10/%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-2.0.pdf> (дата обращения 09.04.2021)

References

1. AB-tsentr Ekspertno-analiticheskiy tsentr agrobiznesa. [AB-center Expert and analytical center of agribusiness.]/// <https://ab-centre.ru/page/database> (In Russian)
2. Analiz rynka semyan dlya poseva v Rossii. Agentstvo marketingovykh issledovaniy [Elektronnyy resurs]. [Analysis of the seed market for sowing in Russia. Marketing Research Agency [Electronic resource].] URL: <https://www.restko.ru/market/11035>. (accessed 12.04.21) (In Russian)

3. Glavnoe agronomicheskoe soveshchanie [Main Agronomic meeting] (In Russian) <http://www.nsss-russia.ru/2020/02/01/главное-агрономическое-совещание/#more-9088>
4. Goncharov N. P. K 250 –letiyu selektsii rasteniy v Rossii. // [To the 250th anniversary of plant breeding in Russia]. // *Vestnik VOGiS*. No. 3, 2005, pp. 279-289] (In Russian)
5. Gulyaeva T. M., Savkin V. I., Buraeva E. V. Ekonomika rossiyskoy selektsii i semyonovodstva: sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya [Economics of Russian breeding and seed production: current state and ways of development]. *Economics and Management*. No. 4, 2018, pp. 56-67 (In Russian)
6. Zakony, kodekсы i normativno-pravovye akty RF [Laws, codes and normative-legal acts of the Russian Federation] (In Russian) <http://legalacts.ru/doc/zakon-rf-ot-06081993-n-5605-1-o/>.
7. Issledovatel'skiy proekt Seleksiya 2.0 Nauchnyy doklad NIU VSHE i FAS Rossii. Institut prava i razvitiya. 2020 g. [Research project Selection 2.0 Scientific report of the Higher School of Economics and the FAS of Russia. Institute of Law and Development. 2020] (In Russian) <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/427845791.pdf>
8. Lachuga Yu. F., Plugatar Yu. V., Makrushin N. M., Malko A.M. Kontseptsiya strategicheskogo razvitiya semenovodstva v Rossiyskoy Federatsii [The concept of strategic development of seed production in the Russian Federation]. – Simferopol, 2018. P. 18. (In Russian)
9. Lukyanova A. N. Razvitie selektsii i semenovodstva v Rossiyskoy Federatsii [Development of breeding and seed production in the Russian Federation] (In Russian) <https://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2019/03/razvitye-selektsii-y-semenovodstva-v-rf.-sf-14.03.2019.pdf>
10. Manukyan I. R., Abieva T. S., Istoriya razvitiya selektsii i semenovodstva v RF: proshloe i nastoyashchee. [History of the development of breeding and seed production in the Russian Federation: past and present]. // *Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center*. No. 1.2019. pp. 50-54 (In Russian)
11. Minina E. L., Berezkin A. N., Kratkiy obzor sistemy semenovodstva i selektsii rasteniy, ikh pravovogo regulirovaniya v Rossiyskoy Federatsii [A brief overview of the system of seed production and plant breeding, their legal regulation in the Russian Federation]. URL: http://agrdialog.ru/files/prints/saatgutstudie_gans_russisch_2016_06_14_nb.pdf (дата обращения 08.04.2021) (In Russian)
12. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii [The Ministry of Agriculture of the Russian Federation] (In Russian) <http://old.mcx.ru/news/news/show/58023.0.htm>.
13. Panarina V. I., Melnik A. F., Polukhin A. A. Perspective directions of seed production development in Russia as a factor of ensuring food security // *Bulletin of Agrarian Science*. No. 6, 2017, pp. 45-53. (In Russian)
14. Panarina V. I., Polukhin A. A. Semenovodstvo kak osnova prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii [Seed production as the basis of food security of the Russian Federation] // *Economy of agriculture of Russia*. No. 4. 2017. pp. 55-59. (In Russian)
15. Polukhin A. A., Panarina V. I., Shabalkina N. A., Tendentsii razvitiya selektsii i semenovodstva v Rossii v usloviyakh realizatsii politiki importzameshcheniya na resursnykh rynkakh. [Trends in the development of breeding and seed production in Russia in the context of the implementation of the import substitution policy in resource markets]. // *Bulletin of Agrarian Science*. No. 4, 2020, pp. 118-129. (In Russian)
16. Proekt selektsiya 2.0. Pervye rezul'taty [Project selection 2.0. First results]/ (In Russian) <https://www.nsssrussia.ru/wpcontent/uploads/2019/10/%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-2.0.pdf>

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-15-27

УДК 633.16:631.527

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

С.Н. ШЕВЧЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН,

ORCID.org/0000-0002-7605-9864, E-mail: samniish@mail.ru

Д.О. ДОЛЖЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук

ORCID.org/0000-0002-2004-329X, E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

И.А. КАЛЯКУЛИНА

САМАРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РАН,
САМАРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ Н.М. ТУЛАЙКОВА – ФИЛИАЛ САМФИЦ РАН

В статье изложены результаты многолетних научных исследований по селекции голозёрного ячменя в Среднем Поволжье. Впервые в регионе ведётся целенаправленная селекция голозёрного ячменя по полной схеме селекционного процесса. Из мировой коллекции выделены голозёрные сортообразцы – источники и доноры отдельных хозяйственно ценных признаков и свойств, в том числе комплекса показателей: к-21694 (Россия, Свердловская обл.), к-28017, к-28076, к-28091 (Мексика), к-29189 (Канада), к-30919 (Россия, Омская обл.). Разработаны основные принципы селекционной работы по совершенствованию культуры голозёрного ячменя. Показана возможность создания голозёрных форм ячменя с достаточным для конкретных почвенно-климатических условий уровнем адаптивности и продуктивности. Создан новый исходный материал для селекции в виде гибридных популяций и селекционных линий. Для использования в селекционных программах по голозёрному ячменю зернофуражного и продовольственного назначения на урожайность и увеличение содержания белка в зерне предложены выделенные линии 813 пид и 19471 пид. На последнем этапе работы создан ряд перспективных сортов ячменя с потенциалом урожайности зерна до 5 т/га и выше, содержанием белка в зерне 15-17%, с высокими показателями массы 1000 зёрен, выравненности и натуры зерна, конкурентоспособных по отношению к плёчатым сортам при возделывании в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Определены дальнейшие направления и методические подходы в селекции голозёрного ячменя.

Ключевые слова: ячмень (*Hordeum vulgare* L.), селекция, голозёрность, урожайность зерна, адаптивность, гибридные популяции, селекционные линии.

BREEDING RESULTS OF HULLESS BARLEY IN THE MIDDLE VOLGA REGION

S. N. Shevchenko, ORCID.org/0000-0002-7605-9864, E-mail: samniish@mail.ru

D.O. Dolzhenko, ORCID.org/0000-0002-2004-329X, E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

I. A. Kalyakulina

SAMARA FEDERAL RESEARCH SCIENTIFIC CENTER RAS,
N.M. TULAYKOV RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE, SAMARA

Abstract: *The paper presents the results of many years of research on the selection of hulless barley in the Middle Volga region. For the first time in the region, purposeful breeding of hulless barley is carried out according to the complete scheme of the breeding process. Sources and donors of several biological and economically valuable traits and properties have been identified from the world collection of hulless barley, including accessions with a set of indicators: k-21694 (Russia, Sverdlovsk region), k-28017, k-28076, k-28091 (Mexico), k-29189 (Canada), k-30919 (Russia,*

Omsk region). The basic principles of breeding work to improve the crop of hulless barley have been developed. The possibility of creating hulless barley forms with a sufficient level of adaptability and productivity for specific soil and climatic conditions is shown. A new source material for breeding has been created in the form of hybrid populations and breeding lines. Designed lines '813 nud' and '19471 nud' have been proposed for use in breeding programs for hulless barley for grain fodder and food purposes for the yield and increase in the protein content in the grain. At the last stage of research, a number of promising varieties of barley were created with a grain yield potential of up to 5 t/ha and higher, a protein content in the grain of 15–17%, with a high thousand-kernel weight, test weight and uniformity of grain, which are competitive in relation to hulled varieties during cultivation in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. Further directions and methodological approaches in the breeding of hulless barley have been established.

Keywords: barley (*Hordeum vulgare* L.), breeding, grain yield, adaptability, hybrid populations, breeding lines.

Введение

Голозёрный ячмень – ценная продовольственная и зернофуражная культура, которая в России до недавнего времени не имела широкого распространения. Исторически голозёрный ячмень у нас самостоятельного значения не имел и встречался обычно в виде примеси в посевах плёнчатых форм, а немногочисленные селекционные сорта были позднеспелыми, полегающими, низкоурожайными и сильно поражались головнёй [1].

В последней четверти XX века в ряде стран Европы, Северной Америке и Австралии были предприняты значительные селекционные усилия по созданию голозёрных сортов ячменя. В Россию эта волна пришла с большим опозданием. В последние годы селекция голозёрного ячменя получает теоретическое обоснование в работах учёных Омского АНЦ [2, 3], Южно-Уральского ГАУ [4]. На европейской территории России селекция его в XX веке велась лишь эпизодически, но в течение нескольких лет появился целый ряд работ по этой теме [5-8]. Селекция голозёрного ячменя систематически ведётся в ФАНЦ «Донской» [9, 10]. В современных условиях в России голозёрные формы приобретают важное значение и имеют селекционную перспективу [11, 12].

Действительно, крупа и хлопья из голого зерна ячменя имеют лучшие вкусовые и потребительские свойства, их производство более экономично. Технология переработки голозёрного ячменя в крупу аналогична таковой для плёнчатого ячменя, но при равном выходе целой крупы с голозёрного ячменя удаляется более тонкий поверхностный слой, образуется меньше дроблёной крупы и побочных продуктов, а также существенно сокращается время шлифования до визуально привлекательного вида [13]. Кроме того, мука из зерна голозёрного ячменя используется как добавка при хлебопечении, разрабатываются и патентуются рецептуры такого хлеба, что разнообразит ассортимент [14, 15].

Однако если бы отличие голозёрного и плёнчатого ячменя заключалось просто в увеличении ассортимента продуктов питания, заниматься его целенаправленной селекцией не стоило. В первую очередь интерес к голозёрному ячменю за рубежом, а теперь и в России, обусловлен возможностью создания сортов для функционального и диетического питания. Это чаще всего связывают с высоким содержанием β -глюкана в зерне голозёрного ячменя [16], хотя в плёнчатом зерне он также присутствует [17]. Некрахмальный полисахарид β -глюкан играет важную роль в связывании холестерина плазмы крови и уменьшении его всасывания, что приводит к снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний [18]. В России (в ФАНЦ «Донской») недавно была проведена оценка образцов мировой коллекции и селекционного материала ячменя на содержание β -глюкана в зерне и выявлена значительная вариабельность данного признака [10]. За рубежом активно ведутся исследования по генетике содержания β -глюкана в зерне, обнаружены QTL для данного признака [19, 20].

Работы по созданию самых разнообразных продуктов с функциональными свойствами ведутся как за рубежом [19, 21-23], так и в России [24, 25].

В качестве источника функциональных продуктов рассматриваются также голозёрные

ячмени с окрашенным перикарпом, зерно которых имеет повышенное содержание природных антиоксидантов – флавоноидов и антоцианов [26, 27]. В России также создан подобный сорт – Гранал 32 Челябинской агроинженерной академии [25].

Голозёрный ячмень используется и в кормлении животных, особенно моногастричных и птицы. Установлено, что использование зерна голозёрных сортов в составе кормов увеличивает рентабельность производства мяса цыплят-бройлеров [28, 29], перепелов [30], свиней [31, 32]. В то же время имеются и данные о негативном влиянии голозёрного ячменя в рационе бройлеров на их физиологические параметры и продуктивность [33].

В кормлении животных, особенно жвачных, β -глюкан может быть нежелательным соединением, поскольку он уменьшает эффективность использования корма [34], поэтому при селекции на зернофураж важно снижение его содержания в зерне [17]. В США, кроме того, создан ряд кормовых сортов с низким содержанием другого антипитательного соединения – фитата, препятствующего всасыванию двухвалентных ионов в пищеварительном тракте [35].

В Австралии, США, Канаде ведутся работы по созданию голозёрных пивоваренных сортов, внедрение которых может повысить рентабельность пивоварения (за счёт более высокого уровня экстракции солода, отсутствия необходимости разделять зерно на фракции по крупности) и качество конечного продукта благодаря снижению уровня полифенолов [36, 37]. В Великобритании ведутся поисковые исследования по использованию голозёрного ячменя для производства виски [38].

В Канаде, США, Чехии, Польше, Австралии и ряде других стран уже созданы десятки сортов голозёрного ячменя различного направления использования. Многие из них при выращивании в конкретных почвенно-климатических условиях по урожайности не уступают, а по качеству зерна превосходят традиционные плёчатые сорта.

Первый российский голозёрный сорт ячменя включён в Государственный реестр селекционных достижений лишь в 2004 году, на 2021 год таких сортов уже шесть: Омский голозёрный 1 (2004), Омский голозёрный 2 (2008), Омский голозёрный 4 (2020) селекции Сибирского НИИСХ; Оскар (2007 г., Красноярский НИИСХ), Нудум 95 (2010 г., Институт агроэкологии Челябинского государственного агроинженерного университета), Ергенинский голозёрный (2020, Волгоградский ГАУ). Почти все эти сорта внедряются на территории Сибири и Урала – за исключением сорта Ергенинский голозёрный, допущенного к использованию по Центрально-Черноземному и Нижневолжскому регионам [39].

Мы считаем, что селекция голозёрных сортов ячменя зернофуражного и продовольственного направлений использования для условий европейской части России, и, в частности, для разнообразных условий Среднего Поволжья, является актуальной задачей.

Цель наших исследований – организовать селекционный процесс с культурой голозёрного ячменя по полной схеме, изучить исходный материал для селекции и создать новый метод гибридизации, выделить перспективные селекционные линии и сорта с высокой адаптацией к условиям лесостепной и степной зон Среднего Поволжья, с высоким содержанием белка в зерне и урожайностью на уровне или на 5–10% ниже, чем у плёчатых сортов-стандартов.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в период 1999-2020 гг. в Самарском НИИСХ (степная зона) и Пензенском НИИСХ (лесостепная зона). Материалом для исследований служили сортообразцы ярового ячменя мировой коллекции ВИР, гибридные популяции и селекционные линии, созданные в Самарском и Пензенском НИИСХ.

В селекции применяли метод внутривидовой гибридизации (парные и ступенчатые скрещивания). Кастрацию материнских форм при гибридизации проводили с подрезкой цветковых чешуй, опыление – твел-методом. Работу с гибридными популяциями вели методом пересева, индивидуальный отбор из гибридных популяций проводили в поколениях F_{2-7} . При необходимости в ценных селекционных линиях проводили повторные отборы. Линейный материал изучали в стандартном селекционном процессе по следующей схеме:

селекционный питомник первого года, селекционный питомник второго года, контрольный питомник, предварительное сортоиспытание, конкурсное сортоиспытание. Закладку опытов, учёты, наблюдения, анализ структуры урожая, статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам [40-42].

Результаты и их обсуждение

На этапе подбора родительских форм для скрещиваний были изучены более 50 голозёрных образцов из мировой коллекции. Для многих из них характерны существенные недостатки – низкая урожайность зерна, позднеспелость, тугорослость, ригидный колос, низкие показатели массы 1000 зёрен, крупности и выравненности зерна. Тем не менее, были выделены источники хозяйственно ценных признаков, перспективные для селекции в разнообразных условиях Среднего Поволжья:

- урожайности зерна на уровне двурядного стандарта – Turper (к-29189, Канада), Омский голозёрный 1 к-30919 (Омская обл.);

- высокой продуктивной кустистости (3,0-3,3) – Scout (к-28965, Канада), CDC Richard (к-30167, Канада), Омский голозёрный 1 (к-30919, Омская обл.), NS GL 1 (к-30956, Югославия);

- большого числа зёрен в колосе – Голозёрный 1 (к-21694, Свердловская обл.), S-257 (к-28017, Мексика), Scout (к-28965, Канада), Turper (к-29189, Канада), Condor (к-30036, Канада), Омский голозёрный 1 (к-30919, Омская обл.);

- высокой массы 1000 зёрен (48–50 г): Голозёрный 1 (к-21694, Свердловская обл.), Омский голозёрный 1 (к-30919, Омская обл.), Nue grosse (к-30250, Швеция);

- высокой продуктивности колоса и растения: Turper (к-29189, Канада), Buck CDC (к-30173, Канада), Омский голозёрный 1 (к-30919, Омская обл.);

- $K_{\text{хоз}}$ растения более 40% – S-257 (к-28017, Мексика), S-303 (к-28076, Мексика), S-322 (к-28091, Мексика), Turper (к-29189, Канада), Голозёрный 1 (к-21694, Свердловская обл.);

- $K_{\text{хоз}}$ колоса более 70% – S-303 (к-28076, Мексика), S-322 (к-28091, Мексика), Turper (к-29189, Канада);

- высокого содержания белка в зерне (более 17%) – Голозёрный 1 (к-21694, Свердловская обл.), Омский голозёрный 1 (к-30919, Омская обл.);

- раннего колошения (на 2–8 дней раньше стандарта) – Makbo (к-5210, Австралия), Namoi (к-30284, Австралия), S-157 (к-28554, Мексика), S-257 (к-28017, Мексика), S-303 (к-28076, Мексика), S-322 (к-28091, Мексика), Karan 4 (к-28958, Индия), Нудум 7566 (к-29453, Кыргызстан), Nue grosse (к-30250, Швеция);

- снижения высоты: Makbo (к-5210, Австралия), Karan 4 (к-28958, Индия), Karan 163 (к-28962, Индия), S-303 (к-28076, Мексика), S-322 (к-28091, Мексика), S-273 (к-28644, Мексика), Condor (к-30036, Канада), NS GL 1 (к-30956, Югославия).

- устойчивости к полеганию: S-257 (к-28017, Мексика), Morell (к-30286, Австралия), Buck CDC (к-30173, Канада).

В полной диаллельной схеме скрещиваний с участием шести плёнчатых и голозёрных сортов, выполненной в 2008–2009 годах, выявили эффективные доноры для селекции на увеличение массы 1000 зёрен (Омский голозёрный 1) и снижение высоты (Condor).

Всего за период с 1999 по 2017 годы было осуществлено 119 новых комбинаций скрещиваний с участием голозёрных форм – как образцов мировой коллекции, так и созданных селекционных линий. Из гибридных популяций было проведено около 13 тысяч индивидуальных отборов.

Полученный линейный материал подвергался сильному давлению отбора. На этапах селекционных питомников выбраковывались голозёрные линии, не отвечающие целям селекции:

- высокорослые (90 см и более) или низкорослые (ниже 60 см в благоприятный год),
- имеющие длинный рыхлый колос,
- имеющие стерильные верхние колоски,
- позднеспелые (с колошением на 5 и более дней позже среднеспелого стандарта),

- с сильным поражением листовыми болезнями,
- тугорослые,
- формирующие мелкое или щуплое зерно,
- с сильно удлинённой формой зерновки.

Как правило, голозёрные формы достоверно уступают плёнчатому стандарту в продуктивности. Однако если принять во внимание, что обычные сорта содержат 10-12% цветочных плёнок, приросших к зерновке, то к голозёрным можно применять пониженные требования. Также из-за отсутствия плёнок для голозёрных форм характерна более низкая масса 1000 зёрен.

Проведённый в 2017–2018 годах в селекционном питомнике первого года анализ показал, что голозёрные и плёнчатые линии, отобранные из расщепляющихся по данному признаку гибридных популяций, имеют различия по урожайности зерна и массе 1000 зёрен (рис. 1).

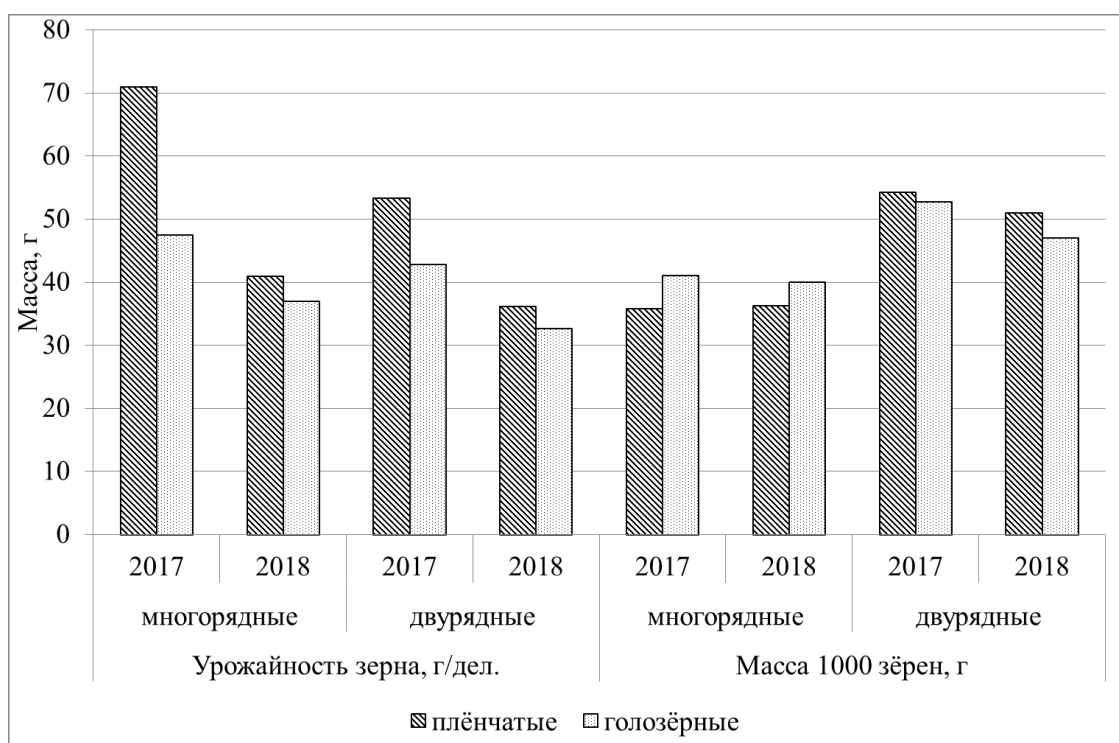


Рис. 1. Сравнение голозёрных и плёнчатых линий ячменя, отобранных в расщепляющихся гибридных популяциях, по урожайности зерна и массе 1000 зёрен в селекционном питомнике 1 года)

Так, по урожайности зерна голозёрные линии уступали плёнчатым в 2017 году на 13,8-54,3% (в среднем – на 26,3%), в 2018 году – на 0,9-15,0% (в среднем 9,6%). При этом данные по двурядным и многорядным популяциям были сходными. Различия в урожайности подтверждены статистически с использованием t-критерия на уровне значимости 0,1-1% в 2017 году и 1-5% – в 2018 году.

Эмпирические данные по массе 1000 зёрен показывают менее однозначную картину. В многорядных популяциях в оба года имели небольшое преимущество (3,7-14,8%) голозёрные линии. Среди двурядных популяций в 2017 году плёнчатые линии в среднем имели более крупное зерно (на 2,7%), однако отдельные популяции с участием сорта Омский голозёрный 1 показали преимущество голозёрных линий по массе 1000 зёрен до 6,6%. В 2018 году голозёрные линии уступили своим сестринским плёнчатым линиям 4,4-24,3% массы зерновки. Тем не менее, все указанные различия по массе 1000 зёрен были статистически недостоверны и косвенно указывают на возможность увеличения массы 1000 зёрен у голозёрных форм.

Низкая масса 1000 зёрен у голозёрных форм сопряжена с пониженной выравненностью зерновой массы и крупности у ряда образцов. У многих голозёрных линий до 25–33% увеличивается доля мелкого зерна (проход через сито с ячейкой 2,2×20 мм), что приводит к снижению выравненности до 55-79%. Во фракционном составе преобладают чаще не сход с сит 2,8×20 и 2,5×20 мм, как у многих плёнчатых форм, а 2,2×20 и 2,5×20 мм, что снижает показатель крупности зерна.

Эта проблема легко решаема селекционным путём. Определение выравненности и крупности зерна мы начинаем проводить, начиная с этапа селекционного питомника 2-го года, при этом выбраковываем голозёрные формы, у которых во фракционном составе зерновой массы преобладает проход через сито 2,2×20 мм. В результате у большинства наших перспективных сортов последних лет выравненность составляет от 82 до 92% и определяется как сумма схода с сит с ячейками 2,2×20 и 2,5×20 мм и даже 2,5×20 и 2,8×20 мм, как у двурядных плёнчатых форм.

На натуру зерна отсутствие плёнок оказывает однозначно положительное влияние, голое зерно лучше «упаковывается», поэтому натура голозёрных образцов достигает 720-750 г/л, что на 100 и более граммов выше, чем у плёнчатого ячменя, и сравнимо с натурой зерна, характерной для пшеницы.

Из важных преимуществ ячменя следует отметить относительно высокое содержание белка в зерне голозёрных форм. Теоретически это ожидаемо, поскольку с плёнками уходит 10% низкобелковой части урожая. В наших исследованиях в среднем за ряд лет плёнчатый селекционный материал имел содержание белка в зерне от 10,6 до 16,9%, в среднем 13,1%, тогда как голозёрные – от 13,7 до 17,5%, в среднем 15,1%.

Из существенных недостатков созданных нами голозёрных форм ячменя следует также отметить нестабильность урожаев, меньшую устойчивость к полеганию, сильное поражение твёрдой головнёй, травмирующийся при обмолоте незащищённый зародыш семени, склонность к прорастанию на корню и в валке; наличие в зерновой массе 5-15% невымоложенных из чешуй зерновок, сравнительную позднеспелость.

Некоторые показатели из данного перечня хорошо поддаются селекционному улучшению. Так, тенденцию к большей позднеспелости голозёрных сортов мы преодолеваем как при помощи включения в гибридизацию относительно скороспелых родительских форм типа Безенчукский 2, Нутанс 553 или Анна, так и целенаправленным поиском отрицательных трансгрессий по данному признаку.

Представляется решаемой проблема твёрдой головни. Поражённость некоторых селекционных линий достигала в отдельные годы 20% и более, что отчасти объясняется лёгкостью заsporения семян без оболочек в процессе обмолота, отчасти генотипом сортов. В годы с уровнем поражения твёрдой головнёй 2–3% проявлялась корреляционная связь урожайности с уровнем поражения (например, в 2017 году $r = -0,670 \pm 0,281$, достоверно на 5%-ном уровне значимости). Такой высокий коэффициент корреляции свидетельствует о наличии кроме явного поражения головнёй ещё и скрытых потерь.

В селекционном процессе мы использовали различные источники устойчивости к твёрдой головне, в т.ч. к-30167 CDC Richard и к-30173 Buck CDC, которые, по литературным данным, имеют эффективные гены устойчивости [43]. Полученные селекционные линии слабо поражаются или не поражаются твёрдой головнёй на естественном фоне.

Большую проблему представляет травмирование зародыша при обмолоте, которое приводит к снижению всхожести зерна. По данным, полученным в селекционно-генетическом институте (Одесса), решением является создание голозёрных линий и сортов с овальной и даже округлой формой зерна, у которых зародышевый корешок не сильно выдаётся за периметр зерновки [44]. В наших исследованиях также уделяется внимание данным признакам, однако существенный селекционный эффект пока не достигнут.

Как промежуточный этап исследований, нами были созданы несколько ценных для дальнейшей селекции линий-источников хозяйственно ценных признаков, доведённых до конкурсного сортоиспытания, но не ставших перспективными сортами. Две из них были

переданы в ВИР для включения в коллекцию и распространения по селекционным учреждениям – 813 nud и 19471 nud.

Линия 813 nud. Результат селекционной работы с 2002 по 2013 год. Генеалогия – Безенчукский//Phoenix/Med.36-2. Разновидность – *nudum*. Линия по колошению и созреванию от среднеранней до среднеспелой. Растения высотой в среднем 79 см (при колебаниях по годам 61-89 см). Урожайность 1,00-2,07 т/га (в среднем 1,56 т/га), доля зерна в общей биомассе высокая для голозёрных образцов (до 45%). Зерновка голая, с перикарпом кремовой окраски. Зерно крупное, масса 1000 семян 36,3-55,0 (в среднем 45,8 г), натура зерна очень высокая – до 710 г/л, содержание белка в зерне высокое – до 19,3%. Линия рекомендована для использования в селекционных программах по голозёрному ячменю зернофуражного и продовольственного назначения на урожайность и увеличение содержания белка в зерне.

Линия 19471 nud. Результат селекционной работы с 2003 по 2013 год. Генеалогия – Рубикон/CDC Richard. Разновидность – *nudum*. Линия среднеспелая (до среднепоздней), растения высотой в среднем 76 см (при колебаниях по годам 65-92 см). Урожайность 1,15-1,70 т/га (в среднем 1,40 т/га). Зерновка голая, имеет тёмноокрашенный перикарп. Зерно средней крупности, масса 1000 семян 30,1-45,1 (в среднем 38,4 г), натура зерна очень высокая – до 730 г/л, содержание белка в зерне высокое (16-18%). Растения не поражаются пыльной и твёрдой головнёй. Линия рекомендована для использования в селекции голозёрного ячменя на устойчивость к головнёвым заболеваниям и увеличение содержания белка в зерне.

На настоящем этапе созданы голозёрные линии, которые оцениваются на всех этапах селекционного процесса, от селекционного питомника 1 года до конкурсного сортоиспытания. Данные по урожайности наиболее перспективных сортов представлены в таблице 1.

Голозёрные сорта сравнивали с плёнчатым стандартом Нутанс 553 (Краснокутская селекционно-опытная станция) и голозёрным Омский голозёрный 1 (Сибирский НИИСХ). Сорт Омский голозёрный 1 не районирован в Поволжье, но показывает высокий уровень общей адаптивности к условиям региона исследований. Омский голозёрный 1 послужил донором аллеля голозёрности в сортах 35936 nud и 35973 nud, голозёрность сортов 23311 nud и 42188 nud унаследована от канадского сорта Phoenix.

Обращает на себя внимание вариабельность урожайности голозёрных форм (коэффициент вариации 14,9-21,1%) в сравнении с жаростойким и засухоустойчивым плёнчатым стандартом Нутанс 553 (6,8%) при испытании их в лесостепной зоне Пензенской области.

В условиях 2017 года все плёнчатые сорта превосходили по урожаю стандарт на 0,23-1,15 т/га. ГТК за период вегетации ячменя составил 0,90, осадки (134 мм) выпадали в наиболее важные критические для культуры фазы.

В условиях острой засухи в 2018 году (ГТК 0,37, количество осадков за вегетацию 60 мм) Омский голозёрный 1 и два перспективных сорта сформировали урожайность зерна статистически на уровне плёнчатого стандарта, два сорта существенно уступили ему.

В умеренно засушливом 2019 году (ГТК 0,78, осадков 133 мм) с особенно сухим и жарким периодом «кущение-колошение» все голозёрные сорта достоверно уступили стандарту Нутанс 553 в урожае 0,72-1,16 т/га.

При испытании того же набора голозёрных сортов в условиях степной зоны Самарской области в 2020 году все сорта уступили плёнчатому стандарту сорту Беркут (3,31 т/га) от 0,72 до 1,43 т/га (22-43%). Условия вегетации ячменя были острозасушливыми (ГТК 0,37, осадки – 64 мм). При этом уровень урожайности тесно коррелировал с урожайностью в Пензенской области в 2018 году ($r = 0,96 \pm 0,16$).

Таблица 1

Урожайность зерна перспективных голозёрных сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании

Год	Урожайность зерна, т/га						НСР ₀₅ , т/га	Ошибка опыта, %
	Нутанс 553*	Омский голозёрный 1**	23311 nud	35936 nud	35973 nud	42188 nud		
Пензенский НИИСХ								
2017 г.	4,05	4,84	4,42	4,28	4,82	5,2	0,32	3,28
2018 г.	3,82	3,7	3,69	3,29	3,43	3,96	0,25	2,80
2019 г.	4,37	3,61	3,21	3,39	3,65	3,48	0,42	3,96
средняя	4,08	4,05	3,77	3,65	3,97	4,21		
Коэффициент вариации, %	6,8	16,9	16,2	14,9	18,8	21,1		
Самарский НИИСХ								
2020 г.	—	2.13	2.27	1.88	1.97	2.59	0.58	3.74

Примечание: * – плёнчатый стандарт, ** – голозёрный стандарт

В умеренно засушливом 2019 году (ГТК 0,78, осадков 133 мм) с особенно сухим и жарким периодом «кущение-колошение» все голозёрные сорта достоверно уступили стандарту Нутанс 553 в урожае 0,72–1,16 т/га.

При испытании того же набора голозёрных сортов в условиях степной зоны Самарской области в 2020 году все сорта уступили плёнчатому стандарту сорту Беркут (3,31 т/га) от 0,72 до 1,43 т/га (22-43%). Условия вегетации ячменя были острозасушливыми (ГТК 0,37, осадки – 64 мм). При этом уровень урожайности тесно коррелировал с урожайностью в Пензенской области в 2018 году ($r = 0,96 \pm 0,16$).

Все перспективные сорта относятся к среднеспелым по дате наступления фазы колошения (табл. 2). Они среднерослые, устойчивые к полеганию. Наиболее оптимальная высота растений характерна для сорта 42188 nud – около 60 см в засушливые годы, 90 см – в относительно благоприятные.

Все перспективные сорта формировали высокую натуру зерна (в среднем 708-752 г/л в Пензенском НИИСХ, 720-746 г/л – в Самарском НИИСХ). Сорт Омский голозёрный 1 был самым крупнозёрным (масса 1000 зёрен 46,2–51,1 г). Из перспективных сортов наиболее высокий показатель массы 1000 зёрен имел сорт 42188 nud (43,1-45,4 г), у которого также был самый низкий уровень депрессии этого показателя при засухе.

Выравненность зерна перспективных линий была высокой. В 2017 году она превышала 90% на смежных ситах 2,5×20 и 2,2×20 мм, как и у плёнчатого стандарта. В 2018 и 2019 годах выравненность у всех голозёрных сортов была ниже, чем у плёнчатого стандарта, но не опускалась ниже 80%, при этом во фракционном составе преобладал сход с сита 2,2×20 мм, за исключением сорта 42188 nud с преобладающей фракцией 2,5×20 мм.

По содержанию белка в зерне все голозёрные сорта превзошли плёнчатый стандарт на 1,5-4,4%.

Поражение головнёвыми болезнями оценивали на естественном фоне при посеве непротравленными семенами. Все сорта в той или иной степени поражались твёрдой головнёй, наименьшим поражение было у сорта Омский голозёрный 1 и перспективного сорта 42188 nud.

Таблица 2

Хозяйственно-биологическая характеристика перспективных голозёрных сортов ячменя по данным конкурсного сортоиспытания (среднее за 2017–2019 гг.)

Показатели		Нутанс 553	Омский голозёрный 1	23311 nud	35936 nud	35973 nud	42188 nud
Масса 1000 зёрен, г		48,3	48,5	41,8	43,1	43,6	44,5
Натура, г/л		678	679	752	708	730	719
Выравненность, %		93	83	84	86	86	89
Продолжительность периода «всходы–колошение», сут.		42	45	46	44	43	42
Высота растений, см		80	86	84	85	86	73
Устойчивость к полеганию, балл		7,3	8,7	8,0	8,3	8,7	9,0
Продуктивная кустистость		2,9	2,4	2,3	2,2	2,4	2,5
Число зёрен в колосе, шт.		14	18	18	17	19	16
K _{хоз} растения, %		44	42	40	39	42	43
K _{хоз} колоса, %		77	80	79	76	76	81
Содержание белка в зерне, %		13,0	15,3	15,6	17,3	14,5	15,8
Поражение головнёй (максимальное), %	U. nuda	0,14	0,00	0,10	0,00	0,33	0,0
	U. hordei	0,00	0,17	0,38	0,60	0,33	0,03

Перспективный сорт 42188 nud можно считать завершением определённого этапа в селекции голозёрного ячменя в Среднем Поволжье. Сорт обладает комплексом хозяйственно ценных и биологических признаков и свойств: наиболее высокая средняя урожайность (4,21 т/га – на 0,13 т/га или 3,3% ниже плёнчатого стандарта) и реализованная урожайность (5,20 т/га), стабильно высокие показатели массы 1000 зёрен (43-45 г), натуры зерна (705-736 г/л), содержания белка в зерне (15-17%). Сорт среднеспелый (колосится в одно время со стандартом Нутанс 553), с оптимальной высотой растений (60-90 см). Имеет высокие показатели K_{хоз} растения (до 45%) и колоса (до 80%), хороший коэффициент продуктивного кущения (2,3-2,7). Количество зёрен в колосе 15-17, на 2-4 зерна меньше, чем у прочих голозёрных сортов КСИ.

Результаты наших селекционных исследований показывают, что создание голозёрных сортов с уровнем урожайности, приближающимся к лучшим плёнчатым сортам, возможно, несмотря на неоднократно высказываемое мнение [1, 4], что голозёрные ячмени менее адаптивны и продуктивны, чем плёнчатые. Ещё в 1980 годах учёными ВСГИ (Одесса) было показано на генофоне сорта Черноморец, что аллель голозёрности снижает урожайность зерна всего на 6–8%, при этом значительно улучшаются показатели качества зерна [44]. Это согласуется и с результатами анализа британских исследователей, которые предположили, что невысокие агрономические свойства староместных голозёрных ячменей не связаны с голозёрностью как таковой и поддаются селекционному улучшению [45].

В настоящее время вся селекционная работа с голозёрным ячменём в Среднем Поволжье сосредоточена в Самарском НИИСХ, где представлены все этапы селекционного процесса от подбора исходного материала и гибридизации до питомника конкурсного сортоиспытания. Работу проводим с учётом ранее выработанных принципов селекции голозёрного ячменя: скрещивание источников голозёрности с лучшими плёнчатыми формами, жёсткая браковка слабоадаптивных форм, повторные индивидуальные отборы из лучших линий, предпочтение среднеспелых и среднерослых генотипов, давление отбора на массу 1000 зёрен, крупность и выравненность зерна с ранних этапов селекционного процесса.

В методическом плане определены следующие аспекты, на которые будет сделан акцент при селекции ячменя на голозёрность в дальнейшей работе:

- привлечение в гибридизацию голозёрных и плёнчатых источников устойчивости к головнёвым болезням, предуборочному прорастанию;
- поиск форм с зародышем, не выдающимся за пределы семени;
- увеличение количества определяемых показателей качества (твердозёрность, крупяные свойства, содержание в зерне лизина и β -глюканов).

Определены дальнейшие направления селекции:

- дальнейшее повышение адаптивности голозёрных форм ячменя;
- создание полуинтенсивных и высокоинтенсивных сортов для современных технологий возделывания;
- повышение содержания β -глюкана в зерне с целью создания сортов для функционального и диетического питания;
- создание сортов с повышенным уровнем интенсивности.

Заключение

В результате многолетней селекционной работы с голозёрным ячменём в Среднем Поволжье выделены источники отдельных хозяйственно ценных признаков и свойств, а также комплекса показателей: Голозёрный 1 (к-21694, Свердловская обл.), S-257 (к-28017, Мексика), S-303 (к-28076, Мексика), S-322 (к-28091, Мексика), Turper (к-29189, Канада), Омский голозёрный 1 (к-30919, Омская обл.). Выработаны основные принципы работы по совершенствованию культуры голозёрного ячменя – скрещивание источников голозёрности с лучшими плёнчатыми формами, жёсткая браковка слабоадаптивных форм, повторные индивидуальные отборы из лучших линий, предпочтение среднеспелых и среднерослых генотипов, давление отбора на массу 1000 зёрен, крупность и выравненность зерна с ранних этапов селекционного процесса. В результате создан ряд голозёрных перспективных сортов ячменя с потенциалом урожайности зерна до 5 т/га и выше, содержанием белка в зерне 15–17%, с высокими показателями массы 1000 зёрен, выравненности и натуры зерна, конкурентоспособные по отношению к плёнчатым сортам при возделывании в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Определены дальнейшие направления и методические подходы в селекции голозёрного ячменя.

Литература

1. Орлов А.А. Ячмени (монография). – М.-Л.: Гос. изд-во колхозной и совхозной лит-ры, – 1935. – 119 с.
2. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Агробиологическая характеристика голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. – № 1. – С. 38-43.
3. Николаев П.Н., Юсова О.А. Стрессоустойчивость сортов ярового ячменя омской селекции в условиях Западной Сибири // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 4 (24). – С. 135-142.
4. Грязнов А.А. Особенности селекционной работы с голозерным ячменем // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. – 2017. – № 2. – С. 103-109.
5. Кунилова А.В. Комбинационная способность коллекционных образцов голозерного ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2013. – Т. 171. – С. 161-163.
6. Сидоренко В.С., Наумкин Д.В., Костромичева В.А., Старикова Ж.В., Ухова Ф.В. Перспективы селекции голозерного ячменя и овса в центральной России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. № 1 (17). – С. 78-83.
7. Козубовская Г.В. Адаптация голозерных сортов ярового ячменя в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья // Научно-агрономический журнал. – 2019. – № 2 (105). – С. 36-40.
8. Левакова О.В., Ерошенко Л.М. Высокобелковые сорта и перспективные линии ярового ячменя // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 6. – С. 23-25.
9. Дорошенко Э.С., Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Сидоренко В.С. Изучение голозерных сортов ярового ячменя в условиях Северного Кавказа // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2 (30). – С. 131-139.
10. Дорошенко Э.С., Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П. Результаты изучения мировой коллекции голозерного ячменя по показателям качества зерна в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 6 (72). – С. 84-94.
11. Баталова Г.А. Зернофуражные культуры России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2013. – Т. 171. – С. 131-135.
12. Железнов А.В., Кукоева Т.В., Железнова Н.Б. Ячмень голозерный: происхождение, распространение и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17. – № 2. – С. 286-297.
13. Николаев П.Н., Юсова О.А., Политуха О.В., Панкратьева И.А., Зверев С.В., Чиркова Л.В., Климова А.Р.

- Характеристика крупяных свойств голозерного ячменя // Аграрная Россия. – 2019. – № 7. – С. 14-17.
14. Летяго Ю.А., Белкина Р.И. Разработка рецептур хлеба с добавлением муки из зерна ячменя и тритикале // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12 (153). – С. 176-182.
15. Колмаков Ю.В., Зелова Л.А., Пахотина И.В. Хлеб из композитных мучных смесей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (126). – С. 133-136.
16. Rey J.I. Breeding food barley: from agronomic assessment to marker assisted selection: A thesis ...for the degree of Master of Science. – 2008. – 64 p.
17. Hang A., Obert D., Gironella A.I.N., Burton C.S. Barley amylose and β -glucan: their relationships to protein, agronomic traits, and environmental factors // Crop Sci. – Vol.47. – 2007. – P.1754–1760.
18. Behall K.M., Hallfrisch J.G. Effects of barley consumption on CDV risk factors // Cereal Food World. – 2006. – Vol.51. – No.1. – P.12–15.
19. Collar C., Angioloni A. Nutritional and functional performance of high β -glucan barley flours in breadmaking: mixed breads versus wheat breads. // Eur. Food Res.Technol. – 2014. – Vol. 238. – pp. 459–469.
20. Molina-Cano J.L., Moralejo M., Elía M. et al. QTL analysis of a cross between European and North American malting barleys reveals a putative candidate gene for β -glucan content on chromosome 1H // Mol. Breeding. 2007. – Vol. 19. – pp. 275–284.
21. Abdel-Haleem A.M.H., Awad R.A. Some quality attributes of low fat ice cream substituted with hulless barley flour and barley β -glucan // J. Food Sci. Technol. – 2015. – Vol. 52. – pp. 6425–6434.
22. Narwal S., Kumar D., Sheoran S. et al. Hulless barley as a promising source to improve the nutritional quality of wheat products // J. Food Sci. Technol. – 2017. – Vol. 54. – pp. 2638–2644.
23. Messia M.C., Oriente M., Angelicola M., De Arcangelis E., Marconi E. Development of functional couscous enriched in barley β -glucans // Journal of Cereal Science. – 2019. – Vol.85. – pp. 137-142.
24. Янова М.А., Иванова Т.С. Разработка технологии экструзионного продукта из голозерного ячменя // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1 (111). – С. 119-123.
25. Грязнов А.А., Бессонов В.В. Пигментированный ячмень как компонент в рецептуре кондитерских изделий // Научная жизнь. – 2013. – № 1. – С. 35-38.
26. Yao X., Wu K., Yao Y. et al. Construction of a high-density genetic map: genotyping by sequencing (GBS) to map purple seed coat color (Psc) in hulless barley // Hereditas. – 2018. – Vol. 155. – Article number 37. – <https://doi.org/10.1186/s41065-018-0072-6>
27. Lin Sh., Guo H., Gong J.D.B. et al. Phenolic profiles, β -glucan contents, and antioxidant capacities of colored Qingke (Tibetan hulless barley) cultivars // Journal of Cereal Science. – 2018. – Vol. 81. – pp. 69-75.
28. Грязнов А.А., Романова О.В. Эффективность использования зерна ячменя голозерного сорта Нудум 95 в кормлении цыплят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2019. – № 11. – С. 24-33.
29. Амиранашвили Е.И., Чаунина Е.А., Мезенцев И.И., Мезенцев М.И., Мезенцева Ю.А. Нетрадиционные кормовые ингредиенты в комбикормах для бройлеров // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (36). – С. 111-119.
30. Шпынова С.А., Ядрищенская О.А., Селина Т.В., Басова Е.А. Голозерный ячмень в комбикормах для перепелов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2020. – № 6. – С. 38-43.
31. Кононенко С.И. Использование голозерного ячменя при выращивании молодняка свиней // Сб. науч. тр. Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 3. – № 7. – С. 422-426.
32. Татаркина Н.И. Продуктивная ценность рационов при выращивании молодняка свиней // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2018. – № 10. – С. 29-33.
33. Sharifi S.D., Shariatmadari F., Yaghobfar A. Effects of Inclusion of Hull-less Barley and Enzyme Supplementation of Broiler Diets on Growth Performance, Nutrient Digestion and Dietary Metabolisable Energy Content // Journal of Central European Agriculture. – 2012. – Vol. 13, No. 1. – pp.193-207.
34. MacGregor A.W., Fincher G.B. Carbohydrates of the barley grain // Barley: Chemistry and technology. – St. Paul, MN, 1993. – P.74–130.
35. Bregitzer P., Raboy V., Obert D.E. et al. Registration of 'Clearwater' low-phytate hulless spring barley // J. of Plant Reg. – 2008. – Vol.2. – No.1. – P.1–4.
36. Edney M.J., Langrell D.E. Evaluating the malting quality of Hulless CDC Dawn, acid-dehusked Harrington, and Harrington barley // J. Am.Soc.Brew.Chem. – 2004. – Vol.62. – No.1. – P.18–22.
37. Box A. Progress of the SA hulless barley improvement program // Barley Newsletter. – V.43. – 1999. – Точка доступа: <https://wheat.pw.usda.gov/ggpages/BarleyNewsletter/43/Box.html>
38. Agu R.C., Bringham T.A., Brosnan J.M., Pearson S. Potential of Hull-less Barley Malt for Use in Malt and Grain Whisky Production // J. Inst. Brew. – 2009. – Vol. 115, No. 2. – pp. 128–133.
39. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 719 с.
40. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351 с.
41. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. / Под ред. М.А. Федина. – М., 1989. – 194 с.
42. Методические указания ВИР по изучению мировой коллекции ячменя и овса. – Л., 1987. – 48 с.

43. Исачкова О. А., Логинова А. О., Пакуль В. Н. Устойчивость к *Ustilago hordei* (Pers) Kell. et Sw. образцов голозерного ячменя. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 12-2 (90). – С. 137–140.
44. Кирдогло Е.К., Полищук С.С., Червонис М.В. Методология и результаты селекции ячменя пищевого использования. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2013. – Т. 171. – С. 240-253.
45. Dickin, E., Steele, K., Edwards-Jones, G. et al. Agronomic diversity of naked barley (*Hordeum vulgare* L.): a potential resource for breeding new food barley for Europe. // *Euphytica*. – 2012. – Vol. 184. – pp. 85–99.

References

1. Orlov A.A. Yachmeni (monografiya) [Barleys (monograph)]. Moscow, Leningrad, 1935. 119 p. (In Russian)
2. Nikolaev P.N., Yusova O.A., Anis'kov N.I., Safonova I.V. Agrobiologicheskaya kharakteristika golozernykh sortov yachmenya seleksii Omskogo ANTS [Agrobiological characteristics of naked barley varieties of the Omsk ASRC selection]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*, 2019. V. 180, no 1, pp. 38-43. (In Russian)
3. Nikolaev P.N., Yusova O.A. Stressoustoichivost' sortov yarovogo yachmenya omskoi seleksii v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Stress resistance of spring barley varieties of Omsk selection in the conditions of Western Siberia]. *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki*, 2020, no. 4 (24), pp. 135-142. (In Russian)
4. Gryaznov A.A. Osobennosti selektsionnoi raboty s golozernym yachmenem [Features of breeding work with naked barley]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Ural'skii region*, 2017, no. 2, pp. 103-109. (In Russian)
5. Kunilova A.V. Kombinatsionnaya sposobnost' kolleksionnykh obraztsov golozernogo yachmenya [Combination ability of collection samples of naked barley]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*, 2013, V. 171, pp. 161-163. (In Russian)
6. Sidorenko V.S., Naumkin D.V., Kostromicheva V.A., Starikova Zh.V., Ukhova F.V. Perspektivy seleksii golozernogo yachmenya i ovsa v tsentral'noi Rossii [Prospects for breeding naked barley and oats in central Russia]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 1 (17), pp. 78-83. (In Russian)
7. Kozubovskaya G.V. Adaptatsiya golozernykh sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh sukhostepnoi zony Nizhnego Povolzh'ya [Adaptation of naked varieties of spring barley in the dry steppe zone of the Lower Volga region]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*, 2019, no. 2(105), pp. 36-40. (In Russian)
8. Levakova O.V., Eroshenko L.M. Vysokobelkovye sorta i perspektivnye linii yarovogo yachmenya [High-protein varieties and promising lines of spring barley]. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2019, no. 6, pp. 23-25. (In Russian)
9. Doroshenko E.H.S., Filippov E.G., Dontsova A.A., Sidorenko V.S. Izuchenie golozernykh sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Severnogo Kavkaza [Study of naked varieties of spring barley in the conditions of the North Caucasus] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019. no. 2(30). pp. 131-139. (In Russian)
10. Doroshenko E.H.S., Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P. Rezul'taty izucheniya mirovoi kolleksii golozernogo yachmenya po pokazatelyam kachestva zerna v usloviyakh yuga Rostovskoi oblasti [Results of the study of the world collection of naked barley in terms of grain quality in the south of the Rostov region]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2020, no. 6 (72), pp. 84-94. (In Russian)
11. Batalova G.A. Zernofurazhnye kul'tury Rossii [Grain fodder crops of Russia]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*, 2013, V. 171, pp. 131-135. (In Russian)
12. Zheleznov A.V., Kukoeva T.V., Zheleznova N.B. Yachmen' golozernyi: proiskhozhdenie, rasprostranenie i perspektivy ispol'zovaniya [Hull-grain barley: origin, distribution and prospects of use]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*, 2013, V. 17, no 2, pp. 286-297. (In Russian)
13. Nikolaev P.N., Yusova O.A., Politukha O.V., Pankrat'eva I.A., Zverev S.V., Chirkova L.V., Klimova A.R. Kharakteristika krupyanykh svoistv golozernogo yachmenya [Characteristics of the cereal properties of naked barley]. *Agrarnaya Rossiya*, 2019, no. 7, pp. 14-17. (In Russian)
14. Letyago Yu.A., Belkina R.I. Razrabotka retseptur khleba s dobavleniem muki iz zerna yachmenya i tritcale [Development of bread recipes with the addition of flour from barley grain and tritcale]. *Vestnik KraSgau*, 2019, № 12 (153), pp. 176-182. (In Russian)
15. Kolmakov Yu.V., Zelova L.A., Pakhotina I.V. Khleb iz kompozitnykh muchnykh smesei [Bread from composite flour mixtures]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no 4 (126), pp. 133-136. (In Russian)
16. Rey J.I. Breeding food barley: from agronomic assessment to marker assisted selection: A thesis ...for the degree of Master of Science, 2008, 64 p.
17. Hang A., Obert D., Gironella A.I.N., Burton C.S. Barley amylose and β -glucan: their relationships to protein, agronomic traits, and environmental factors. *Crop Sci.*, 2007, V.47, pp.1754-1760.
18. Behall K.M., Hallfrisch J.G. Effects of barley consumption on CDV risk factors. *Cereal Food World*, 2006, V.51, no.1, pp.12-15.
19. Collar C., Angioloni A. Nutritional and functional performance of high β -glucan barley flours in breadmaking: mixed breads versus wheat breads. *Eur. Food Res.Technol*, 2014, v. 238, pp. 459-469.
20. Molina-Cano J.L., Moralejo M., Elía M. et al. QTL analysis of a cross between European and North American malting barleys reveals a putative candidate gene for β -glucan content on chromosome 1H. *Mol. Breeding*, 2007, V. 19, pp. 275-284.
21. Abdel-Haleem A.M.H., Awad R.A. Some quality attributes of low fat ice cream substituted with hullless barley flour and barley β -glucan. *J. Food Sci. Technol*, 2015, V. 52, pp. 6425-6434.

22. Narwal S., Kumar D., Sheoran S. et al. Hullless barley as a promising source to improve the nutritional quality of wheat products. *J. Food Sci. Technol.*, 2017, V. 54, pp. 2638-2644.
23. Messia M.C., Oriente M., Angelicola M., De Arcangelis E., Marconi E. Development of functional couscous enriched in barley β -glucans. *Journal of Cereal Science*, 2019, V.85, pp. 137-142.
24. Yanova M.A., Ivanova T.S. Razrabotka tekhnologii ehkstruzionnogo produkta iz golozernogo yachmenya [Development of technology of extrusion product from naked barley]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, no 1 (111), pp. 119-123. (In Russian)
25. Gryaznov A.A., Bessonov V.V. Pigmentirovannyi yachmen' kak komponent v retsepture konditerskikh izdelii [Pigmented barley as a component in confectionery recipes]. *Nauchnaya zhizn'*, 2013, no 1, pp. 35-38. (In Russian)
26. Yao X., Wu K., Yao Y. et al. Construction of a high-density genetic map: genotyping by sequencing (GBS) to map purple seed coat color (Psc) in hullless barley. *Hereditas*, 2018, V. 155, Article number 37. <https://doi.org/10.1186/s41065-018-0072-6>
27. Lin Sh., Guo H., Gong J.D.B. et al. Phenolic profiles, β -glucan contents, and antioxidant capacities of colored Qingke (Tibetan hullless barley) cultivars. *Journal of Cereal Science*, 2018, V. 81, pp. 69-75.
28. Gryaznov A.A., Romanova O.V. Ehffektivnost' ispol'zovaniya zerna yachmenya golozernogo sorta nudum 95 v kormlenii tsyplyat-broilerov [Efficiency of using naked barley grain of nudum 95 variety in feeding broiler chickens]. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2019, no 11, pp. 24-33. (In Russian)
29. Amiranashvili E.I., Chaunina E.A., Mezentshev I.I., Mezentshev M.I., Mezentsheva YU.A. Netraditsionnye kormovye ingredienty v kombikormakh dlya broilerov [Non-traditional feed ingredients in mixed feed for broilers]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, no. 4 (36), pp. 111-119. (In Russian)
30. Shpynova S.A., Yadrishchenskaya O.A., Selina T.V., Basova E.A. Golozernyi yachmen' v kombikormakh dlya perepelov [Naked barley in compound feed for quail]. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2020, no. 6, pp. 38-43. (In Russian)
31. Kononenko S.I. Ispol'zovanie golozernogo yachmenya pri vyrashchivani molodnyaka svinei [The use of naked barley in the cultivation of young pigs]. *Sb. nauch. tr. Stavropol'skogo NII zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*, 2014, v. 3, no 7, pp. 422-426. (In Russian)
32. Tatarkina N.I. Produktivnaya tsennost' ratsionov pri vyrashchivani molodnyaka svinei [The productive value of rations when growing young pigs]. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2018, no. 10, pp. 29-33. (In Russian)
33. Sharifi S.D., Shariatmadari F., Yaghobfar A. Effects of Inclusion of Hull-less Barley and Enzyme Supplementation of Broiler Diets on Growth Performance, Nutrient Digestion and Dietary Metabolisable Energy Content. *Journal of Central European Agriculture*, 2012, v. 13, no. 1, pp.193-207.
34. MacGregor A.W., Fincher G.B. Carbohydrates of the barley grain. *Barley: Chemistry and technology*. St. Paul, MN, 1993, pp.74-130.
35. Bregitzer P., Raboy V., Obert D.E. et al. Registration of 'Clearwater' low-phytate hullless spring barley. *J. of Plant Reg.*, 2008, v.2, no.1, pp.1-4.
36. Edney M.J., Langrell D.E. Evaluating the malting quality of Hullless CDC Dawn, acid-dehusked Harrington, and Harrington barley. *J. Am.Soc.Brew.Chem.*, 2004, v.62, no.1, pp.18-22.
37. Box A. Progress of the SA hullless barley improvement program. *Barley Newsletter*, 1999, v.43. Access point: <https://wheat.pw.usda.gov/ggpages/BarleyNewsletter/43/Box.html>
38. Agu R.C., Bringham T.A., Brosnan J.M., Pearson S. Potential of Hull-less Barley Malt for Use in Malt and Grain Whisky Production. *J. Inst. Brew.*, 2009, v. 115, no. 2, pp. 128-133.
39. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T.1. «Sorta rastenii» (ofitsial'noe izdanie) [State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Vol. 1. "Plant Varieties" (official publication)]. *Moscow, FGBNU «RosinformagroteKH»*, 2021, 719 p. (In Russian)
40. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]. *Moscow*, 1985, 351 p. (In Russian)
41. M.A. Fedin (ed.) Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury [Methodology for state variety testing of agricultural crops: Cereals, cereals, legumes, corn and fodder crops]. *Moscow*, 1989, 194 p. (In Russian)
42. Metodicheskie ukazaniya VIR po izucheniyu mirovoi kolleksii yachmenya i ovsa [VIR methodological guidelines for the study of the world collection of barley and oats]. *Leningrad*, 1987, 48 p. (In Russian)
43. Isachkova O. A., Loginova A. O., Pakul' V. N. Ustoichivost' k Ustilago hordei (Pers) Kell. et Sw. obraztsov golozernogo yachmenya [Resistance to Ustilago hordei (Pers) Kell. et Sw. samples of naked barley]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2019, no. 12-2(90), pp. 137-140. (In Russian)
44. Kirdoglo E.K., Polishchuk S.S., Chervonis M.V. Metodologiya i rezul'taty selektsii yachmenya pishchevogo ispol'zovaniya [Methodology and results of selection of barley for food use]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*, 2013, v. 171, pp. 240-253. (In Russian)
45. Dickin, E., Steele, K., Edwards-Jones, G. et al. Agronomic diversity of naked barley (*Hordeum vulgare* L.): a potential resource for breeding new food barley for Europe. *Euphytica*, 2012, v. 184, pp. 85-99.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И НЕОБХОДИМОСТЬ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ

А.И. АЛТУХОВ, академик РАН, ORCID.org/0000-0003-3740-2436,
E-mail: prognos@mail.ru

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ И
СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ – ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

Статья посвящена анализу технико-технологического потенциала сельского хозяйства страны и необходимости его модернизации. В ней отмечается, что несмотря на более активную ориентацию сельского хозяйства на максимальное использование возможностей научно-технического прогресса по всем его основным направлениям, тем не менее в силу ряда причин отрасль значительно отстает в инновационном развитии. Ее хроническая инвестиционная недостаточность является одной из основных внутренних системных проблем в развитии сельского хозяйства, решение которой во многом связано с низкой и неустойчивой доходностью большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей и значительной их закредитованностью при ограниченной доступности к субсидированным инвестиционным кредитам. Такая ситуация с привлечением инвестиций в сельское хозяйство сложилась преимущественно из-за отсутствия целенаправленной государственной политики в инновационной сфере, использования наиболее эффективных ее организационно-экономических механизмов, а также вследствие неблагоприятной макроэкономической ситуации в стране, слабости и неустойчивости развития национальной экономики. Фактически государством не соблюдается по отношению к сельскому хозяйству принципа особой приоритетности развития отрасли, который в первую очередь должен подкрепляться соответствующей государственной поддержкой, соразмерно с ее объемом и возможным достижением поставленных перед сельским хозяйством приоритетных целей и решаемых задач.

Ключевые слова: аграрная сфера экономики, сельское хозяйство, отрасль, технико-технологический потенциал, технико-технологическая база, модернизация, инновации, инвестиции, доходность, государственная поддержка, организационно-экономический механизм, субсидии, макроэкономическая ситуация.

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF AGRICULTURE AND THE NEED FOR ITS MODERNIZATION

A.I. Altukhov, ORCID.org/0000-0003-3740-2436, E-mail: prognos@mail.ru

FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF AGRARIAN ECONOMICS AND SOCIAL
DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES – ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE
OF AGRICULTURAL ECONOMICS

Abstract: *The article is devoted to the analysis of the technical and technological potential of the country's agriculture and the need for its modernization. It notes that in spite of the more active orientation of agriculture towards the maximum use of the possibilities of scientific and technological progress in all its main areas, nevertheless, for a number of reasons, the branch lags significantly behind in innovative development. Its chronic investment inadequacy is one of the main internal systemic problems in the development of agriculture, the solution of which is largely*

associated with the low and unstable profitability of most agricultural producers and their significant debt load with limited availability of subsidized investment loans. This situation with attracting investments in agriculture has developed mainly due to the lack of a targeted state policy in the innovation sphere, the use of its most effective organizational and economic mechanisms, as well as due to the unfavorable macroeconomic situation in the country, weakness and of instability of the national economy. In fact, in relation to agriculture, the state does not observe the principle of special priority for the development of the branch, which, first of all, should be supported by appropriate state support, commensurate with its volume and the possible achievement of the priority goals set for agriculture and the tasks to be solved.

Keywords: agricultural sphere of the economy, agriculture, branch, technical and technological potential, technical and technological base, modernization, innovation, investment, profitability, government support, organizational and economic mechanism, subsidies, macroeconomic situation.

Введение

В последние годы сельское хозяйство растет быстрее, чем экономика страны, доказав свою традиционную «живучесть». Однако по-прежнему решение проблемы технико-технологического развития сельского хозяйства, преобразования его в наукоемкий и высокотехнологичный сектор экономики остается одной из ключевых в отрасли. Хотя поддержка государства и обеспечивала относительные успехи в развитии сельского хозяйства, но не позволяла более активно решать его многолетние системные проблемы, применять не отдельные меры, а комплексный подход, опираясь прежде всего на эффективное использование внутренних производственных ресурсов самой отрасли.

Развитие сельского хозяйства пока во многом не способно эффективно повышать его доходность, иметь возможность привлечения инвестиций для ведения расширенного воспроизводства в отрасли, проведения ее ускоренной технико-технологической модернизации, внедрения инноваций, преодоления разного рода ограничений при разработке и использовании новых технологий. Поэтому несмотря на то, что в современных условиях происходит более активная ориентация сельского хозяйства на максимальное использование возможностей научно-технического прогресса по всем его основным направлениям, тем не менее в силу ряда причин отрасль значительно отстает в инновационном развитии.

Результаты и их обсуждение

В сельском хозяйстве сравнительно медленно внедряются цифровые технологии и платформенные решения, в отрасли сосредоточено менее полпроцента специалистов в области информационно-коммуникационных технологий, значительно затруднен доступ сельскохозяйственных товаропроизводителей к информационным ресурсам. Низкими и неустойчивыми остаются темпы увеличения производства инновационных товаров. Их доля в общем объеме отгруженной продукции не превышает 4,1-5,2% (табл. 1). В растениеводстве только 4,2% сельскохозяйственных организаций являются инновационно-активными, а в животноводстве – 3,9%. В общих затратах на технологические инновации удельный вес сельского хозяйства составляет лишь 2,5%, хотя производство многих видов его продукции базируется на использовании иностранных технологий и оборудовании. При этом инновационная деятельность преимущественно реализуется за счет собственных средств предприятий (59,3%), кредитов и займов (39,0%) [1].

По-прежнему сохраняются традиционные проблемы с обновлением машинно-тракторного парка сельского хозяйства, его рациональным использованием. Так, в 2020 г. по сравнению с 2015 г. в сельскохозяйственных организациях сокращение тракторов составило 13%, сеялок – 24 и зерноуборочных комбайнов – 12%. Доля техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет, по тракторам составляла 68,3%, зерноуборочным комбайнам – 59,4% и по кормоуборочным – 59,8%. Энергообеспеченность сельского хозяйства остается в 3-5 раз ниже, чем в странах Европы и Северной Америки, у которых уровень производительности труда в отрасли выше в 5-8 раз российского показателя. Несмотря на то, что в 2020 г. по сравнению с 2013 г. производство отечественной сельскохозяйственной техники

увеличилось более чем в четыре раза, однако почти 40% ее количества закупалось по импорту.

Таблица 1

**Объем и структура инновационных товаров и услуг в
сельском хозяйстве Российской Федерации ¹⁾**

Виды инновационных товаров и услуг	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Объем, млн руб.			
Всего	28 446,0	33 829,1	69 559,2
в том числе:			
выращивание: однолетних культур	10 625,8	10 260,1	26 356,7
многолетних культур	442,5	491,5	846,7
рассады	457,3	480,6	88,2
животноводство	16 602,3	21 732,2	40 935,5
смешанное сельское хозяйство	-	213,6	1 047,5
вспомогательная деятельность в области производства и послеуборочной обработки сельскохозяйственной продукции	318,1	651,0	284,5
Структура, %			
Всего	100,0	100,0	100,0
в том числе:			
выращивание: однолетних культур	37,4	30,3	37,9
многолетних культур	1,6	1,5	1,2
рассады	1,6	1,4	0,1
животноводство	58,4	64,2	58,8
смешанное сельское хозяйство	-	0,6	1,5
вспомогательная деятельность в области производства и послеуборочной обработки сельскохозяйственной продукции	1,1	1,9	0,4
Удельный вес, инновационных товаров, работ и услуг в общем объеме, %			
Всего	5,2	5,0	4,1
в том числе:			
выращивание: однолетних культур	1,9	1,5	1,5
многолетних культур	0,1	0,1	0,0
рассады	0,1	0,1	0,0
животноводство	3,0	3,2	2,4
смешанное сельское хозяйство	-	0,0	0,1
вспомогательная деятельность в области производства и послеуборочной обработки сельскохозяйственной продукции	0,1	0,1	0,0

¹⁾ Рассчитана по данным Росстата <https://rosstat.gov.ru>.

Поскольку в современных условиях развитие сельского хозяйства во многом приобретает межотраслевой характер, включая и технико-технологические аспекты, то одним из важнейших приоритетов эффективного функционирования отрасли является внедрение достижений научно-технического прогресса в сельскохозяйственное производство. В значительной степени это определяется не только возможностями развития непосредственно самой отрасли, но и экономики в целом, низкие темпы роста которой в последнее время оказывают сдерживающее влияние на ведение сельского хозяйства, тормозящего его перевод на более высокий технологический уклад. Поэтому, решая такую сложную и одновременно многоаспектную проблему как укрепление технико-технологического потенциала сельского хозяйства и необходимость его модернизации и рационального использования, нельзя не учитывать сложившуюся макроэкономическую ситуацию в стране, ее прямое и косвенное влияние на технико-технологическое состояние отрасли, являющейся основой ее устойчивого развития.

Одной из основных внутренних системных проблем в развитии сельского хозяйства является его хроническая инвестиционная недостаточность. Во многом она связана с низкой и неустойчивой доходностью большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей и значительной их закредитованностью при ограниченной доступности к субсидированным инвестиционным кредитам, дефицит которых сдерживает рост инвестиций в основной капитал отрасли, а, следовательно, и ее развитие. Такая негативная ситуация с привлечением инвестиций в сельское хозяйство сложилась преимущественно из-за отсутствия целенаправленной государственной политики в инновационной сфере, использования наиболее эффективных ее организационно-экономических механизмов, а также вследствие неблагоприятной макроэкономической ситуации в стране, слабости и неустойчивости развития национальной экономики.

Сохранение в стране низкой инвестиционной доли в структуре валового внутреннего продукта, равной 17%, вместо необходимой не менее 25%, при недостаточных вложениях в экономику знаний (12% ВВП) и науку (1% ВВП), фактически не дает шансов на экономический рост национальной экономики и не может обеспечить социально-экономический прогресс. Тормозит рост экономики, снижая покупательский спрос, социальное неравенство между половиной бедного населения и аномальной роскошью 0,5% его богатейшей части [2, с. 13].

Одной из основных причин отсутствия экономического роста в стране являются относительно высокие внутренние цены на сырье, топливо и электроэнергию. Так, в России вдвое выше цена на бензин и электроэнергию по паритету покупательной способности, чем, например, в США. У нее вдвое больше и доля ВВП на оплату электроэнергии, хотя в стране затраты на нее выше только на 15%. Монополизм, коррупция, некомпетентность управленцев, незащищенность прав собственности стали мощным фактором деградации производительных сил и государства, вследствие чего в стране сложилась чрезвычайно низкая эффективность инвестиций, определяемая отношением прироста ВВП к приросту инвестиций в основной капитал, который в последние годы равнялся 2, в то время как в мире он составлял от 3 до 5 [2, с. 17, 18].

Россия в инвестиционном развитии не только отстает от среднемирового уровня, но и от стран на постсоветском пространстве. Так, с 2000 по 2019 г. ее индекс роста инвестиций в экономику по сравнению с Казахстаном и Узбекистаном был ниже в 3,7 раза, а с Украиной – в 1,3 раза. За период 2005-2019 гг. ее индекс роста инвестиций в основной капитал сельского хозяйства по сравнению с Казахстаном был ниже в 3,8 раза, с Беларусью – в 1,8 раза.

«Технологическое отставание, зависимость означает снижение безопасности и экономических возможностей страны, а в результате – потерю суверенитета. Именно так, а не иначе обстоит дело. Отставание неизбежно ведет к ослаблению, размыванию человеческого потенциала... Именно отставание – вот главная угроза и вот наш враг. И если не переломим ситуацию, оно будет неизбежно усиливаться» [3].

Неблагоприятная макроэкономическая ситуация в стране негативно отражается на развитии сельского хозяйства, вследствие чего для него преимущественно характерен вяло текущий инновационно-инвестиционный процесс, особенно ослабление его инновационной компоненты. В силу разных объективных условий сельское хозяйство обладает более низкой конкурентоспособностью по сравнению с другими отраслями экономики, хронической инвестиционной недостаточностью и слабой инвестиционной и инновационной активностью прежде всего из-за низкой доходности значительной части сельскохозяйственных товаропроизводителей, особенно расположенных в депрессивных регионах и очагового ведения сельского хозяйства.

Несмотря на неуклонное сокращение убыточных сельскохозяйственных организаций в общей их численности, удельный вес которых в 2020 г. составил 11,5%, а также рост прибыли до налогообложения (с учетом субсидий) до 514,4 млрд руб., низкая доходность и убыточность подавляющего количества этой категории товарных хозяйств практически не

имеет возможности для привлечения необходимых инвестиций для устойчивого развития отрасли, более ускоренного ее технико-технологического обновления.

Основная доля прибыли сельского хозяйства концентрируется в небольшой группе сельскохозяйственных организаций, являющейся преимущественно частью крупных агрохолдингов. Кроме того, при росте прибыльных сельскохозяйственных организаций, объема производства продукции сельского хозяйства и ее доходности их прибыль неустойчива. Например, в 2020 г. у 46,5% этой основной товарной категории хозяйств уровень рентабельности с учетом субсидий не превышал 20%, хотя их доля составляла около половины объема прибыли, а остальная ее часть приходилась на 28,2% сельскохозяйственных организаций, имеющих уровень рентабельности свыше 20%. Однако из этого количества прибыльных организаций только 10,8% имели уровень рентабельности в пределах от 20 до 30%.

Сложившееся положение с доходностью сельского хозяйства осложняется еще и тем обстоятельством, что ежегодно сельскохозяйственные организации выплачивают государству в виде разного рода налогов и сборов сумму, которая в среднем почти в полтора раза превышает уровень бюджетной поддержки отрасли из консолидированного бюджета. Такая ситуация во многом связана с несовершенством сложившихся ценовых отношений в агропромышленном комплексе из-за использования малоэффективного стабилизационного экономического механизма, направленного на относительное выравнивание ценовой ситуации между его отдельными сферами и отраслями. Решение этой фундаментальной проблемы связано с совершенствованием межотраслевых отношений и формированием уровня доходности сельского хозяйства, необходимого для ведения расширенного воспроизводства, перевода отрасли на инновационно-инвестиционную модель ее развития.

Именно низкая и неустойчивая доходность сельского хозяйства по-прежнему остается одной из основных проблем, вызывающая и усиливающая многие существующие негативные тенденции в развитии отрасли и аграрной сфере экономики в целом. Например, в 2020 г. без субсидий уровень рентабельности сельского хозяйства составил около 14%, что вдвое ниже, чем необходимо для ведения отрасли на расширенной основе, хотя с 2014 по 2019 г. сельское хозяйство развивалось более динамично, чем экономика страны. Если за этот период производство продукции отрасли увеличилось на 17,7%, то промышленности – на 11,8%, а ВВП вырос лишь на 4,6%. Причем рост цен на продукцию сельского хозяйства уступал аналогичному показателю других отраслей агропромышленного комплекса и потребительских цен. Если за 2010-2019 гг. цены производителей сельскохозяйственной продукции увеличились в 1,8 раза, то в первой сфере АПК они выросли вдвое, в третьей – в 1,9 раза, а потребительские цены повысились почти вдвое. По-прежнему цена электроэнергии для сельского хозяйства почти вдвое превышает цену для промышленных производителей.

Низкая и неустойчивая доходность сельского хозяйства в сочетании с недостаточностью, а часто и непредсказуемостью объемов государственной поддержки, накладываясь на другие негативные моменты, во многом сохраняет и даже усиливает системные проблемы в развитии отрасли. Она не обеспечивает ее необходимые воспроизводственные возможности, вследствие чего основная часть сельскохозяйственных товаропроизводителей не может использовать достижения научно-технического прогресса для повышения эффективности и конкурентоспособности производимой ими продукции, проведения более активной технико-технологической модернизации производства, осуществления существенных как количественных, так и качественных сдвигов в инвестиционной деятельности.

Относительно низкие темпы технико-технологического обновления и модернизации сельского хозяйства в первую очередь у значительной части сельскохозяйственных товаропроизводителей связаны с дефицитом собственных и заемных средств, их относительно слабой государственной поддержки. Безусловно, трудно развивать сельское хозяйство на новой технико-технологической базе, если учесть, что, например, в 2019 г. по

сравнению с 2009 г. инвестиции в основной капитал отрасли возросли лишь на 1,7%, в то время как в целом по экономике их прирост составил 8,9%. При этом инвестиции на 56,2% осуществлялись за счет собственных средств сельскохозяйственных товаропроизводителей и на 43,8% благодаря привлечению финансовых средств, преимущественно кредитов банков. Удельный вес привлеченных бюджетных средств в общем объеме инвестиций не превышал 2-3% [4]. Только 40% объемов кредитов привлекалось на льготных условиях. По-прежнему доля сельского хозяйства в объемах кредитования остается намного меньше, чем его вклад в ВВП. Преимущественно вследствие этих причин в последние годы наметилась довольно четкая тенденция падения индекса физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства (табл. 2), причем часто даже не достигаются более низкие плановые значения этого целевого показателя, предусмотренные Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2025 годы (далее – Государственная программа).

Таблица 2

Индекс физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства Российской Федерации ¹⁾

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Индекс физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства	100,0	<u>н.д.</u> 103,7	<u>105,1</u> 100,7	<u>98,2</u> 93,6

¹⁾ В числителе приведены плановые значения индекса, в знаменателе – фактические.

Из-за дефицита незначительного абсолютного и относительного объема инвестиций по-прежнему не удастся выйти на необходимые темпы технико-технологического развития отрасли, осуществить ее переход на более высокий технологический уклад и повысить конкурентоспособность производимой продукции. В результате, например, в сельском хозяйстве коэффициент обновления основных фондов увеличился с 4,0% в 2014 г. до 6,8% в 2019 г., то есть средний срок их эксплуатации уменьшился с четверти века до примерно 15 лет [4]. С одной стороны, преимущественно из-за низкой доходности отрасли медленными темпами происходит обновление сельскохозяйственной техники (табл. 3, 4), стоимость которой к тому же неуклонно возрастает, значительно опережая темпы прироста производства продукции. С другой стороны, такая доходность подрывает основы отечественного сельскохозяйственного машиностроения.

Таблица 3

Коэффициенты обновления и выбытия основных видов сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации

Виды техники	Годы				
	2008	2009	2010	2015	2020
Коэффициент обновления сельскохозяйственной техники, %					
Тракторы	3,8	2,0	2,3	3,0	4,2
Машины для посева – всего	5,2	2,7	3,0	3,9	4,1
в том числе:					
посевные комплексы	22,4	8,5	7,5	7,2	7,8
сеялки	4,4	2,4	2,7	3,5	3,4
Комбайны: зерноуборочные	6,9	4,3	3,5	5,3	6,2
кукурузоуборочные	6,1	2,2	2,9	8,4	5,2
Коэффициент выбытия сельскохозяйственной техники, %					
Тракторы	6,7	5,8	5,1	4,6	3,6
Комбайны: зерноуборочные	10,0	8,0	6,9	5,9	4,7
кукурузоуборочные	13,5	13,2	10,3	10,5	8,1

Таблица 4

Ресурсное обеспечение инвестиционной деятельности и технической модернизации АПК и обновления парка сельскохозяйственной техники из федерального бюджета при реализации Государственной программы

Показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Бюджетные ассигнования – всего, млрд руб.:			
план	242,0	303,6	283,6
фактически	249,5	311,5	271,3
% выполнения	103,1	102,6	95,7
в том числе:			
ведомственный проект «Стимулирование инвестиционной деятельности в АПК», млрд. руб.:			
план	102,0	114,8	121,2
фактически	93,0	108,8	108,1
% выполнения	91,1	94,8	89,2
ведомственный проект «Техническая модернизация АПК», млрд руб.:			
план	10,0	8,0	1,1
фактически	14,0	19,5	6,6
% выполнения	140,0	243,8	6 раз
основное мероприятие «Стимулирование обновления парка сельскохозяйственной техники», млрд. руб.:			
план	10,0	-	-
фактически	10,0	-	-
% выполнения	100,0	-	-
Сумма расходов на стимулирование инвестиционной деятельности, техническую модернизацию АПК и обновление парка сельскохозяйственной техники, млрд руб.:			
план	122,0	122,8	122,3
фактически	117,0	128,3	114,7
Удельный вес в общих бюджетных ассигнованиях, %			
план	50,4	40,4	43,1
фактически	46,9	41,2	42,3

В 2020 г. расходы федерального бюджета на поддержку инвестиционного кредитования сельского хозяйства были на 23% меньше планового показателя, хотя его эффективность была сравнительно высокой. Так, согласно Государственной программы было запланировано достижение объема льготных инвестиционных кредитов, выделенных на развитие сельского хозяйства, исходя из расчета не менее 12,9 руб. на каждый рубль предоставленных субсидий. Фактический же показатель составил 26,1 руб., или был вдвое выше запланированного уровня.

Согласно Федеральному закону Российской Федерации «О федеральном бюджете на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов» от 8 декабря 2020 г. № 385-ФЗ в 2021 г. объем федеральных бюджетных ассигнований на финансирование ведомственного проекта «Стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе» составит 100868 млн руб., что на 6,7% ниже уровня 2020 г. и на 16,8% меньше бюджетных ассигнований, предусмотренных паспортом Государственной программы.

Хотя Государственная программа решает только часть проблем развития аграрной сферы экономики, а ее финансирование из федерального бюджета имеет неуклонную тенденцию к увеличению объема и в последние годы в основном соответствует паспортным данным, тем не менее, из-за неустойчивости курса рубля по отношению к американскому доллару, его рост практически отсутствует (табл. 5).

Таблица 5

Финансирование реализации Государственной программы из федерального бюджета

Годы	Объем, млрд руб.			Объем с учетом инфляции, млрд руб.		Объем, млрд долл.	
	предусмотрено	фактически	% выполнения	предусмотрено	фактически	предусмотрено	фактически
2008	76,3	118,3	155,0	67,3	104,4	3,1	4,8
2009	100,0	165,0	165,0	91,9	98,6	3,1	5,2
2010	120,0	107,3	89,4	110,3	151,7	4,0	3,5
2011	125,0	125,0	100,0	117,8	117,8	4,3	4,3
2012	130,0	137,6	105,8	122,0	129,1	4,2	4,4
2013	158,9	197,9	124,5	149,3	185,9	5,0	6,2
2014	170,1	186,6	109,7	152,8	167,6	4,4	4,8
2015	187,9	222,3	118,3	166,4	196,9	3,1	3,6
2016	258,1	218,1	84,5	245,0	207,0	3,9	3,3
2017	215,9	233,8	108,3	210,5	228,0	3,7	4,0
2018	242,0	249,5	103,1	232,1	239,3	3,9	4,0
2019	303,6	311,5	102,6	294,6	302,3	4,7	4,8
2020	283,6	271,3	95,7	270,3	258,6	3,9	3,8

При относительно высокой зависимости аграрной сферы экономики от импортных поставок отдельных средств производства и внутреннего агропродовольственного рынка от импорта продовольственных товаров, а также при наличии незначительного объема производства инновационных товаров в сельском хозяйстве недопустимо сокращение финансирования Государственной программы из федерального бюджета. Однако эта негативная тенденция уже отчетливо прослеживается и в абсолютном, и относительном выражениях. Так, в 2020 г. в соответствии с Федеральным законом от 2 декабря 2019 г. № 380-ФЗ на реализацию Государственной программы из федерального бюджета было направлено на 4,3% меньше финансовых средств, предусмотренных ее паспортом.

Федеральным законом от 8 декабря 2020 г. № 385-ФЗ установлено направить в 2021 г. на реализацию Государственной программы из федерального бюджета 256,2 млрд руб., в 2022 г. – 279,8 млрд и в 2023 г. – 295,5 млрд руб. Однако ее паспортом на 2021-2023 гг. было предусмотрено выделение средств из федерального бюджета соответственно на 12,0%, 14,5 и 10,2% больше объема, предусмотренного Федеральным законом. Кроме уменьшения фактически выделяемых бюджетных средств на реализацию Государственной программы по сравнению с ее паспортом, в 2021-2023 гг. снижается их объем и по сравнению с 2020 г. соответственно на 6,8%, 17,1 и 17,5%.

Заключение

Вместе с тем следует признать, что в 2020 г. сельское хозяйство даже не относилось к числу отраслей, пострадавших от коронавируса и его последствий, хотя оно по-прежнему нуждалось в дополнительной поддержке со стороны государства (табл. 6). Более того, за счет сельского хозяйства осуществлялась поддержка населения путем квотирования экспорта и ограничения роста цен на отдельные виды сельскохозяйственной и продовольственной продукции. Причем это происходило на фоне неплатежеспособности большинства сельскохозяйственных организаций страны, их неуклонно растущей беспрецедентной общей кредиторской задолженности, достигшей в 2019 г. 3,4 трлн. руб., фактически превратившей

значительную часть этой основной категории товарных хозяйств в потенциального финансового банкрота.

Таблица 6

Расходы консолидированного бюджета Российской Федерации и бюджетов государственных внебюджетных фондов на национальную экономику, сельское хозяйство и рыболовство

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2020 г. в % к 2017 г.
Расходы консолидированного бюджета (млрд руб.) на:					
национальную экономику	4332,0	4442,9	5171,8	6040,8	139,4
сельское хозяйство и рыболовство	343,8	365,8	434,9	419,2	121,9
Доля сельского хозяйства и рыболовства в структуре расходов консолидированного бюджета, %	7,9	8,2	8,4	6,9	-1,0 п.п.
Расходы федерального бюджета (млрд руб.) на:					
национальную экономику	2460,1	2402,1	2827,1	3483,9	141,6
сельское хозяйство и рыболовство	214,1	225,7	288,8	264,7	123,6
Доля сельского хозяйства и рыболовства в структуре расходов федерального бюджета, %	8,7	9,4	10,2	7,6	-1,1 п.п.

Однако в 2020 г. произошло сокращение объема поддержки из консолидированного и федерального бюджетов на развитие сельского хозяйства, вследствие чего уменьшился удельный вес отрасли в общих их объемах. Такая негативная ситуация с государственной поддержкой сельского хозяйства свидетельствует, что государством не соблюдается по отношению к нему принцип особой приоритетности. В первую очередь он должен подкрепляться соответствующей государственной поддержкой, соразмерно с ее объемом и возможным достижением поставленных перед отраслью приоритетных целей и решаемых задач.

Литература

1. Басарева В.Г. Сельская бедность как фактор, сдерживающий инновационное развитие АПК // АПК: экономика, управление. – 2021. – № 3. – С. 78-79.
2. Пандемия 2020. Экономический кризис в России. Что надо делать / Р.И. Нигматулин, Б.И. Нигматулин, А.Г. Аганбегян, М.Д. Абрамов, В.А. Кашин. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – С. 13, 17, 18.
3. План Президента Путина (Ежегодное послание главы государства Федеральному Собранию) // Российская газета. – 2 марта 2018 г. - № 46. – С. 1.
4. Ушачев И., Серков А., Чекалин В., Харина М. Долгосрочная аграрная политика России: вызовы и стратегические приоритеты // АПК: экономика, управление. – 2021. - № 1. – С. 6.
5. Агропродовольственный сектор России в условиях «больших вызовов»: проблемы, риски, новые возможности: монография / А.И. Алтухов, А.Н. Семин, Е.И. Семенова и др. – М.: Фонд «Кадровый резерв», 2019. – 416 с.
6. Алтухов А.И. Основные стратегические направления инновационно-инвестиционного развития зернопродуктового подкомплекса // Научно-технологическое развитие аграрного сектора экономики страны в условиях глобальных вызовов и угроз: сб. статей международной научно-практической конференции 17-18 октября 2019 г. – С. 13-16.
7. Алтухов А.И., Нечаев В.И. Экономические проблемы инновационного развития зернопродуктового подкомплекса России. – М.: Издательство Насирдинова В.В., 2015. – 477 с.

References

1. Basareva V.G. Rural poverty as a factor holding back the innovative development of the agro-industrial complex // APK: economics, management, 2021, no 3. – pp. 78, 79.

2. Pandemic 2020. The economic crisis in Russia. What to do / R.I. Nigmatulin, B.I. Nigmatulin, A.G. Aganbegyan, M.D. Abramov, V.A. Kashin. - Moscow: GEOTAR-Media, 2020. – pp. 13, 17, 18.
3. Plan of President Putin (Annual message of the head of state to the Federal Assembly) // Rossiyskaya Gazeta. - March 2, 2018, no 46. – pp. 1.
4. Ushachev I., Serkov A., Chekalin V., Kharina M. Long-term agrarian policy of Russia: challenges and strategic priorities // APK: economics, management, 2021, no 1. – pp. 6.
5. Agri-food sector of Russia in the conditions of "big challenges": problems, risks, new opportunities: monograph / A.I. Altukhov, A.N. Semin, E.I. Semenova and others – Moscow: Fund "Personnel Reserve", 2019. – 416 p.
6. Altukhov A.I. The main strategic directions of innovation and investment development of the grain product subcomplex // Scientific and technological development of the agricultural sector of the country's economy in the context of global challenges and threats: collection of articles of the international scientific and practical conference October 17-18, 2019 – pp. 13-16.
7. Altukhov A.I., Nechaev V.I. Economic problems of innovative development of the grain products subcomplex of Russia. – Moscow: V.V. Nasirddinov Publishing House, 2015. – 477 p.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ ГОРОХА МОРФОТИПА ХАМЕЛЕОН ПО ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

Г.В. СОБОЛЕВА, А.А. ЗЕЛЕНОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук
А.Н. СОБОЛЕВ*, кандидат биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
*ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.С.ТУРГЕНЕВА»

E-mail: alniksobolev@rambler.ru

В статье представлены результаты скрининга образцов гороха морфотипа хамелеон: Спартак, Ягуар, Орел, Сибирский-1, ТМ-06-457, Яг-06-643, Х₂-12-90, Амikh-99-1132, к-8835 Wisconsin-9406 по ряду показателей устойчивости растений к засухе. Контроль – сорт Софья. Оценка устойчивости на ранних этапах онтогенеза осуществляли на питательных средах, содержащих в качестве стресс-фактора 15% ПЭГ. Показателями устойчивости служили: относительный уровень устойчивости (всхожесть семян в условиях смоделированной физиологической засухи в % к контролю), длина зародышевого корешка. Для оценки устойчивости к обезвоживанию целых растений анализировали показатели водного режима: водоудерживающая способность в процессе завядания и общее содержание воды в тканях. Уровень относительной устойчивости варьировал от 49,12% (к-8835 Wisconsin-9406) до 91,56% (ТМ-06-457). Наиболее устойчивыми к осмотическому стрессу были образцы: ТМ-06-457 (91,56%) и Х₂-12-90 (84,51%). В группу среднеустойчивых вошли два сорта: Спартак (65,00%) и Орел (66,12%). Установлена тесная положительная корреляция ($r=0,82$) между всхожестью семян и длиной зародышевого корешка на средах с высокой осмотической нагрузкой. Выявлено преимущество образцов гороха морфотипа хамелеон в сравнении с контролем по водоудерживающей способности целых растений.

Ключевые слова: горох, морфотип, образец, осмоустойчивость, засухоустойчивость, водоудерживающая способность.

CHARACTERISTICS OF PEA SPECIMENS OF THE CHAMELEON MORPHOTYPE IN TERMS OF RELATIVE DROUGHT TOLERANCE

G.V. Soboleva, A.A. Zelenov, A.N. Sobolev*

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

* FSBEI HE «I.S. TURGENEV STATE UNIVERSITY, OREL»

E-mail: alniksobolev@rambler.ru

Abstract: *The article presents results of screening of pea samples of chameleon morphotype: Spartak, Jaguar, Orel, Sibirskii-1, TM-06-457, Yag -06-643, X₂-12-90, Amikh-99-1132, k-8835 Wisconsin-9406 for a number of indicators of plant resistance to drought. Control is the Sophia variety. The assessment of resistance at the early stages of ontogenesis was carried out on nutrient media containing 15% PEG as a stress factor. Resistance indicators were: relative level of resistance (seed germination under conditions of simulated physiological drought in% to control), length of the embryonic root. To assess the resistance to dehydration of whole plants, the indicators of the water regime were analyzed: water retention capacity during wilting and the total water content in tissues. The level of relative stability varied from 49,12% (k-8835 Wisconsin-9406) to 91,56% (TM-06-457). The most resistant to osmotic stress were samples: TM-06-457 (91,56%) and*

X₂-12-90 (84,51%). The group of medium-resistant varieties included two varieties: Spartak (65,00%) and Orel (66,12%). A close positive correlation ($r = 0.82$) was established between seed germination and the length of the embryonic root on media with a high osmotic load. Advantage of pea samples of chameleon morphotype in comparison with the control in terms of water-holding capacity of whole plants was revealed.

Keywords: peas, morphotype, sample, osmotolerance, drought tolerance, water retention capacity.

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) занимает ведущее положение в структуре зернобобовых культур Российской Федерации, являясь ценным источником растительного белка в котором присутствуют все незаменимые аминокислоты. Благодаря симбиозу с полезными почвенными микроорганизмами – клубеньковыми бактериями посевы гороха служат важным фактором, улучшающим плодородие и структуру почвы за счет обогащения азотом и необходимыми элементами минерального питания (труднодоступным фосфором). В результате селекционно-генетической проработки достигнуты значительные успехи в повышении урожайности и качества зерна гороха [1-5]. В последние годы основное направление селекции, позволяющее повысить продуктивность и технологичность сортов гороха, ориентировано на совершенствование морфотипа растений. В частности, внимание селекционеров в настоящее время акцентировано на оригинальной форме гороха с измененным листовым аппаратом – хамелеон (с ярусной гетерофиллией). У этой формы два-три нижних развитых листа обычно имеют два-три листочка и неветвящийся усик. На следующих четырех-пяти узлах лист представлен многократно разветвленными усиками с расположенными на них листочками неправильной формы (усато-листочковые листья). Выше по стеблю на трех-четырех узлах формируются листья с многократно ветвящимися усиками без листочков (усатые листья). В зоне плодоношения располагаются усато-листочковые листья. Интерес к морфотипу хамелеон обусловлен тем, что данная форма гороха обладает высоким биоэнергетическим потенциалом, позволяющим преодолеть достигнутый для традиционных форм предел урожайности в 5-6 т/га [6].

Системная селекционная работа с данным морфотипом предполагает и оценку устойчивости к засухе, что является крайне важным в условиях наблюдающегося глобального потепления. Среди большого разнообразия существующих методов диагностики устойчивости к засухе наиболее распространенным является определение всхожести семян в условиях осмотического стресса. Способность семян прорасти в растворах осмотиков, имитирующих водный дефицит, отражает с одной стороны, наследственное свойство прорасти при относительном недостатке воды, с другой – наличие высокой сосущей силы, обеспечивающей использование труднодоступной влаги на начальных этапах вегетации, позволяющей формировать мощное развитие корневой системы и в целом всего растения. Но, устойчивость к засухе определяется целым комплексом приспособительных механизмов функционирующих как на разных уровнях организации растений, так и на разных этапах их онтогенеза. Поэтому, только по способности прорастания семян нельзя сделать заключение об устойчивости к засухе вегетирующего растения. В связи с этим, для надежной и объективной характеристики засухоустойчивости образцов гороха важное значение имеет оценка устойчивости вегетирующих растений по комплексу параметров водного режима, таких как: водоудерживающая способность тканей и общая оводненность, определяемых методом завядания срезанных растений в критический период развития гороха к недостатку влаги (фаза бутонизация - начало цветения) [7-9].

Цель исследований – охарактеризовать образцы гороха морфотипа хамелеон по относительной засухоустойчивости.

Материал и методы исследований

Материалом для проведения исследований служили 9 генотипов гороха морфотипа хамелеон: Спартак, Ягуар, Орел, Сибирский-1, ТМ-06-457, Яг-06-643, X₂-12-90, Амх-99-1132, к-8835 Wisconsin-9406. Контроль – сорт Софья. Оценку устойчивости генотипов гороха

к осмотическому стрессу осуществляли на жидких питательных средах, содержащих для имитации водного дефицита не ионный, не проникающий осмотик – 15% полиэтиленгликоль (ПЭГ) с молекулярной массой 6000. Контроль – питательные среды без селективного фактора. Основу питательных сред составляли минеральные соли согласно протоколу MS [10], витамины согласно протоколу B5 [11], мезо-инозитол – 100 мг/л, глицин – 2 мг/л, сахароза – 30000 мг/л. Семена стерилизовали поэтапно: 70% спиртом – 5 мин., 0,5% водным раствором хлоргексидиндиглюконатанатрия – 5 мин., промывая 3 раза стерильной водой после каждого агента. Семена проращивали в чашках Петри по 20 шт. Опыты повторяли 3 раза. Подсчет проросших семян проводили на 7 сутки. Анализировали всхожесть семян и длину зародышевого корешка. Ранжирование генотипов по осмоустойчивости проводили согласно методическому руководству ВИР [12].

Для анализа показателей водного режима целых растений данные генотипы высевали в полевом опыте в ручном посеве. Площадь питания растений – 100 см². Вододерживающую способность растений определяли в фазу бутонизация – начало цветения методом завядания срезанных растений в 10 кратной повторности по Н.Н. Третьякову [13]. Основные количественные показатели подвергали вариационно-статистической обработке [14].

Результаты и обсуждение

Установлено, что в контрольном варианте (питательная среда без ПЭГ) всхожесть семян у изученных образцов варьировала от 76,7% до 100% (табл. 1). В условиях осмотического стресса минимальная всхожесть отмечена у образцов Амих-99-1132 и Wisconsin-9406, составившая 37,5% и 47,5% соответственно. У остальной группы образцов данный показатель находился в пределах от 57,5% (Ягуар, Сибирский-1, Яг-07-643) до 90,0% (Софья, ТМ-06-457).

Таблица 1

Уровень осмоустойчивости и показатели начального роста корня у 7-ми суточных проростков гороха *in vitro* в условиях осмотического стресса (15% ПЭГ)

№ п/п	Генотип	Всхожесть семян, %			Длина зародышевого корешка, см.	
		Контроль (MS ₁₂)	MS ₁₂ +15% ПЭГ	Уровень устойчивости *	Контроль (MS ₁₂)	MS ₁₂ +15% ПЭГ
1	Софья-St	96,7	90,0	93,07	3,05	1,60
2	Спартак	100	65,0	65,00	1,93	1,28
3	Ягуар	93,3	57,5	61,63	1,41	0,89
4	Орел	98,3	65,0	66,12	1,26	0,84
5	Сибирский-1	98,3	57,5	58,49	2,29	1,28
6	ТМ-06-457	98,3	90,0	91,56	2,79	1,73
7	Яг-07-643	96,7	57,5	59,46	1,17	0,77
8	X ₂ -12-90	91,7	77,5	84,51	2,01	1,35
9	Амих-99-1132	76,7	37,5	48,89	1,30	0,69
10	к-8835 Wisconsin-9406	96,7	47,5	49,12	2,63	1,15

*Уровень устойчивости – всхожесть семян в условиях осмотического стресса в % к контролю

Полученные данные позволили провести ранжирование образцов гороха морфотипа хамелеон по уровню относительной устойчивости к осмотическому стрессу. По уровню относительной устойчивости изученные генотипы значительно различались как между собой, так и в сравнении с контролем. Наибольшую способность противостоять осмотическому стрессу проявили образцы X₂-12-90 и ТМ-06-457 у которых уровень

устойчивости составил 84,51% и 91,56% соответственно. В группу среднеустойчивых вошли два сорта Спартак (65,00 %) и Орел (66,12%). Остальные образцы продемонстрировали слабую устойчивость (табл. 2). Причем все образцы морфотипа хамелеон уступили контролю – сорт Софья (93,07%).

Таблица 2

Ранжирование образцов гороха морфотипа хамелеон по устойчивости к осмотическому стрессу

Группа	Интервал устойчивости, %	Образцы
I-Слабоустойчивые	46,89-63,62	Ягуар, Сибирский-1, Яг-07-643, Амих-99-1132, к-8835 Wisconsin-9406,
II-Среднеустойчивые	63,63-78,35	Спартак, Орел
III –Высокоустойчивые	78,36-93,07	Софья-St, ТМ-06-457, Х ₂ -12-90

Общеизвестно, что горох может избегать губительного действия засухи благодаря корневой системе, проникающей глубоко в почву. Поэтому, важным диагностическим показателем устойчивости является рост зародышевого корешка в условиях осмотической нагрузки. В связи с этим проведен сравнительный анализ роста зародышевого корешка (рис.).



Рис. Сравнительная оценка длины зародышевого корешка сорта Спартак (А – контроль, Б – селективная среда с 15% ПЭГ)

Анализ данных показал, что в условиях осмотического стресса, рост зародышевого корешка на 7 сутки проращивания у сорта Софья составил 1,60 см. У сортов и селекционных линий морфотипа хамелеон данный показатель варьировал от 0,69 см (Амих-99-1132) до 1,73 см (ТМ-06-457). Установлена тесная положительная корреляция ($r=0,82$) между всхожестью семян и длиной зародышевого корешка на средах с высокой осмотической нагрузкой (15% ПЭГ). Для оценки общей реакции растений на устойчивость к водному стрессу использование только таких показателей как всхожесть семян и длина зародышевого корешка недостаточно, так как засухоустойчивость является сложной системой структур и функций, действующих на разных уровнях организации растений. Значимыми показателями, свидетельствующими о способности целых растений противостоять засухе в процессе вегетации, служат водоудерживающая способность тканей растений и общая оводненность.

Согласно результатам наших исследований, образцы гороха морфотипа хамелеон характеризовались наибольшей водоудерживающей способностью в сравнении с контролем, за исключением образца Амих-99-1132 (табл. 3).

Таблица 3

Потери воды в % от ее первоначальной массы образцами гороха морфотипа хамелеон через 6 часов завядания, (фаза бутонизация – начало цветения).

№п/п	Генотип	Потери воды в процессе завядания, %			
		2018	2019	2020	среднее
1	Софья-st	31,29	29,64	37,50	32,81
2	Спартак	28,66	29,32	34,01	30,66
3	Ягуар	29,47	24,24	27,16	26,96
4	Орел	30,81	23,11	28,12	27,35
5	Сибирский-1	28,76	27,18	33,36	29,77
6	ТМ-06-457	28,80	26,63	28,58	28,00
7	Яг-07-643	31,63	25,75	28,79	28,72
8	X ₂ -12-90	30,24	23,51	27,31	27,02
9	Амих-99-1132	38,00	25,65	35,55	33,07
10	к-8835 Wisconsin-9406	34,64	25,67	26,30	28,87
<i>HCP₀₅</i>		2,48	2,32	2,12	

В среднем за годы исследований растения гороха за время завядания (6 часов) утрачивали от 26,96% (Ягуар) до 33,07% (Амих-99-1132) воды от ее первоначальной массы. У сорта Софья данный показатель составил 32,81%. Следует отметить образцы ТМ-06-457 и Сибирский-1, у которых потери воды в процессе завядания, характеризующие водоудерживающую способность, в течение всех лет исследования были статистически достоверно ниже в сравнении с контролем.

Общее содержание воды в тканях растений – интегральный показатель, отражающий не только способность растений удерживать воду, но и работу корневой системы. По данному показателю достаточно четких различий как между образцами гороха, так и в сравнении их с контролем не установлено (табл. 4). Общее содержание воды в тканях растений сорта Софья составило 83,02% от сырого веса растений. У образцов гороха морфотипа хамелеон содержание воды в тканях колебалось от 82,61% (Сибирский-1) до 84,22% (Орел). По данному показателю выделился сорт Орел, который за все годы исследований имел большее содержание воды в сравнении с контролем.

Таблица 4

Общее содержание воды в тканях растений образцов гороха морфотипа хамелеон, 2018-2020 гг. (Фаза бутонизация – начало цветения)

№п/п	Генотип	Общее содержание воды, %			
		2018 г	2019 г	2020 г	среднее
1	Софья-st	84,29	81,23	83,53	83,02
2	Спартак	83,38	81,43	83,22	82,68
3	Ягуар	84,07	80,13	84,67	82,96
4	Орел	85,47	82,95	84,24	84,22
5	Сибирский-1	83,66	80,56	83,60	82,61
6	ТМ-06-457	82,85	82,08	83,24	82,72
7	Яг-07-643	84,13	81,72	83,86	83,24
8	X ₂ -12-90	83,53	81,65	83,83	83,00
9	Амих-99-1132	83,72	82,11	84,16	83,33
10	к-8835 Wisconsin-9406	84,29	82,02	83,97	83,43
<i>HCP₀₅</i>		0,68	0,82	0,78	

Заключение

В результате исследований получены экспериментальные данные об эффективности использования селективных систем с 15% ПЭГ для сравнительной оценки образцов гороха

морфотипа хамелеон по относительной устойчивости к водному дефициту. Установлено, что по реакции на осмотический стресс изученные образцы гороха различались как между собой, так и в сравнении с контролем. В целом по группе показатель – относительный уровень устойчивости, изменялся от 48,89% до 91,56%. Наиболее высокую способность противостоять моделируемой засухе проявили образцы Х₂-12-90 (84,51%) и ТМ-06-457 (91,56%). Показано, что между уровнем устойчивости и длиной зародышевого корешка существует тесная положительная корреляция ($r=0,82$). Установлено, что по уровню относительной устойчивости (всхожесть семян в условиях осмотического стресса в процентах к контролю) и длине зародышевого корешка наибольшую устойчивость к водному дефициту продемонстрировали генотипы: Спартак, ТМ-06-457 и Х₂-12-90.

Установлено, что растения образцов гороха морфотипа хамелеон в сравнении с контролем обладают более высокой способностью удерживать воду в процессе завядания. По содержанию воды в тканях растений выделился сорт Орел, который за все годы исследований имел большее содержание воды в сравнении с контролем.

Литература

1. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198.
2. Ayupov D.S., Davletov F.A., Asylbaev I.G., Kuznetsov I.Y., Akhmadullina I.I., Dmitriev A.M. & Irgalina R.S. Selection of high-yielding, high-tech varieties of field pea (*Pisumsativum* L.) // Legume Research-An International Journal, – 2019. – 42(5). – P. 615-619. DOI: 10.18805/LR-474.
3. Kuznetsov I., Davletov F., Anokhina N., Akhmadullina I., Safin F. Influence of weather condition on the field peas (*Pisumsativum* L.ssp. *sativum*) vegetation period and yield // Agronomy Research, – 2020. – 18(2). – P. 472-482. doi.org/ 10.15159/AR.20.154.
4. Lakic Z., Stankovic S., Pavlovic S., Krnjajic S., Popovic V. Genetic variability in quantitative traits of field pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. // Czech J. Genet.Plant Breed., – 2019. – № 55. – P. 1-7. doi.org/10.17221/89/2017-CJGPB.
5. Milosevic B., Mihailovic V., Karagic D., Vasiljevic S., Milic D., Petrovic G., Katanski S., Zivanov D., Mikic A., Dalovic I., Dolapcev A., Uhlarik A. Grain yield potential of spring dry pea varieties // Acta agriculturae Serbica, - 2020. - 25(50). - P. 153-157. doi: 10.5937/AASer2050153M.
6. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Зеленов А.А. Первые результаты создания сортов гороха морфотипа хамелеон // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2018. – № 2 (26). – С. 10-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10009.
7. Соболева Г.В., Уваров В.Н. Использование физиологических методов в селекции гороха на засухоустойчивость // Земледелие, – 2015. – №4. – С. 37-39.
8. Филатова И.А., Браилова И.С. Оценка перспективных селекционных образцов и коллекции гороха на относительную засухоустойчивость // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, – 2018. – № 3. – С. 61-66.
9. Соболева Г.В., Беляева Р.В. Оценка образцов гороха из коллекции ВИР имени Н.И.Вавилова на относительную засухоустойчивость // Зернобобовые и крупяные культуры, 2020. - №3(35). - С. 26-31. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11181.
10. Murashige N., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant., 1962. – V.15. – No.13. – P. 473-497.
11. Gamborg O.L., Constabel F., Shyluk I.P. Organogenesis in callus from shoot apical of *Pisum sativum* L. // Physiologia Plantarum, – 1974. – V.30. – P. 125-128.
12. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство) // под ред. Удовенко Г.В. – Ленинград: ВИР, 1988. – 228 с.
13. Практикум по физиологии растений (под ред. Третьякова Н.Н.) // –М.: Агропромиздат, 1–1990. – 271 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта – М.: Колос, – 1985. – 351 с.

References

1. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Razvitie proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii na osnove ispol'zovaniya selektsionnykh dostizhenii [Development of production of leguminous and groat crops in Russia based on the use of selection achievements]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4(36), pp. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198. (In Russian)
2. Ayupov D.S., Davletov F.A., Asylbaev I.G., Kuznetsov I.Y., Akhmadullina I.I., Dmitriev A.M. & Irgalina R.S. Selection of high-yielding, high-tech varieties of field pea (*Pisumsativum* L.) . Legume Research-An International Journal, - 2019, 42(5), pp. 615-619. DOI: 10.18805/LR-474.
3. Kuznetsov I., Davletov F., Anokhina N., Akhmadullina I., Safin F. Influence of weather condition on the field peas (*Pisumsativum* L.ssp. *sativum*) vegetation period and yield . Agronomy Research, – 2020, 18(2), pp. 472-482. doi.org/ 10.15159/AR.20.154.

4. Lakic Z., Stankovic S., Pavlovic S., Krnjajic S., Popovic V. Genetic variability in quantitative traits of field pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. Czech J. Genet.Plant Breed., – 2019, no. 55, pp. 1-7. doi.org/10.17221/89/2017-CJGPB.
5. Milosevic B., Mihailovic V., Karagic D., Vasiljevic S., Milic D., Petrovic G., Katanski S., Zivanov D., Mikic A., Dalovic I., Dolapcev A., Uhlarik A. Grain yield potential of spring dry pea varieties. Acta agriculturae Serbica, 2020, 25(50), pp. 153-157. doi: 10.5937/AASer2050153M.
6. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Zelenov A.A. Pervye rezul'taty sozdaniya sortov gorokha morfotipa kameleon [the first results of creating pea varieties of the chameleon morphotype]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 2(26), pp. 10-17. DOI: 10.24411/2309-348Kh-2018-10009. (In Russian)
7. Soboleva G.V., Uvarov V.N. Ispol'zovanie fiziologicheskikh metodov v selektsii gorokha na zasukhoustoichivost' [The use of physiological methods in the selection of peas for drought tolerance]. *Zemledelie*, 2015, no. 4, pp. 37-39. (In Russian)
8. Filatova I.A., Brailova I.S. Otsenka perspektivnykh selektsionnykh obraztsov i kollektzii gorokha na otnositel'nyu zasukhoustoichivost' [Assessment of promising selection samples and collection of peas for relative drought resistance]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, no. 3, pp. 61-66. (In Russian)
9. Soboleva G.V., Belyaeva R.V. Otsenka obraztsov gorokha iz kollektzii VIR imeni N.I.Vavilova na otnositel'nyu zasukhoustoichivost' [Evaluation of pea samples from the collection of the VIR named after N.I. Vavilov on relative drought resistance]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 3(35), pp. 26-31. DOI: 10.24411/2309-348Kh-2020-11181. (In Russian)
10. Murashige N., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 1962, V.15, No.13, pp. 473-497.
11. Gamborg O.L., Constabel F., Shyluk I.P. Organogenesis in callus from shoot apical of *Pisum sativum* L. *Physiologia Plantarum*, - 1974, V.30, pp. 125-128.
12. Diagnostika ustoichivosti rastenii k stressovym vozddeistviyam (metodicheskoe rukovodstvo) pod red. Udovenko G.V, Leningrad [Diagnostics of plant resistance to stress (methodological guide), ed. G. Udovenko, Leningrad]: VIR, 1988, 228 p. (In Russian)
13. Praktikum po fiziologii rastenii (pod red. Tret'yakova N.N.) [Workshop on plant physiology (edited by Tretyakov N.N.).] Moscow, *Agropromizdat*, 1990, 271 p. (In Russian)
14. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]. Moscow, *Kolos*, 1985, 351 p. (In Russian)

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГОРОХА РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Р.В. БЕЛЯЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

Е.В. ГОЛОВИНА, доктор сельскохозяйственных наук

ORCID. 0000-0002-7012-8267, kat782010@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Исходный материал, разнообразный по морфологическим и экотипическим признакам, основа создания высокопродуктивных и адаптивных сортов гороха, являющегося ценной белковой культурой. В полевом опыте в 2018-2020 гг. исследовали хозяйственно ценные признаки 44 образцов гороха коллекции ВИР из стран Европы, СНГ, Азии, Северной и Латинской Америки, сорта гороха селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК (Темп, Орловчанин, Фараон, Спартак). Площадь питания растений 5 × 15 см. Выделены источники с наилучшими значениями признаков для включения в селекционный процесс. Установлена положительная корреляционная связь между хозяйственно ценными признаками образцов гороха на уровне $r=0,353-0,814$. Выделены образцы с высокой и слабой степенью изменчивости признаков, влияющих на продуктивность. Установлено, что сорта селекции ФНЦ ЗБК характеризуются относительно низкой вариабельностью признаков, что свидетельствует о высокой адаптивной способности местных сортов гороха.

Ключевые слова: горох, коллекция, хозяйственно ценные признаки, изменчивость.

PECULIARITIES OF VARIABILITY OF ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS OF DIFFERENT ORIGIN PEA

R.V. Belyaeva, E.V. Golovina, ORCID. 0000-0002-7012-8267.

kat782010@mail.ru

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The source material, diverse in morphological and ecotypic characteristics, is the basis for the creation of highly productive and adaptive varieties of peas, which is a valuable protein crop. In a field experiment in 2018-2020, we studied economically valuable traits of 44 pea samples from the VIR collection from Europe, the CIS, Asia, North and Latin America, pea varieties of the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops (FSBSI FSC LGC) selection (Temp, Orlovchanin, Faraon, Spartak). The plant nutrition area is 5 × 15 cm. The sources with the best values of the traits for inclusion in the breeding process are selected. A positive correlation was established between economically valuable traits of pea samples at the level $r = 0.353-0.814$. Samples with a high and low degree of variability of traits affecting productivity were identified. It was found that the varieties of the FSBSI FSC LGC are characterized by a relatively low variability of traits, which indicates a high adaptive capacity of local pea varieties.*

Keywords: peas, collection, economically valuable traits, variability.

Введение

На долю гороха приходится примерно 70% посевов зернобобовых культур в России. Благодаря большой пластичности и разнообразному сортовому составу его возделывают почти во всех регионах. Две трети площадей, занятых горохом, размещаются в Центральном, Сибирском и Приволжском округах [1]. Горох, отличаясь повышенным содержанием белка в

зерне и средоулучшающей способностью за счет симбиотической азотфиксации и усвоения труднодоступных форм фосфора, имеет продовольственное, кормовое и агротехническое значение.

Различные агроэкологические условия выращивания гороха в РФ, его многоцелевое использование предполагают создание специализированных отечественных сортов, высокопродуктивных, адаптированных к конкретному региону, устойчивых к полеганию, болезням и вредителям, предотвращающих увеличение доли иностранных сортов в РФ [2, 3, 4, 5].

Для выведения новых сортов особенно значимым является научно обоснованный выбор исходного материала, его разнообразие и степень изученности. Виды культурных растений, сформировавшиеся в различных почвенно-климатических условиях, дифференцируются на экотипы с определенным комплексом генов, контролирующей систему признаков. Высокая эффективность селекции путем подбора родительских пар из различных агроэкологических групп обусловлена накоплением трансгрессивно действующих аддитивных генов [6].

В связи с этим изучение сортообразцов из разных агроэкологических групп с последующим включением их в селекционный процесс для более полного использования генетического потенциала гороха является актуальным. Цель работы: оценка хозяйственно ценных признаков коллекционного материала гороха в связи с адаптивностью и продуктивностью.

Материалы и методы исследований

В полевом опыте в 2018-2020 гг. исследовали 44 новых коллекционных образца из стран Европы, СНГ, Азии, Северной и Латинской Америки и в 2019-2020 гг. – сорта гороха селекции ФНЦ ЗБК Темп, Орловчанин, Фараон, Спартак. Посев и уборку проводили вручную, площадь питания растений 5 x 15 см. Изучение коллекции проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и Методическими указаниями ВИР [7, 8]. В процессе роста и развития растений осуществляли фенологические наблюдения. Математическая обработка экспериментальных данных проводилась при помощи программы Microsoft Excel 2010.

Погодные условия в 2018-2020 годах различались по значениям температуры и влажности в течение вегетации (табл. 1). 2018 год теплый, слабо засушливый: сумма эффективных температур за вегетационный период превышает среднемноголетнюю на 208°C, сумма осадков ниже среднемноголетней на 65 мм, ГТК = 1,4. 2019 год более прохладный и влажный, ГТК = 1,9. 2020 год оказался самым холодным из 3-х лет, с максимальным количеством осадков, ГТК = 2,4.

Таблица 1

Агрометеорологические условия, г. Орел

Годы	Май	Июнь	Июль	$\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$	ГТК= $\frac{\Sigma_{\text{осадков}} \times 10}{\Sigma_{\text{эффект. tt}}}$
Средняя температура воздуха за месяц, °C					
Средняя многолетняя	13,8	16,8	18,0		
2018	17,0	18,0	20,4		
2019	16,1	20,7	17,3	1319,8	1,9
2020	11,2	20,0	19,3	1188,0	2,4
Количество осадков за месяц, мм				$\Sigma_{\text{осадков, мм}}$	
Среднее многолетнее	51,0	73,0	81,0		
2018	31,9	16,1	109,0		
2019	105,9	37,6	85,9		
2020	74,6	74,2	120,9		

Результаты

В результате 3-х летних исследований коллекционных образцов гороха установлены различия по основным хозяйственно ценным признакам.

В 2019 г. в связи с высокими температурами в период цветение-плодообразование вегетационный период оказался короче на 4-7 суток по сравнению с 2018 и 2020 гг. (табл. 2). Его продолжительность в 2019 г. варьировала в пределах 60,0 - 84,0 суток, в 2018 и 2020 гг. – 70,0-92,0 суток.

В среднем за 3 года развитие образцов гороха от всходов до полной спелости протекало за 70-85 суток. Самым коротким вегетационным периодом 70 суток характеризовались образцы из Дании (к-6316) и Курской области (к-8252), позднее всех созревали к-8507 (Алтайский край) – 83 сут. и к-5759 (Италия) – 85 сут.

У сортов гороха селекции ФНЦ ЗБК вегетационный период изменялся от 75 суток у Орловчанина в 2019 г. до 80 суток у Спартака в 2020 г. (табл. 3).

Наименьшая длина стебля отмечена в 2019 г., ее значения колебались от 27 до 108 см у коллекционных образцов и от 49 до 58 см у сортов селекции ФНЦ ЗБК. В 2018 г. длина стебля у коллекционных образцов была в пределах 32-151 см. У сортов селекции ФНЦ ЗБК наибольшая высота растений отмечена в 2020 г. – 55-61 см.

Длина стебля у изученных образцов в среднем за 2018-2020 гг. находилась в пределах 34,3 см (к-5107, Киргизия) – 118,5 см (к-914, США). Короткостебельностью отличались образцы к-7687 (Нидерланды) - 36,3 см, к-4287 (Германия) - 37,3 см, к-7924 (Болгария) - 39,5 см и др. Высокостебельные образцы: к-6484 (Эфиопия) - 107,6 см, к-8507 (Алтайский край) - 110,6 см, к-3315 (Кировская область) - 114,8 см, к-8011 Чехословакия - 115,7 см.

В 2018 г. у коллекционных образцов отмечено максимальное количество продуктивных узлов, бобов, количество семян и масса семян. Формирование этих признаков сортами селекции ФНЦ ЗБК наиболее интенсивно проходило в условиях 2019 года.

В среднем за 3 года количество бобов на растении у коллекционных образцов колебалось от 6,2 шт. у к-6468 (Судан) до 15,3 шт. у к-5415 (Эфиопия) и к-5924 (Польша); масса семян – от 2,1-2,7 г у к-1015 (Монголия) и к-4287 (Германия) до 7,3 г у к-7759 (Украина).

По 2-х летним данным Темп превзошел остальные районированные сорта, сформировав максимальную урожайность 6,5 г с растения.

Таблица 2

Изменчивость признаков сортообразцов гороха коллекции ВИР

Размах вариации, ср.знач.	Вегетационный период, сут.	Длина стебля, см	Кол-во продукт. узлов, шт.	Кол-во бобов, шт.	Масса растения, г	Кол-во семян, шт.	Масса семян, г/раст.	Масса 1000 семян, г
2018 (благоприятный).								
min-max	73,0-92,0	31,7-151,1	4,0-8,9	6,4-20,0	9,5-27,1	22,7-79,0	2,3 - 8,8	64,2-233,4
$\bar{x}$	81,6±0,46	80,6±3,89	6,39±0,55	11,8±0,17	15,2±0,47	46,7±0,60	5,5±0,26	122,0±5,56
2019 (влажный)								
min-max	60,0-84,0	27,0-107,7	2,5-7,5	3,3-16,4	3,6-19,7	13,6-64,0	1,7-8,8	79,2-266,6
$\bar{x}$	74,3±2,95	62,4±0,43	5,0±0,17	8,3±0,40	11,9±0,54	32,0±1,79	5,0±0,27	147,8±5,46
2020 (избыточно влажный)								
min-max	70,0-92,0	35,5-130,6	2,8-8,4	3,0-19,6	4,7-19,5	9,0-66,8	1,5-8,4	70,4-320,0
$\bar{x}$	78,3±0,74	81,7±4,37	5,6±0,21	8,8±0,45	11,84±0,51	30,9±1,83	4,3±0,23	147,8±7,26

Таблица 3

Изменчивость признаков сортов гороха селекции ФНЦ ЗБК

Размах вариации, ср.знач.	Вегетац. пер., сут.	Длина стебля, см	Кол-во прод. узлов, шт.	Кол-во бобов, шт.	Масса растен., г	Кол-во семян, шт.	Масса семян, г/раст.	Масса 1000 семян, г
2019 (влажный)								
min-max	75,0-79,0	49,0-57,6	4,4-5,0	7,0-8,4	12,2-15,2	26,0-38,0	5,5-8,0	186,9-211,5
$\bar{x}$	77,3±3,59	52,7±0,41	4,9±0,15	7,9±0,30	13,5±0,63	31,3±2,69	6,6±0,59	211,1±11,63
2020 (избыточно влажный)								
min-max	78,0-80,0	55,0-61,0	3,0-4,0	5,0-7,0	7,9-15,1	13,0-29,0	2,9-5,0	168,9-223,0
$\bar{x}$	78,5±0,50	59,3±1,44	3,5±0,29	6,0±0,41	10,3±1,67	22,5±3,59	4,2±0,49	187,8±17,29

В результате 3-летних испытаний выделены наиболее продуктивные образцы (табл. 4). Максимальный урожай зерна 7,3 г/растение у к-7759 (Украина). Самый скороспелый из выделенных образцов к-7809 (Чехословакия), длина вегетационного периода которого составила 73 сут. Короткостебельностью отличается к-7673 (Польша) – 22,3 см.

Таблица 4

Образцы гороха, выделенные по массе семян, среднее за 2018-2020 гг.

№ в каталоге ВИР	Страна происхождения	Вегетационный период, сут.	Длина стебля, см	Масса семян, г/раст.
к-7673	Польша	79	22,3	7,1
к-7759	Украина	78	67,2	7,3
к-7809	Чехословакия	73	49,1	7,1
к-8754	Эстония	75	58,3	6,7

Установлена положительная связь между хозяйственно ценными признаками коллекционных сортообразцов гороха. В зависимости от условий года количество генеративных узлов положительно коррелировало с количеством семян ($r=0,359-0,779$), с количеством бобов ($r=0,353-0,793$), с массой семян ($r=0,394-0,668$). Взаимосвязь количества семян с количеством бобов на уровне $r=0,670-0,814$, с массой семян $r=0,603-0,718$.

Коэффициенты вариации (CV) и осцилляции (VR) являются относительными показателями изменчивости. Коэффициент вариации оценивает однородность совокупности. У коллекционных сортообразцов наиболее высокая степень изменчивости отмечена в 2019 г. (табл. 5). Коэффициент вариации в этом году у отдельных сортов достигал по количеству генеративных узлов 63% (к-4685, США), по количеству бобов – 97% (к-7159, Кения), по количеству семян – 98% (7159, Кения), по массе семян – 83,0% (к-6860, США; к-7159, Кения).

Выделены образцы со слабой степенью изменчивости таких признаков, как длина стебля: к-7809 (Чехословакия), к-7815 (Украина), к-7924 (Болгария), к-8507 (Алтайский край), коэффициент вариации у которых составил CV=3-4%; количество бобов: к-3963 (Украина) – CV=9%; количество семян: к-3963 (Украина) – CV=9%; масса семян: к-4685 (США), к-3963 (Украина) – CV=19%.

Таблица 5

Коэффициенты вариации и осцилляции сортообразцов гороха коллекции ВИР

Коэффиц иенты	Длина стебля, см	Кол-во генерат. узлов, шт	Кол-во бобов, шт	Масса растения, г	Кол. -во семян, шт	Масса семян, г/раст.
2018 (благоприятный)						
CV, %	4,0-26,0	8,0-46,0	20,0-62,0	18,0-74,0	21,0-77,0	19,0-69,0
VR, %	8,0-71,0	15,0-150,0	53,0-211,0	50,0-219,0	64,0-261,0	67,0-212,0
2019 (влажный)						
CV, %	3,0-26,0	12,0-63,0	9,0-97,0	12,0-77,0	9,0-98,0	18,0-83,0
VR, %	7,0-75,0	36,0-175,0	30,0-330,0	32,0-264,0	27,0-324,0	53,0-257,0
2020 (избыточно влажный)						
CV, %	3,0-21,0	9,0-55,0	9,0-58,0	10,0-66,0	16,0-63,0	20,0-86,0
VR, %	7,0-68,0	18,0-185,0	33,0-167,0	29,0-203,0	44,0-205,0	59,0-303,0

Коэффициент осцилляции (VR) отражает относительное колебание крайних значений признака вокруг средней. Большой размах вариации отмечен в 2019 г. у к-7159 (Кения): по количеству семян VR достигал 324%, по количеству бобов 330%, в 2020 г. по массе семян у к-2437 (Грузия) VR=303%. Низкий размах вариации признака «длина стебля» наблюдался у к-7815 (Украина), к-7924 (Болгария), к-8507 (Алтайский край), коэффициент осцилляции в этом случае составил 7-8%.

У сортов гороха селекции ФНЦ ЗБК изучаемые признаки более однородны (табл. 6).

Таблица 6

Коэффициенты вариации и осцилляции сортов гороха селекции ФНЦ ЗБК

Коэффициенты	Длина стебля, см	Кол-во генерат. узлов, шт.	Кол-во бобов, шт	Масса растения, г	Кол-во семян, шт	Масса семян, г/растение
2019 (влажный)						
CV, %	10,0-13,0	16,0-38,0	18,0-46,0	15,0-46,0	23,0-56,0	22,0-52,0
VR, %	27,0-43,0	42,0-104,0	63,0-139,0	56,0-144,0	74,0-149,0	69,0-139,0
2020 (избыточно влажный)						
CV, %	7,0-13,0	15,0-44,0	21,0-39,0	36,0-92,0	17,0-36,0	29,0-39,0
VR, %	18,0-49,0	51,0-156,0	62,0-148,0	112,0-315,0	49,0-118,0	89,0-142,0

Низкие значения коэффициентов вариации и осцилляции наблюдались по признаку «длина стебля» CV=7-13%, VR=18-49%. Вариабельность выше средней отмечена в 2019 г. по количеству семян: коэффициент вариации достигал 56%, коэффициент осцилляции – 149%.

Заключение

В результате исследований проведена оценка 44 сортообразцов гороха по основным хозяйственно ценным признакам. Выделены источники с наилучшими значениями признаков для включения в селекционный процесс, направленный на повышение продуктивности, адаптивности, технологичности возделывания.

Установлена положительная корреляционная связь между хозяйственно ценными признаками образцов гороха на уровне $r=0,353-0,814$.

Выделены образцы с высокой и слабой степенью изменчивости признаков, влияющих на продуктивность.

Установлено, что сорта селекции ФНЦ ЗБК характеризуются относительно низкой вариабельностью признаков, что свидетельствует о высокой адаптивной способности местных сортов гороха.

Литература

1. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Сидоренко В.С. Зернобобовые культуры в экономике России. // Земледелие. – 2014. – № 4. – С. 6-8.
2. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198
3. Зеленов А.Н. Стратегия и тактика современной селекции гороха. // Селекция, семеноводство и генетика. – 2015. – № 1. – С. 32-35.
4. Полухин А.А., Панарина В.И. Основные проблемы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур и пути их решения // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 3 (35). – С. 5-11. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11178
5. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 3 (35). – С. 12-19. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179
6. Чекалин Н.М., Корсаков Н.И., Варлахов М.Д., Агаркова С.Н. и др. / Селекция зернобобовых культур. – М.: Колос, – 181. – 336 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. – М.: Колос, – 1981. – 248 с., с ил. (Гос. комитет по сортоиспытанию с.-х. культур при МСХ СССР).
8. Вишнякова М.А. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. – СПб.: – 2010. – 141 с.

References

1. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Sidorenko V.S. Zernobobovyе kul'tury v ekonomike Rossii (Legumes in the Russian economy). *Zemledelie*, 2014, 4, pp. 6-8. (In Russian)
2. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Razvitie proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii na osnove ispol'zovaniya selektsionnykh dostizhenii (Development of the

- production of leguminous and cereal crops in Russia based on the use of breeding achievements). *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, 4 (36), pp. 5-17. . DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198 (In Russian)
3. Zelenov A.N. Strategiya i taktika sovremennoi selektsii gorokha (Strategy and tactics of modern pea breeding). *Selektsiya, semenovodstvo i genetika*. 2015,1, pp. 32-35. (In Russian)
4. Polukhin A.A., Panarina V.I. Osnovnye problemy selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i puti ikh resheniya (The main problems of breeding and seed production of agricultural crops and ways to solve them). *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, 3 (35), pp. 5-11. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11178 (In Russian)
5. Zotikov V.I. Otechestvennaya selektsiya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur (Domestic breeding of legumes and groat crops). *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, 3 (35), pp. 12-19. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179 (In Russian)
6. Chekalin N.M., Korsakov N.I., Varlakhov M.D., Agarkova S.N. et al. Seleksiya zernobobovykh kul'tur (Breeding of leguminous crops). Moscow, *Kolos*, 181, 336 p. (In Russian)
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. 1.Obshchaya chast' (Methodology for state variety testing of agricultural crops. 1.General part). Moscow, *Kolos*, 1981, 248 p. (Gos. Komitet po sortoispytaniyu s.-kh. kul'tur pri Min-ve sel'skogo khozyaistva SSSR - State Committee for Variety Testing of Agricultural Crops under the USSR Ministry of Agriculture). (In Russian)
8. Vishnyakova M.A. et al. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie. Metodicheskie ukazaniya (The collection of the world genetic resources of cereal legumes VIR: replenishment, conservation and study. Methodical instructions), St. Petersburg, 2010, 141 p. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-52-58

УДК 635.656:631 526 32: 631 8

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МИКРОУДОБРЕНИЯ АКВАМИКС И ИНОКУЛЯЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ ГОРОХА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

М.Т. ГОЛОПЯТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

Г.П. ГУРЬЕВ, кандидат биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье отражены результаты исследований (2017-2019 г.г.) по изучению обработки семян гороха перед посевом комплексным микроудобрением Аквамикс, содержащим в хелатной форме элементы и инокуляции ризоторфином на урожай, его качество и образование симбиотического аппарата у сортов гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата (листочковые, безлисточковые, с ярусной гетерофиллией-хамелеоны и люпиноиды). Установлено положительное влияние обработки семян перед посевом Аквамиксом и инокуляции семян на продуктивность гороха. Прибавка урожая достигала 4-9%, при урожае на контроле 2,1-2,3 т/га. Лучшие других на обработку семян отозвались листочковый сорт гороха Темп и сорт с ярусной гетерофиллией Спартак.

Обработка семян гороха перед посевом увеличивала сбор белка с урожаем зерна на 0,2-0,5 ц/га (4-11%). Самую высокую прибавку выхода белка обеспечил сорт Спартак.

Показано, что инокуляция семян гороха перед посевом ризоторфином и обработка Аквамиксом положительно влияли на формирование симбиотического аппарата. Максимальная масса клубеньков образовалась в фазу стеблевания (7 листьев) гороха. В фазу бутонизации масса клубеньков снизилась по всем вариантам в 1,3-4,0 раза, а к началу цветения на сортах Фараон, Темп и Спартак произошла практически полная деструкция клубеньков и только у линии Лу-153-06 (люпиноид) масса клубеньков по вариантам опыта колебалась от 11 до 13 мг на растение.

Анализ экономических показателей показал, что максимальный чистый доход получен в вариантах с обработкой семян. Уровень рентабельности при этом колебался от 108 до 126%

Ключевые слова: сорта, горох, микроудобрения, инокуляция, белок, симбиотический аппарат, урожай.

INFLUENCE OF COMPLEX MICRONUTRIENT FERTILIZER AQUAMIX AND INOCULATION ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF NEW GENERATION PEA VARIETIES

Golopyatov M.T., Gur'ev G.P.

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article reflects the results of studies (2017-2019) on the study of the treatment of pea seeds before sowing with complex micronutrient fertilizer Aquamix, containing in a chelated form elements and inoculation with rhizotorphin for the yield, quality and formation of a symbiotic apparatus in pea varieties differing in the architectonics of the leaf apparatus (leafy, leafletless, with canopy heterophyllia - chameleons and lupinoids). The positive effect of seed treatment before sowing with Aquamix and seed inoculation on the productivity of peas has been established. The increase in yield reached 4-9%, with a yield in the control of 2.1-2.3 t/ha. Better than others, the leafy pea variety Temp and the variety with canopy heterophyllia Spartak responded to seed treatment.*

Treatment of pea seeds before sowing increased the protein harvest with grain yield by 0.2-0.5 c/ha (4-11%). The highest increase in protein yield was provided by the Spartak variety.

It was shown that inoculation of pea seeds before sowing with rhizotorphin and treatment with Aquamix had a positive effect on the formation of a symbiotic apparatus. The maximum mass of nodules was formed during the shoot phase (7 leaves) of peas. In the budding phase, the mass of nodules decreased in all variants by 1.3-4.0 times, and by the beginning of flowering on the Pharaon, Temp and Spartak varieties, almost complete destruction of nodules occurred, and only in the Lu-153-06 (lupinoid) line, the mass of nodules along experimental variants ranged from 11 to 13 mg per plant.

Analysis of economic indicators showed that the maximum net income was obtained on options with seed treatment. At the same time, the level of profitability ranged from 108 to 126%

Keywords: varieties, peas, micronutrient fertilizers, inoculation, protein, symbiotic apparatus, harvest.

Тенденции мирового производства продукции растениеводства связываются с одной стороны со снижением техногенного воздействия на агрофитоценоз, а с другой – с высоким темпом роста уровня продуктивности. Возрастают и требования потребителей к качеству производимой продукции. В этих условиях необходимо максимально использовать биологические факторы поддержания уровня плодородия и урожайности путем разработки экономически и экологически выгодных энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и гороха [1, 2, 3].

Резкое сокращение применения в сельскохозяйственном производстве органических и минеральных удобрений ставит необходимость поиска дополнительных источников питания растений. В связи с этим, изучение взаимодействия растений и микроорганизмов имеет в настоящее время особую актуальность. Необходимо особое внимание обратить на такие процессы, как биологическая фиксация азота [4].

Симбиотическое взаимодействие с ризобиями имеет важное значение в жизни растений, обеспечивая их азотным питанием и оказывая благоприятное влияние на почвенное плодородие и экологическую обстановку [5, 6]. Играя огромную роль, как в экономическом, так и в экологическом значениях, симбиотическая азотфиксация зависит от целого ряда факторов среды, при которых уровень усвоения атмосферного азота может колебаться от нулевых значений до 2/3 общего потребления растениями азота. Такие факторы как кислотность почвы, обеспеченность ее макроэлементами и микроэлементами играют существенную, а иногда решающую роль в формировании и дальнейшем функционировании симбиотического аппарата гороха [7, 8, 9].

Для реализации максимальной продуктивности новых сортов гороха, с помощью энергетически и экономически выгодных приемов повышения урожайности, необходимо изучение факторов, определяющих его рост и развитие. Одним из наиболее важных факторов является минеральное питание и связанный с ним процесс симбиотической азотфиксации. Особое значение для формирования и активности симбиотических систем при этом имеют микроэлементы.

В связи с этим нами в течение 2017-2019 годов было проведено изучение сочетания инокуляции и обработки семян перед посевом комплексным водорастворимым микроудобрением (Аквамикс) на продуктивность и качество сортов гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата.

Условия и методы исследований

Опыты проводили в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений ФНЦ зернобобовых и крупяных культур на темно-серой лесной среднесуглинистой почве с повышенным содержанием подвижных элементов минерального питания (табл. 1)

Таблица 1

Агрохимическая характеристика опытного поля

Год	рНсол	Гумус, %	Мг на 100 г почвы	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
2017	5,1	4,1	18,6	12,5
2018	5,1	4,2	18,0	12,2
2019	4,9	4,5	16,5	10,8

Полевые опыты закладывались в четырехкратной повторности. Расположение вариантов рендомизированное. Площадь делянки 20 м². Предшественник – озимая пшеница. Семена заблаговременно обрабатывались комплексным водорастворимым микроудобрением Аквамикс, содержащим в хелатной форме Fe(ДТПА)-1,74%; Fe(ЭДТА)-2,4%; Mn(ЭДТА)-2,57%; Zn(ЭДТА)-0,53%; Cu(ЭДТА)-0,53%; Ca(ЭДТА)-2,57%; B-0,52%; Mo-0,13%; N-1,55%; P₂O₅-5%; K₂O-1,55 в дозе 100 г/т семян.

Инокуляция семян бактериальным удобрением (ризоторфин) проводилась в день посева. Посев сплошной рядовой (междурядье 15 см) осуществлялся сеялкой СН-16. Уборку проводили прямым комбайнированием в фазу полной спелости гороха. При проведении учетов и химических анализов использовались общепринятые методы исследований. В опытах изучалось четыре сорта и линии гороха, различающиеся по архитектонике листового аппарата: Фараон – безлисточковый, Темп – листочковый, Спартак – гетерофильного типа (хамелеон) и Лу-153-06 – люпиноид (форма с многоплодным апикальным цветоносом).

При постановке опытов был применен весь комплекс мероприятий, направленный на борьбу с сорняками и вредителями гороха. Метеорологические условия в годы проведения опытов были не совсем благоприятные для роста и развития растений гороха. Вегетационный период 2017 года характеризовался недобором тепла в мае и июне месяце и существенным превышением осадков над среднегодовыми значениями в июле. Крайне неблагоприятные для роста и развития гороха сложились условия в 2018 и 2019 годы, что не могло не отразиться на величине урожая.

Результаты и обсуждения

Результаты исследований, показали, что из изучаемых сортов гороха почвенное плодородие лучше использовал листочковый сорт Темп, урожай семян у которого в контроле в среднем за 3 года достигал 2,3 т/га, в то время, как у других сортов он составил 2,1-2,2 т/га. (табл. 2). Это свидетельствует о том, что этот сорт более эффективно использует плодородие почвы и более экономно расходует питательные вещества на создание единицы продукции.

На эффективность обработки семян перед посевом комплексным микроудобрением Аквамикс и ризоторфином существенное влияние оказали погодные условия. Так, если в относительно более благоприятном 2017 году прибавка урожая от обработки микроудобрением и инокуляции семян ризоторфином колебалась от 3 до 12% (0,1-0,4 т/га), то в крайне неблагоприятном 2019 году (температура воздуха в апреле-июне была существенно выше среднегодовых значений) прибавки урожая практически не было. В среднем за 3 года прибавка урожая зерна гороха у всех сортов и линий гороха от обработки семян достигала 4-9% при урожае на контроле 2,1-2,3 т/га. Из изучаемых сортов и линий гороха сильнее других повышали урожай от обработки семян перед посевом листочковый сорт Темп и сорт с ярусной гетерофилией (хамелеон) Спартак, что нужно учитывать в технологии их возделывания.

Одна из основных особенностей, определяющих народнохозяйственную ценность гороха – достаточно высокое содержание белка в семенах. Кроме того, аминокислотный состав его отличается сбалансированным и высоким содержанием таких незаменимых аминокислот, как лизин, метионин, триптофан.

Таблица 2

Влияние инокуляции и комплексного микроудобрения на урожай сортов гороха нового поколения (при 14% влажности и 100% чистоте)

Сорт, линия	т/га			Среднее, т/га	Прибавки	
	2017	2018	2019		т/га	%
Контроль (без обработки семян)						
1. Фараон	2,9	1,9	1,6	2,1	-	-
2. Темп	3,1	2,1	1,8	2,3	-	-
3. Спартак	2,9	1,8	1,9	2,2	-	-
4. Лу-153-06	2,9	2,0	1,8	2,2	-	-
Ризоторфин + Аквамикс						
5. Фараон	3,1	2,0	1,7	2,3	0,2	9
6. Темп	3,5	2,2	1,8	2,5	0,2	9
7. Спартак	3,2	2,1	1,9	2,4	0,2	9
8. Лу-153-06	3,0	2,1	1,8	2,3	0,1	4

НСР₀₅ сорт 0,12 0,17 0,18

Ризоторфин+ 0,08 0,12 0,12

Аквамикс

Проведенные нами исследования свидетельствуют, что на контроле максимальное содержание белка и его выход с гектара (табл. 3) обеспечили сорта Темп и Спартак (4,5-4,8 ц/га). Обработка семян гороха ризоторфином и Аквамиксом способствовала увеличению сбора белка с урожаем гороха. Прибавка достигала 0,2-0,5 ц/га (4-11%). Самую высокую прибавку выхода белка с урожаем зерна гороха при этом обеспечил сорт Спартак.

Немаловажно в условиях применения микроудобрений и ризоторфина при обработке семян перед посевом влияние их на развитие симбиотического аппарата гороха.

Анализируя результаты исследований, следует отметить, что клубеньки сформировались на всех сортах и линиях гороха (табл. 4). Максимальное количество клубеньков на корнях гороха и их масса образовалась в фазу стеблевания (7 листьев) гороха. Однако по количеству и массе их на корнях гороха сорта различаются. Так на контроле самая большая масса клубеньков на растении (80 мг/раст.) сформировалась у листочкового сорта Темп, в то время, как в среднем по сортам она составила 62 мг/раст.

Таблица 3

Влияние ризоторфина и Аквамикса на качество зерна гороха сортов гороха

Сорт, линия	Белок, %	Сбор белка, ц/га	Прибавка	
			ц/га	%
Контроль (без обработки семян)				
1. Фараон	20,8	4,4	-	-
2. Темп	21,3	4,8	-	-
3. Спартак	21,9	4,5	-	-
4. Лу-153-06	20,9	4,3	-	-
В среднем по сортам	21,2	4,5	-	-
Ризоторфин + Аквамикс				
5. Фараон	21,0	4,6	0,2	4
6. Темп	21,5	5,2	0,4	8
7. Спартак	21,9	5,0	0,5	11
8. Лу-153-06	20,9	4,6	0,3	7
В среднем по сортам	21,3	4,8	0,3	7

Таблица 4

Влияние инокуляции и комплексного микроудобрения на формирование клубеньков на корнях гороха (в среднем за 2017-2019 гг.)

Сорт, линия	7 листьев		Бутонизация		Начало цветения	
	Кол-во клубеньков, шт/раст	Масса клубеньков, мг/раст.	Кол-во клубеньков, шт/раст	Масса клубеньков, мг/раст.	Кол-во клубеньков, шт/раст	Масса клубеньков, мг/раст.
Контроль (без обработки семян)						
1. Фараон	23	56	10	22	3	10
2. Темп	27	80	17	25	2	3
3. Спартак	19	55	9	43	3	5
4. Лу-153-06	25	57	20	30	9	11
В ср. по сортам	23	62	14	30	4	7
Ризоторфин + Аквамикс						
5. Фараон	22	77	13	27	2	4
6. Темп	22	81	10	20	2	4
7. Спартак	20	60	8	36	2	4
8. Лу-153-06	30	71	20	41	8	13
В ср. по сортам	23	72	13	31	3	6

Обработка семян перед посевом Аквамиксом и ризоторфином повысила массу клубеньков у всех изучаемых сортов гороха. Если на контроле в среднем по сортам масса клубеньков была 62 мг/раст., то при обработке семян ризоторфином и Аквамиксом она возросла на 16%. В фазу бутонизации масса клубеньков по всем сортам и вариантам опыта снизилась в 1,3-4,0 раза, а к началу цветения на сортах Фараон, Темп и Спартак произошла практически полная деструкция клубеньков и только у линии Лу-153-06 масса клубеньков в зависимости от вариантов колебалась от 11 до 13 мг на растение. Полученные результаты дают основание утверждать, что при сформированном симбиотическом аппарате и его работе даже в течение небольшого промежутка времени, фиксируемый атмосферный азот вносит определенный свой вклад в азотное питание растений гороха и формирование урожая.

Применение факторов интенсификации на современных сортах, отличающихся по своей агротехнике и уровню отзывчивости на нее, делает все более актуальным изучение вопросов экономической эффективности агроприемов в сложившихся экономических условиях. Анализ экономических показателей (по ценам 2016-2019 гг.) в среднем за три года показал, что они различаются по вариантам опыта. Максимальный чистый доход от выращивания гороха на товарную продукцию получен в вариантах с обработкой семян Аквамиксом и ризоторфином (табл. 5).

Уровень рентабельности при этом колебался от 108 до 126%. Максимальную рентабельность (126%) при этом обеспечил листочковый сорт гороха Темп.

Таблица 5

Экономическая эффективность возделывания гороха в зависимости от обработки семян перед посевом ризоторфином и Аквамиксом (в среднем за 2017-2019 гг.)

Сорт, линия	Урожай, т/га	Производственные затраты, руб/га	Чистый доход, руб/га	Себестоимость, руб/ц	Рентабельность, %
Контроль (без обработки семян)					
1. Фараон	2,1	10420	10580	498	101
2. Темп	2,3	10409	12591	453	121
3. Спартак	2,2	10474	11526	479	110
4. Лу-153-06	2,2	10036	11964	456	119
Ризоторфин + Аквамикс					
5. Фараон	2,3	11041	11959	480	108
6. Темп	2,5	11046	13954	442	126
7. Спартак	2,4	11088	12912	462	116
8. Лу-153-06	2,3	11063	11937	481	108

Заключение

В результате исследований установлено, что обработка семян гороха перед посевом комплексным микроудобрением Аквамикс и инокуляция ризоторфином способствовали повышению урожая у всех изученных сортов и линий гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата. Прибавка урожая достигала 4-9% при урожае на контроле 2,1-2,3 т/га. Лучше других отзывались на обработку семян листочковый сорт Темп и сорт с ярусной гетерофилией (хамелеон) Спартак, что нужно учитывать в технологии их возделывания.

Обработка семян гороха перед посевом ризоторфином и Аквамиксом увеличивала сбор белка с урожаем семян на 0,2-0,5 ц/га (4-11%). Самую высокую прибавку выхода белка при этом обеспечил сорт Спартак.

Установлено, что инокуляция семян гороха перед посевом ризоторфином и обработка Аквамиксом положительно влияли на формирование симбиотического аппарата. Максимальная масса клубеньков образовалась в фазу стеблевания (7 листьев) гороха. В фазу бутонизации масса клубеньков по всем сортам и вариантам опыта снизилась в 1,3-4,0 раза, а к началу цветения на сортах Фараон, Темп и Спартак произошла практически полная деструкция клубеньков и только у линии Лу-153-06 (люпиноид) масса клубеньков по вариантам колебалась от 11 до 13 мг на растение. Полученные результаты исследований дают основание утверждать, что при сформированном симбиотическом аппарате и его работе даже в течение небольшого промежутка времени, фиксируемый атмосферный азот вносит определенный вклад в азотное питание растений гороха и формирование урожая.

Анализ экономических показателей показал, что максимальный чистый доход от выращивания гороха на товарную продукцию получен в вариантах с обработкой семян. Уровень рентабельности при этом колебался от 108 до 126%.

Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. Изд-во Агрорус. Москва, – 2004. – 1109 с.
2. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Наумкина Т.С. Иновационные технологии в производстве зернобобовых и крупяных культур // Сб. научных материалов «Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть иновационных технологий в растениеводстве» – Орел, – 2011. – С. 21-28.
3. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии. Изд-во «Лань» Санкт-Петербург, Москва, Краснодар, – 2015. – 463 с.
4. Никитин С.Н. Оценка эффективности применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья. Ульяновск, – 2017. – 316 с.
5. Парахин Н.В., Петрова С.Н. Сельскохозяйственные аспекты симбиотической азотфиксации – М. «Колос», – 2006, – 158 с.

6. Кузьмичева Ю.В. Энергосберегающие приемы повышения продуктивности сортов гороха посевного (*Pisum sativum* L) на основе растительно-микробных взаимодействий: Автореф... канд... дисс.... – Орел, – 2011. – 25 с.
7. Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В., Асаров Х.К., Плешаков Б.П., Демин В.А., Решетникова Н.В. Агрохимия, – М. «Колос», – 1982. – 574 с.
8. Паников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай – М: Агропромиздат, – 1987. – 512 с.
9. Гурьев Г.П. Влияние предшественника на симбиотическую азотфиксацию у гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 1. – С. 34-38.

References

1. Zhuchenko A.A. Resursnyi potentsial proizvodstva zerna v Rossii [Resource potential of grain production in Russia]. *Agrorus*, Moskva, 2004, 1109 p. (In Russian)
2. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Naumkina T.S. Inovatsionnye tekhnologii v proizvodstve zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Innovative technologies in the production of leguminous and groat crops. Collection of scientific materials "New varieties of agricultural crops - an integral part of innovative technologies in crop production"], Orel, 2011, pp. 21-28. (In Russian)
3. Kiryushin V.I., Kiryushin S.V. Agrotekhnologii [Agrotechnology]. «Lan'», Sankt-Peterburg, Moskva, Krasnodar, 2015, 463 p. (In Russian)
4. Nikitin S.N. Otsenka effektivnosti primeneniya udobrenii, biopreparatov i diatomita v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Evaluation of the effectiveness of the use of fertilizers, biological products and diatomite in the forest-steppe of the Middle Volga region]. Ul'yanovsk, 2017, 316 p. (In Russian)
5. Parakhin N.V., Petrova S.N. Sel'skokhozyaistvennye aspekty simbioticheskoi azotfiksatsii [Agricultural aspects of symbiotic nitrogen fixation]. Moskva, «Kolos», 2006, 158 p. (In Russian)
6. Kuz'micheva Yu.V. Energosberegayushchie priemy povysheniya produktivnosti sortov gorokha posevnogo (*Pisum sativum* L) na osnove rastitel'no-mikrobnnykh vzaimodeistvii: Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii [Energy-saving methods of increasing the productivity of sowing pea varieties (*Pisum sativum* L) based on plant-microbial interactions: Abstract of Ph.D. thesis]. Orel, 2011, 25 p. (In Russian)
7. Yagodin B.A., Smirnov P.M., Peterburgskii A.V., Asarov Kh.K., Pleshakov B.P., Demin V.A., Reshetnikova N.V. *Agrokimiya* [Agrochemistry], Moscow, «Kolos», 1982, 574 p. (In Russian)
8. Pannikov V.D., Mineev V.G. Pochva, klimat, udobrenie i urozhai [Soil, climate, fertilization and crops]. Moscow, *Agropromizdat*, 1987, 512 p. (In Russian)
9. Gur'ev G.P. Vliyanie predshestvennika na simbioticheskuyu azotfiksatsiyu u gorokha [Effect of the precursor on symbiotic nitrogen fixation in peas]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no. 1, pp. 34-38. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-59-65

УДК 633.35:631.53(476)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ БОБОВ НА ЗЕРНО И ЗЕЛЕНУЮ МАССУ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

А.А. ЗАПРУДСКИЙ, кандидат сельскохозяйственных наук

РУП «ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ» ПРИЛУКИ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

E-mail: a.zaprudski@mail.ru

В статье представлены результаты исследований за 2017-2020 гг. по оценке эффективности возделывания кормовых бобов на зерно и зеленую массу при различных сроках сева в условиях центральной части Беларуси. Установлено, что максимальная урожайность зелёной массы культуры – 410,5-411,1 ц/га была получена при посеве в более поздние сроки (середина I – середина II декады мая). Выявлено, что ранние сроки сева (середина II и середина III декады апреля) обеспечивают снижение развития болезней в период вегетации культуры, более интенсивное созревание плодов, получение урожайности зерна на уровне 4,20-4,55 т/га, что на 2,63-3,74 т/га выше, чем при позднем посеве.

Ключевые слова: кормовые бобы, сроки сева, урожайность.

EFFICIENCY OF FODDER BEANS CULTIVATION FOR GRAIN AND GREEN MASS AT DIFFERENT SOWING PERIODS UNDER THE CENTRAL PART OF BELARUS CONDITIONS

A.A. Zaprudski

RUE «INSTITUTE OF PLANT PROTECTION», REPUBLIC OF BELARUS

E-mail: a.zaprudski@mail.ru

Abstract: *In the article the research results for 2017-2020 on the evaluation of the effective fodder beans growing for grain and green mass at different sowing periods under the Central part of Belarus conditions are presented. It is determined that the maximum crop green mass yield – 410,5-411,1 cwt/ha has been got at more later periods of sowing (the middle of the I and the middle of the II decades of May). It is determined that the early sowing periods (the middle of the II and the middle of the III decades of April) provide with the diseases development decrease during crop vegetation, more intensive fruit ripening, getting grain yield at the level of 4,20-4,55 t/ha, what is 2,63-3,74 t/ha lower than at later sowing.*

Keywords: fodder beans, sowing periods, green mass, grain, yield.

Введение

Одним из приоритетных направлений решения проблемы производства кормов для животноводческой отрасли Республики Беларусь, является выращивание высокобелковых культур, в частности кормовых бобов [1, 2]. Данная культура, как и другие зернобобовые, весьма требовательна к посеву в оптимальные сроки, что в последующем определяет не только продолжительность прохождения межфазных периодов роста и развития растений, но и процессы формирования элементов структуры урожая и качество полученной продукции в целом. Исследования по изучению сроков сева кормовых бобов активно проводились в 60-х годах прошлого столетия в различных почвенно-климатических условиях стран ближнего зарубежья. В условиях центральной части Беларуси оптимальным сроком сева кормовых бобов при выращивании на зерно считалась первая декада мая, в южной части Брестской

области максимальная семенная продуктивность культуры была получена при посеве в начале второй декады апреля.

В настоящее время при возделывании кормовых бобов отмечено внедрение новых, адаптивных к условиям произрастания сортов культуры. Однако, несмотря на их высокий продуктивный потенциал, средняя урожайность как зерна, так и зеленой массы кормовых бобов не отличается стабильностью [3]. Причиной такой ситуации является не соответствие разработанных в 60-х годах XX века агротехнических приемов возделывания культуры, в частности сроков сева, при изменившихся почвенно-климатических и фитосанитарных условиях, а также недостаточная изученность процесса формирования продуктивности растения кормовых бобов.

Таким образом, уточнение сроков сева кормовых бобов в условиях центральной части Беларуси и их влияние на процессы формирования продуктивности зерна и зеленой массы являются весьма актуальными.

Цель работы – изучить эффективность сроков посева кормовых бобов при возделывании на зеленую массу и зерно в условиях центральной части Беларуси.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в 2017-2020 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» Минского района Минской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, пахотный слой характеризовался следующими показателями: рН 6,3; содержание гумуса – 1,8%, подвижных форм фосфора – 205,0 мг/кг, калия – 290 мг/кг почвы. Общая площадь делянки – 25 м², повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Изучалось четыре срока сева культуры с интервалом в десять дней: 1-й – середина II декады апреля; 2-й – середина III декады апреля; 3-й – середина I декады мая; 4-й – середина II декады мая. Фенологические стадии роста и развития кормовых бобов указывались в соответствии со шкалой ВВСН.

Объектом исследований был сорт Фанфар. Агротехника в опыте общепринятая для возделывания кормовых бобов в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь. Учет биометрических показателей роста и развития культуры проводили по общепринятым методикам. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова [4]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований отличались по количеству выпавших осадков и температурному режиму, что позволило в полной мере оценить влияние сроков сева на процесс прохождения фаз роста и развития, а также формирования продуктивности зерна и зеленой массы культуры. В 2017 г. первая половина вегетации проходила при температуре воздуха выше уровня среднемесячных значений с дефицитом выпадения осадков, в период от цветения до созревания бобов распределение тепла и влаги было в пределах нормы. В 2018 и 2019 гг. в межфазный период прорастание – бутонизация культуры характеризовался повышенным температурным режимом на 2,5-4,0°C с суммой осадков 48,6-69,8 мм, что благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Вторая половина вегетации проходила при температуре воздуха близкой к уровню среднемесячных значений с достаточным влагообеспечением. В 2020 г. избыточное увлажнение и недостаток тепла задержали прохождение межфазного периода прорастание – бутонизация на 11-12 дней, чем в предыдущие годы. Дальнейший рост и развитие культуры проходили при оптимальном гидротермическом режиме.

Результаты и их обсуждения

Значительное влияние на продолжительность межфазных периодов роста и развития кормовых бобов оказывают сроки сева. Выявлено, что в среднем за 2017-2020 гг. период от прорастания до появления всходов при первом сроке сева составил 13 дней и сокращался до 10 дней при последнем. Это обусловлено тем, что с повышением среднесуточной температуры воздуха с 7,0-11,2 до 14,6-17,6°C и температуры почвы на глубину заделки

семян с 7,3-8,9 до 17,1-18,6°C наступало ускорение прорастания семян и появления всходов (рис. 1).

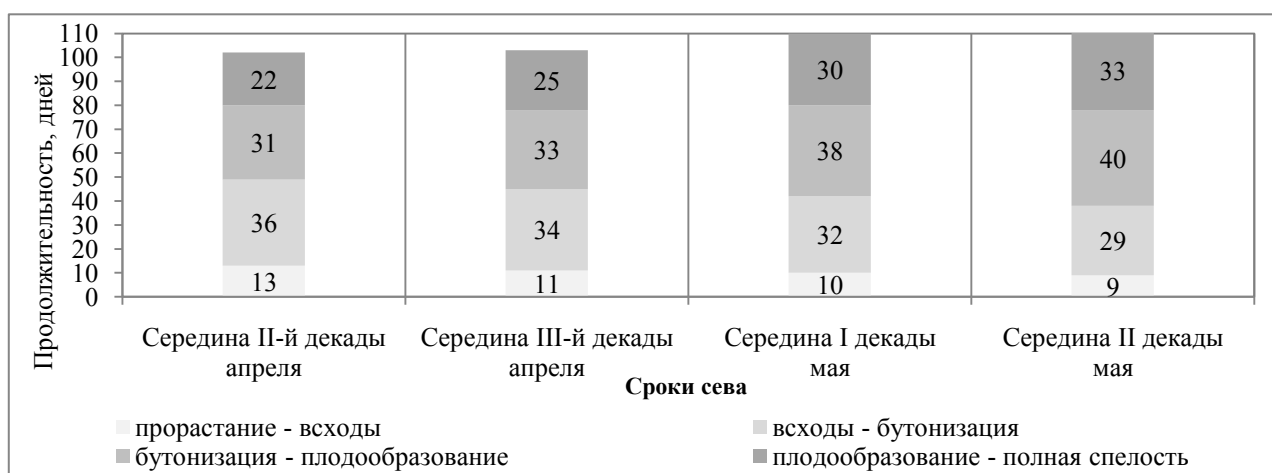


Рис. 1. Продолжительность межфазных периодов кормовых бобов в зависимости от сроков посева (в среднем за 2017-2020 гг.)

Межфазный период всходы – бутонизация также имел тенденцию к сокращению с 36 до 29 дней по мере смещения сроков сева с первого по четвертый, что обусловлено повышением суммы температур за данный промежуток роста и развития культуры с 600,6–604,3 до 696,5–707,8°C.

Дальнейшие исследования показали, что при посеве в период с середины II декады апреля по середину II декады мая, отмечалась закономерность увеличения продолжительности межфазных периодов бутонизация – плодообразования – с 31 до 40 дней и плодообразование – полная спелость – с 22 до 33 дней, чему способствовало повышение количества выпавших осадков с 116,2-121,8 до 225,6-265,8 мм. В среднем за исследуемые годы, продолжительность вегетационного периода кормовых бобов при первом сроке посева составила 102 дня и увеличивалась до 111 дней при последнем.

Корреляционно-регрессионный анализ полученных данных позволил установить, что продолжительность межфазного периода прорастание – всходы, а также листообразование – конец стеблевания в большей степени зависела от показателей температуры воздуха ($r = -0,74...-0,89$), чем от суммы выпавших осадков ($r = 0,18...0,64$). При прохождении межфазного периода бутонизация – конец плодообразования, влагообеспеченность оказала большее влияние на продолжительность формирования генеративных органов и процесс плодообразования ($r = 0,94$), нежели температурный режим ($r = 0,58$) (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость продолжительности межфазных периодов кормовых бобов от ресурсов тепла и влаги при различных сроках посева (2017-2020 гг.)

Межфазный период (ВВСН)	Корреляционная зависимость (r) с показателями		
	среднесуточной температуры воздуха, °C	суммы температур, °C	суммы осадков, мм
Прорастание – всходы (00-09)	-0,86	-0,81	0,18
Листообразование – конец стеблевания (10-39)	-0,89	-0,74	0,64
Бутонизация – конец плодообразования (50-79)	0,58	0,69	0,94

Отсюда следует вывод, что при ранних сроках сева (середина II и середина III декады апреля) кормовых бобов происходил более продолжительный процесс нарастания вегетативных органов растений (ВВСН 10-39), чем при поздних (середина I и середина II декады мая), что способствовало длительному накоплению пластических веществ и, по всей видимости, быстрому и полному их оттоку в генеративные органы. И, наоборот, у растений поздних сроков сева продолжительность прохождения межфазного периода бутонизация – конец плодообразование (ВВСН 50-79) удлинялась, чем у ранних, это привело к активному нарастанию вегетативной массы растений, и, как следствие, снижению образования продуктивных и повышению непродуктивных бобов на растении. По данным В.Н. Шлапунова и др. [5], максимальная зеленоукосная продуктивность кормовых бобов формируется в фазе окончания налива зерна в нижних ярусах растений. Согласно результатам исследований А.Т. Воронова (1963-1964), в условиях центральной части Минской области наибольший урожай зеленой массы 281-304 ц/га был получен при средних и поздних сроках посева. В исследованиях Л.Д. Соловьева (1962-1964), отмечалась такая же закономерность увеличения продуктивности надземной части растений при запаздывании с посевом.

Проведенные нами исследования позволили установить, что в фазе окончания налива зерна в нижних ярусах растений высота наземной части увеличивалась с 119,3 до 128,9 см, а урожайность зеленой массы с 389,4 до 411,1 ц/га по мере смещения сроков посева с первого по четвертый. При этом разница в зелёноукосной продуктивности между посевами в середине первой – в середине второй декадах мая была незначительной (табл. 2).

Таблица 2

**Биометрические показатели надземной части растений кормовых бобов
в зависимости от сроков сева (в среднем за 2017–2020 гг.)**

Срок сева	Высота растений, см	Масса надземной части, ц/га	Отклонение к первому сроку посева	
			ц/га	%
Фаза окончания налива зерна нижних ярусов культуры				
Середина II декады апреля	119,3	389,4	–	–
Середина III декады апреля	121,5	395,2	+5,8	+1,5
Середина I декады мая	127,4	410,5	+21,1	+5,4
Середина II декады мая	128,9	411,1	+21,7	+5,6

В прямой зависимости от сроков сева кормовых бобов находилось количество растений, пораженных возбудителями болезни. При проведении фитопатологических учетов растений перед уборкой на зерно выявлено, что в среднем за 2017-2020 гг. по мере смещения сроков посева с середины II декады апреля до середины II декады мая, отмечалось увеличение развития фузариозного увядания (*Fusarium spp.*) с 12,1 до 28,6%, шоколадной пятнистости (*Botrytis fabae* S.) – с 12,4 до 48,4%, ржавчины (*Uromyces fabae de Bary ex Cooke*) – с 17,3 до 49,7% и ложной мучнистой росы (*Peronospora fabae Jacz. et Serg.*) – с 6,5 до 21,3%, что объясняется повышением продолжительности прохождения межфазного периода бутонизация – конец плодообразование на фоне увеличения количества выпавших осадков.

Сроки посева кормовых бобов оказали существенное влияние на процессы плодообразования растений кормовых бобов. В среднем за 2017-2020 гг. при первом и втором сроках сева число узлов составляло 8,6 и 7,2 шт./растение соответственно. Дальнейшее запаздывание с посевом на 20-30 дней способствовало их снижению до 3,5-4,2 шт./растение. Отмечена такая же закономерность снижения числа раскрывшихся цветков с 44,6-44,0 до 37,1–22,2 шт./растение (табл. 3).

Посев кормовых бобов в период с середины II по середину III декады апреля способствовал формированию большего числа завязавшихся плодов на растении – 15,8-16,1 шт./растение. В целом к уборке при первом и втором сроке сева сохранилось 75,3-77,6%

плодов или 11,9-12,5 шт./растение и по мере запаздывания с посевом на 20-30 дней снижалось до 50,9-61,3% плодов или 2,9-6,5 шт./растение.

Таблица 3

Сохраняемость плодов кормовых бобов в зависимости от сроков посева (в среднем за 2017-2020 гг.)

Срок посева	Число узлов, шт./растение	Число раскрывшихся цветков, шт./растение	Число плодов, шт./растение		Завязываемость плодов, %	Сохраняемость плодов к уборке, %
			завязавшихся	сохранившихся к уборке		
Середина II декады апреля	8,6	44,6	16,1	12,5	36,1	77,6
Середина III декады апреля	7,2	44,0	15,8	11,9	35,9	75,3
Середина I декады мая	4,2	37,1	10,6	6,5	28,6	61,3
Середина II декады мая	3,5	22,2	5,7	2,9	25,7	50,9

При возделывании кормовых бобов на зерно, важное значение имеет высота прикрепления нижнего плода. Учитывая акропетальный характер цветения и плодобразования культуры, чем ниже расположены плоды на растении, тем интенсивнее происходит процесс их созревания. В наших опытах по мере запаздывания с посевом, высота расположения бобов увеличивалась с 34,8 до 44,0 см.

Анализ элементов структуры урожайности показал, что в среднем за 2017–2020 гг. растения первого и второго сроков сева сформировали 38,8 и 36,9 зерен на растении с их массой 16,8 и 15,9 г соответственно (табл. 4).

Таблица 4

Элементы структуры урожайности кормовых бобов в зависимости от сроков посева (в среднем за 2017-2020 гг.)

Срок сева	На одном растении		Число зерен в бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г
	зерен, шт.	масса зерна, г		
Середина II декады апреля	38,8	16,8	3,1	432,6
Середина III декады апреля	36,9	15,9	3,1	429,8
Середина I декады мая	16,9	7,1	2,6	420,5
Середина II декады мая	7,3	3,0	2,5	414,4

Дальнейшее запаздывание с посевом на 20-30 дней способствовало существенному снижению данных показателей до 7,3-16,9 шт. и 3,0-7,1 г. соответственно. Отмечалась такая же тенденция снижения числа семян в бобе и массы 1000 зерен по мере запаздывания с посевом.

По данным опытов А.Т. Воронова проведенных в 1963-1964 гг. в условиях центральной части Минской области, отмечено, что максимальная урожайность зерна кормовых бобов 2,2-2,1 т/га была получена при ранних сроках сева (начало первой декады мая). В наших опытах наибольшая семенная продуктивность культуры – 4,55 и 4,20 т/га сформировалась при посеве в середине II и середине III декадах апреля. Дальнейшее смещение сроков посева с середины I до середины II декады мая способствовало существенному уменьшению урожайности зерна до 1,92 и 0,81 т/га (рис. 2).

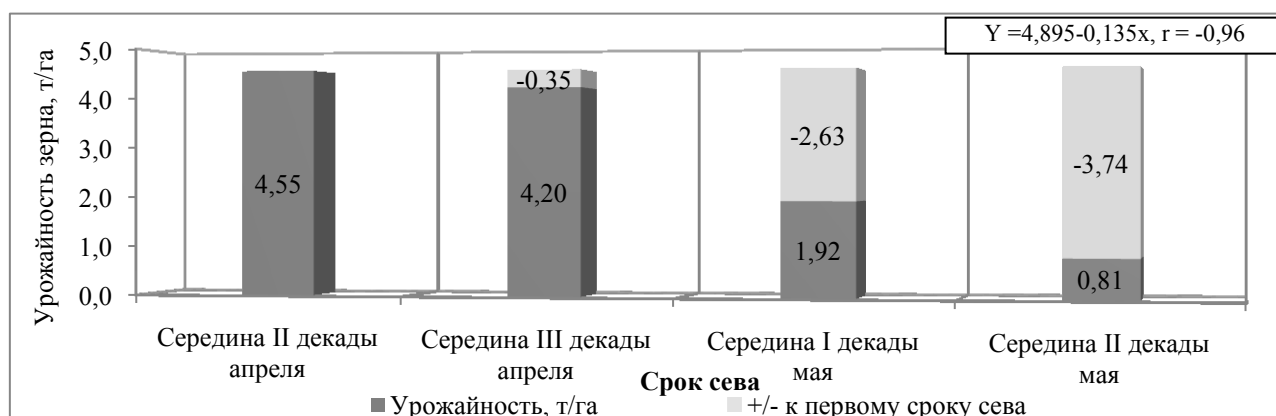


Рис. 2. Урожайность зерна кормовых бобов в зависимости от сроков посева в среднем за 2017-2020 гг.

Статистическая обработка данных методом корреляционно-регрессионного анализа указывает, что между сроками сева и урожайностью зерна кормовых бобов наблюдалась отрицательная регрессионная зависимость, которая описывалась прямолинейным уравнением $Y = a - bx$, где: Y – урожайность зерна кормовых бобов, т/га; a – максимально возможная урожайность при первом (календарном) сроке сева; b – коэффициент, показывающий изменение урожайности культуры при отклонении от первого (календарного) срока сева на один день; x – количество дней от первого (календарного) срока сева. Согласно уравнению регрессии, смещение посева кормовых бобов от первого (календарного) срока на один день способствует снижению урожайности зерна культуры на 0,135 т/га.

Выводы

1. Установлено, что продолжительность межфазного периода прорастание – всходы, а также листообразование – конец стеблевания в большей степени зависела от показателей температуры воздуха ($r = -0,74...-0,89$), чем от суммы выпавших осадков ($r = 0,18...0,64$). При прохождении межфазного периода бутонизация – конец плодообразования, влагообеспеченность оказала большее влияние на продолжительность формирования генеративных органов и процесс плодообразования ($r = 0,94$), чем температурный режим ($r = 0,58$).

2. Выявлено, что при посеве в период с середины II до середины III декады апреля кормовых бобов происходил более продолжительный процесс нарастания вегетативных органов растений, чем при поздних сроках (середина I и середина II декады мая). У растений поздних сроков сева продолжительность прохождения межфазного периода бутонизация – конец плодообразование удлинялась, чем у ранних, что привело к активному нарастанию вегетативной массы растений, и, как следствие, снижению зерновой продуктивности культуры.

3. По мере смещения сроков посева с середины II декады апреля до середины II декады мая, отмечено ухудшение фитопатологической ситуации в посевах кормовых бобов, что обусловлено повышением продолжительности прохождения межфазного периода бутонизация – конец плодообразование на фоне увеличения количества выпавших осадков.

4. Максимальная урожайность зеленой массы кормовых бобов – 410,5-411,1 ц/га была получена в поздние сроки посева (середина I – середина II декадах мая), зерна – 4,20-4,55 т/га при раннем посеве (середина II и середина III декады апреля).

Литература

1. Заяц Л.К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1 (110). – С. 3-5.
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. – Минск, 2021. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 10.04.2021.

3. Запрудский А.А. [и др.] Защита кормовых бобов от вредных организмов в Республике Беларусь // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 37–46. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-37-46
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, – 1979. – 416 с.
5. Шор В.Ч. [и др.] Возделывание кормовых бобов // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, – 2017. – С. 246-261.

References

1. Zayats L.K. Reshenie problem proizvodstva kormovogo belka - vazhneishii rezerv ukrepleniya agrarnoi ekonomiki [Solving the problems of fodder protein production is the most important reserve for strengthening the agricultural economy]. *Zemledelie i zashchita rastenii*. 2017, no. 1 (110), pp. 3-5. (In Russian)
2. Natsional'nyi pravovoi Internet-portal Respubliki Belarus' [Elektronnyi resurs]. O Gosudarstvennoi programme «Agrarnyi biznes» na 2021-2025 gody. Minsk, 2021. Rezhim dostupa: <http://www.pravo.by>. Accessed: 10.04.2021. [National legal Internet portal of the Republic of Belarus [Electronic resource]. On the State Program "Agrarian Business" for 2021-2025. Minsk, 2021. Access mode: <http://www.pravo.by>.]
3. Zaprudskii A.A. et al. Zashchita kormovykh bobov ot vrednykh organizmov v Respublike Belarus' [Protection of forage beans from harmful organisms in the Republic of Belarus]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 1 (37), pp. 37-46. . DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-37-46 (In Russian)
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experiment methodology: (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, *Kolos*, 1979, 416 p. (In Russian)
5. Shor V.Ch. et al. Vozdelyvanie kormovykh bobov. Sovremennye resursosberegayushchie tekhnologii proizvodstva rastenievodcheskoi produktsii v Belarusi: sbornik nauch. materialov. [Cultivation of broad beans. Modern resource-saving technologies for the production of crop products in Belarus: collection of scientific materials] RUP «Nauchno-prakticheskii tsentr NAN Belarusi po zemledeliyu». 3-e izd., dop. i pererab. [RUE Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture. 3rd ed., revised] Minsk: *IVTs Minfina*, 2017, pp. 246-261.

СНИЖЕНИЕ СТЕПЕНИ ТРАВМИРОВАНИЯ СЕМЯН КОРМОВЫХ БОБОВ УБОРОЧНЫМИ И ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

А.И. ЕРОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук
Е.В. ЛАТЫНЦЕВА, научный сотрудник

ФГБНУ «ФНЦ зернобобовых и крупяных культур»
E mail: office@vniizbk.orel.ru

Лучшие результаты обмолота кормовых бобов комбайном СК-5А «Нива» получены при оборотах барабана комбайна 450 мин⁻¹, зазорах между барабаном и декой на входе растительной массы 38 мм и на выходе 22 мм. При таком режиме работы комбайна травмирование семян было наименьшим и составляло 5,54%. Уменьшение зазора между барабаном и декой до 34...18 мм, при этой же частоте вращения барабана - 450 мин⁻¹, приводит к увеличению травмированных семян на 1,22%.

Увеличение частоты вращения барабана комбайна до 600 мин⁻¹ привело к повреждению семян на 1,52-2,79%, а при 750 мин⁻¹ количество травмированных семян возросло на 3,85%, по сравнению с частотой вращения барабана 450 мин⁻¹ и зазором между барабаном и декой 38...22 мм.

Наибольшее количество повреждённых семян получено при оборотах барабана комбайна 750 мин⁻¹ и зазорах между барабаном и декой 34...18 мм и составило 10,11%.

Обмолот кормовых бобов комбайном Дон-1500 при зазорах между барабаном и декой на входе растительной массы 38 мм, на выходе 22 мм и оборотах барабана комбайна -540 мин⁻¹ приводит к травмированию семян до 4,41%. Уменьшение зазора между барабаном и декой до 34...18 мм, при оборотах барабана 540 мин⁻¹, увеличивает количество травмированных семян до 5,52%, а увеличение оборотов барабана комбайна до 710 мин⁻¹, при тех же зазорах (34...18 мм) травмирует семена кормовых бобов до 9,88%.

Перемещение семян кормовых бобов по норям во время очистки и сушки зерновой сушилкой СБВО-5 (производство Брянсксельмаш) травмирует семена до 13,9%.

Наличие в образцах поврежденных семян до 10-30% снижает полевую всхожесть кормовых бобов на 12-13% и урожайность – на 0,12-0,28 т/га к контрольному варианту. Инкрустирование травмированных семян кормовых бобов полимером NaKMЦ с добавлением по норме протравителя ТМТД – 4 кг/т, по сравнению с необработанными травмированными семенами, способствует увеличению урожайности на 0,07- 0,16 т/га или 3,5-8,2%.

Ключевые слова: комбайны СК-5А «Нива», Дон-1500, барабан комбайна, дека, обмолот, семена, кормовые бобы, очистка, сушка семян, травмирование, полимер NaKMЦ, протравитель ТМТД, обработка.

REDUCING THE DEGREE OF INJURY TO FORAGE SEEDS BY HARVESTERS AND GRAIN CLEANING MACHINES

A.I. Erokhin, E.V. Latyntseva

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»
E mail: office@vniizbk.orel.ru

Abstract: *The best results of threshing forage beans with the SK-5A "Niva" combine were obtained with the threshing drum speed of 450 rpm, the gaps between the drum and the concave at the input of the crop mass of 38 mm and at the output of 22 mm. With this operating mode of the*

combine, the injury to the seeds was the smallest and amounted to 5.54%. Reducing the gap between the drum and the concave to 34x18 mm, at the same drum rotation frequency (450 rpm), leads to an increase in injured seeds by 1.22%.

Increasing the speed of the harvester drum up to 600m-1 caused damage to seeds by 1,52-2,79%, and at 750m-1 the number of injured seeds increased by 3,85%, compared to the drum rotation speed of 450 rpm and the gap between the drum and the concave 38x22mm.

The largest number of damaged seeds was obtained at a combine drum speed of 750m-1 and the gaps between the drum and the concave 34x18 mm, it was 10.11%.

Threshing of forage beans with a Don-1500 combine with a gap between the drum and the concave at the input of the crop mass of 38 mm, at the output of 22 mm and the drum speed of the combine of 540m-1 leads to seed injury up to 4.41%.

A decrease in the gap between the drum and the concave to 34x18mm, at a drum speed of 540 rpm, increases the number of injured seeds to 5.52%, and an increase in the speed of the combine drum to 710 rpm, with the same gaps (34x18 mm), injures the seeds of fodder beans up to 9.88%.

Moving fodder seeds along the bucket elevators during cleaning and drying with the SBVO-5 grain dryer (Bryanskselmash production) injures the seeds up to 13.9%.

In the presence of damaged seeds in the samples up to 10-30%, it reduces the field germination of forage beans by 12-13% and the yield by 0.12-0.28 t/ha compared to the control variant Inlaying injured seeds of forage beans with NaCMC polymer with the addition of TMTD-4 kg/t dressing according to the rate, in comparison with untreated injured seeds, contributes to an increase in yield by 0.07-0.16 t/ha or 3.5-8.2%.

Keywords: combines SK-5A «Niva», «Don-1500», threshing drum, concave, threshing, seeds, fodder beans, cleaning, drying of seeds, trauma, NaCMC polymer, TMTD dressing agent, treatment.

Важный фактор, определяющий качество семян это степень их травмирования. Проблема повреждения семян в последние годы приобретает особое значение в связи с расширением ассортимента машин во всех технологических процессах, обмолота, перевозки семян до очистки и сортирования. В результате широкого применения механизации на уборке зернобобовых культур количество семян с механическими повреждениями достигает до 50%, а в отдельные годы 80-90%, при этом травмированные семена снижают всхожесть на 16-18%. Наибольшее количество травм приходится на оболочку семени. Наиболее губительные травмы семян с повреждением зародыша и семядолей. К тому же проникновение в травмированные семена возбудителей болезней снижает посевные качества семян. В связи с этим большое значение приобретает разработка приемов по уменьшению степени травмирования семян [1, 2, 3, 4, 5].

В условиях Орловской области, в период уборки кормовых бобов часто выпадают осадки, наблюдаются пониженные температуры, в результате чего созревание кормовых бобов проходит неравномерно, что затрудняет их механизированную уборку. Полученные семена после обмолота комбайном имеют высокую влажность, травмированы и требуют незамедлительной очистки и сушки. Такие семена снижают лабораторную и полевую всхожесть. Трудность в получении высококачественных семян является одной из основных причин сокращения посевных площадей под этой культурой

Методика проведения исследований

Исследования проведены в период 1986-1998 гг. Уборку посевов кормовых бобов сорта Альфред проводили комбайном СК-5А «Нива». Влажность растительной массы – 29%, семян – 23%. Режим работы комбайна изменяли по частоте вращения барабана 450, 600, 710 мин⁻¹ и изменением зазора между барабаном и декой 38 мм на входе растительной массы и на выходе 22 мм. Скорость движения комбайна 3,6 км/час. Наиболее оптимальная подача растительной массы в комбайн – 3,0-4,0 кг/сек.

Так же было изучено травмирование семян на уборке кормовых бобов сорта Уладовские фиолетовые комбайном Дон-1500. Убирали кормовые бобы с влажностью

растительной массы 38%, семян – 18%. Изменяли частоту вращения оборотов барабана комбайна от 540 до 710 мин⁻¹ и зазорах между барабаном и декой комбайна 38...22 и 34...18 мм. Скорость движения комбайна на уборке кормовых бобов составляла 2,4 км/час.

При изменении режима работы комбайнов брали пробы в 5 кратной повторности для определения степени травмирования семян. Степень травмирования определяли путём установления процента дроблёных, раздавленных, колотых, треснутых семян (макротравмы). Затем определяли микротравмы семян. Для этого из средней пробы отбирали две навески по 200 г каждая. Из взятых навесок выделяли повреждённые семена и устанавливали средний процент травмирования. Повторность двухкратная. В качестве контроля – семена, полученные ручным шелушением пробного снопа, взятого перед скашиванием.

Для изучения травмирования семян кормовых бобов сорта Альфред, в процессе очистки и сушки, проводили отбор образцов после первичной подработки и механизмов зерновой сушилки СБВО-5 т/ч, изготовленной на заводе Брянсксельмаш.

В связи с повреждением семян на уборке кормовых бобов комбайнами большое значение приобретает разработка приемов по уменьшению отрицательного влияния травмированных семян на всхожесть и урожайность. В лабораторных и полевых условиях наряду с контрольными семенами, высевали травмированные семена кормовых бобов сорта Янтарные, у которых тип травм был одинаков (отбита часть семени, но зародыш не поврежден). При этом количество травмированных семян добавляли к неповрежденным целым семенам от 10 до 30%. В лабораторных условиях оценивали энергию прорастания, лабораторную всхожесть обработанных и необработанных (контрольных) семян. В севообороте лаборатории семеноведения и первичного семеноводства были заложены полевые опыты. Почвы опытного участка темно-серые, лесные, среднесуглинистые с мощностью гумусового горизонта – 25-30 см. Содержание гумуса в почве – 4,2-4,6%, подвижного фосфора 11,0-16,4 обменного калия 5,7-7,3 мг на 100 г почвы. Наличие микроэлементов в пахотном слое в расчёте на 1 килограмм абсолютно сухой почвы: Zn-0,44, Cu-0,17, Fe-7,54, Mn-8,7, B-0,79. pH солевой вытяжки – 5,0-5,5. На опытном поле были проведены основные агротехнические приемы обработки почвы. Посев семян проводили в оптимальные сроки, селекционной сеялкой СКС – 6-10. Норма высева 0,6 млн. всхожих семян на гектар. Размер опытных делянок 10 м², повторность шестикратная, размещение делянок рендомизированное. Учет полевой всхожести кормовых бобов проводили во время появления полных всходов.

Урожайность учитывали поделночно, урожайные данные приведены к стандартной влажности и 100% чистоте. Результаты опытов по урожайности обрабатывали математически – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Контроль – необработанные семена.

Результаты исследований

В проведённых исследованиях установлено, что лучшие результаты обмолота кормовых бобов получены при оборотах барабана комбайна СК-5А «Нива» 450 мин⁻¹, зазорах между барабаном и декой на входе растительной массы 38 мм и на выходе 22 мм. Подача растительной массы 3,0-4,0 кг/сек, что соответствует скорости движения комбайна 3,6 км/час. При таких режимах работы комбайна травмирование семян было наименьшим и составило 5,54% (табл. 1).

Уменьшение зазора между барабаном и декой до 34...18 мм при этой же частоте вращения барабана комбайна привело ещё к увеличению травмированных семян на 1,22%.

Увеличение частоты вращения барабана до 600 мин⁻¹ привело к повреждению семян на 3,04-5,58 г или 1,52-2,79%, а при 750 мин⁻¹, количество травмированных семян возросло на 7,7 г или 3,85%, по сравнению с частотой вращения барабана 450 мин⁻¹ и зазором между барабаном и декой 38...22 мм. Наибольшее количество повреждённых семян получено при оборотах барабана комбайна 750 мин⁻¹ и зазорах между барабаном и декой 34...18 мм, оно составило-10,11% [6, 7].

Таблица 1

Влияние рабочих органов комбайна СК-5А «Нива» при обмолоте на травмирование семян кормовых бобов сорта Альфред (среднее за 1986-1988 гг.)

Параметры			Травмирование семян,	
Обороты барабана комбайна мин ⁻¹	Зазор между барабаном и декой, мм	Подача растительной массы, кг/сек	г	%
450	38...22	3,0-4,0	11,08	5,54
450	34...18	3,0-4,0	13,52	6,76
600	38...22	3,0-4,0	14,12	7,06
600	34...18	3,0-4,0	16,66	8,33
750	38...22	3,0-4,0	18,78	9,39
750	34...18	3,0-4,0	20,22	10,11

Примечание: мин⁻¹, обороты барабана комбайна в минуту.

Обмолот кормовых бобов комбайном «Дон-1500» при зазорах между барабаном и декой, на входе растительной массы 38 мм, на выходе 22 мм и оборотах барабана комбайна 540 мин⁻¹ приводит к травмированию семян до 4,41%.

Уменьшение зазора между барабаном и декой комбайна до 34...18 мм, при оборотах барабана – 540 мин⁻¹ увеличивает травмирование семян до 11,03 г (5,52%), а увеличение оборотов барабана комбайна до 710 мин⁻¹, при тех же зазорах (34...18 мм), травмирует семена кормовых бобов до 19,75 г, что составляет 9,88% (табл. 2).

Следовательно, увеличение оборотов барабана комбайна и уменьшение зазора между барабаном и декой приводит к увеличению процента травмированных семян.

На величину травмирования семян может влиять техническое состояние рабочих органов молотилки комбайна, а именно наличие острых граней заусенцов, выступов на молотильном барабане и деки, деформация шнеков, элеваторов, износ транспортёров, бичей барабана и планок подбарабана.

Таблица 2

Влияние рабочих органов комбайна Дон-1500, при обмолоте в различных режимах на травмирование семян кормовых бобов Уладовские фиолетовые (1991-1993 гг.)

Обороты барабана комбайна мин ⁻¹	Зазор между барабаном и декой, мм	Скорость движения комбайна, км/час	Травмирование семян	
			г	%
540	38...22	2,4 км/час	8,82	4,41
540	34...18	2,4 км/час	11,03	5,52
710	34...18	2,4 км/час	19,75	9,88

Всё это вызывает повышенное травмирование семян даже при оптимальных режимах работы комбайна. Одной из причин повреждения семян при обмолоте является их влажность. Многие исследователи считают, что чем суше семена, тем они меньше травмируются. Другие отмечают, что сухие семена травмируются больше.

Результаты исследований, влияния первичной очистки кормовых бобов сорта Альфред и механизмов зерновой сушилки СБВС-5 (изготовленной на заводе Брянсксельмаш) показали, что травмирование семян поступивших на ток от комбайна составляло 3,15%. Контрольные семена, полученные ручным шелушением из снопового образца, взятого перед уборкой, повреждений не имели. После первичной очистки содержание травмированных семян было – 5,0%. После нории подъема и подачи семян к резиновому транспортеру повреждённых семян увеличилось на 1,85%, а после нории загрузки семян в бункер сушилки ещё на 1,50%.

Во время сушки (в течение 5 часов) семена периодически перемещали из бункера сушилки к передаточному транспортеру, а затем через норию загрузки снова в бункер сушилки. При этом влажность семян снизилась с 21,0% до 15,4%, а их травмирование

увеличилось на 4,0%. После загрузки семян через норию в охладительную колонку, травмированных семян еще увеличилось на 1,53%. В целом очистка и сушка кормовых бобов зерновой сушилкой привела к травмированию семян до 13,9%.

С целью влияния травмированных семян на всхожесть и урожайность кормовых бобов установлено, что добавление к неповрежденным семенам 10% травмированных семян не оказало существенного влияния на снижение энергии прорастания и лабораторной всхожести. При добавлении к целым семенам травмированных семян до 20% наблюдалось снижение энергии прорастания и лабораторной всхожести на 5%.

Дальнейшее увеличение поврежденных семян до 30% приводит к снижению энергии прорастания семян на 8%, лабораторной всхожести – на 6% (табл. 3).

Обработка травмированных семян кормовых бобов полимером NaКМЦ с добавлением по норме фунгицида ТМТД – 4 кг/т способствует сохранению их посевных качеств. Так, в обработанных семенах с содержанием 20 и 30% травмированных семян, энергия прорастания кормовых бобов была 82-85%, лабораторная всхожесть 90%, то есть практически на уровне контрольных. Однако если сравнивать необработанные травмированные семена с семенами, которые были обработаны полимером NaКМЦ совместно с протравителем ТМТД, то энергия прорастания и лабораторная всхожесть последних были выше контроля на 4-5%, а увеличение длины корешков и ростков проростков к контрольным составило 15-17%.

Наиболее важным показателем посевных качеств семян является полевая всхожесть. Наличие в образцах поврежденных семян до 20-30% приводит к снижению полевой всхожести на 12-13%. Обработка травмированных семян полимером NaКМЦ и фунгицидом ТМТД-4 кг/т создает на поверхности семян защитную пленку, которая предохраняет семена от проникновения в травмы почвенной инфекции, в результате чего всхожесть семян улучшается на 4-6%.

Таблица 3

Влияние полимера NaКМЦ совместно с фунгицидом ТМТД на посевные качества семян и урожайность кормовых бобов сорта Янтарные (1996-1998 гг.)

Варианты опыта	Энергия прорастания семян, %	Лабораторная всхожесть семян, %	Полевая всхожесть семян, %	Урожайность, т/га
Контроль	85	91	78	2,06
Необработанные семена+10% травмированных семян	84	89	72	1,94
Необработанные семена+20% травмированных семян	80	86	66	1,89
Необработанные семена+30% травмированных семян	77	85	65	1,78
Семена, обработанные NaКМЦ+ТМТД+10% травмированных семян	87	92	76	2,01
Семена, обработанные NaКМЦ+ТМТД+20% травмированных семян	85	90	74	1,99
Семена, обработанные NaКМЦ+ТМТД+30% травмированных семян	82	90	72	1,94
НСР ₀₅				0,17

Если в общей массе семян травмированные семена составляют 10%, то урожайность кормовых бобов снижается на 0,12 т/га (5,8%). При наличии 20% травмированных семян снижение урожайности кормовых бобов составляет 0,17 т/га (9,0%). Увеличение количества поврежденных семян до 30% приводит к дальнейшему снижению урожайности на 0,28 т/га, или 15,7% к контрольному варианту.

Инкрустирование травмированных семян полимером NaКМЦ с добавлением по норме протравителя ТМТД 4 кг/т, по сравнению с необработанными травмированными семенами, способствует повышению урожайности кормовых бобов на 0,07-0,16 т/га, или 3,5-8,2%.

Выводы

1. Установлено, что полностью исключить травмирование семян кормовых бобов во время уборки, очистки и сушки практически невозможно, однако снизить степень их травмирования можно правильной регулировкой комбайна. Оптимальные режимы работы комбайна СК-5А «Нива» на уборке следующие: частота вращения барабана 450-500 мин⁻¹, зазор между декой и барабаном на входе растительной массы 38 мм, на выходе 22 мм, подача растительной массы в комбайн 3,0-4,0 кг/сек.

Для комбайна Дон-1500: обороты барабана комбайна 540 мин⁻¹, зазор между декой и барабаном 38...22 мм, скорость движения комбайна - 2,4 км/час.

2. Во время очистки и сушки кормовых бобов зерновыми сушилками следует стремиться избегать лишних перемещений семян по нориям, так как при этом происходит их травмирование до 13,9%.

3. Наличие в образцах поврежденных семян до 20 - 30% приводит к снижению полевой всхожести кормовых бобов на 12-13%. Если в общей массе семян травмированные семена составляют от 10% до 30%, то урожайность кормовых бобов снижается на 0,12-0,28 т/га к контрольному варианту. Инкрустирование травмированных семян полимером NaКМЦ с добавлением по норме протравителя ТМТД-4 кг/т, по сравнению с необработанными травмированными семенами способствует увеличению урожайности кормовых бобов на 0,07-0,16 т/га или 3,5-8,2%.

Литература

1. Ступин А.С. Основы семеноведения: Учебное пособие.: Издательство «Лань» Санкт-Петербург. Москва-Краснодар. – 2014. – С.233-236.
2. Пугачёв А.Н. Повреждение зерна машинами. Изд. – М.: «Колос». – 1976. – 319 с.
3. Лукина Е.А., Крицкий А.Н., Федотов В.А., Кадыров С.В. Семеноведение и семенной контроль: учебное пособие: под редакцией В.А. Федотова. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – 2012. – С. – 227-228.
4. Ерохин А.И. Эффективность использования биологических препаратов в предпосевной обработке семян и вегетирующих растений зернобобовых культур. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 1 (13). – С. 29-33.
5. Ерохин А.И. Эффективность применения препарата на основе лектинов зернобобовых культур в предпосевной обработке семян и вегетирующих растений гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. №2(30). – С.48-52. DOI:10.24411/2309-348X-2019-11087.
6. Путинцев А.Ф., Пьяных В.П., Ерохин А.И., Овсянников С.И. Пути снижения травмирования семян кормовых бобов во время уборки урожая. // Научно-технический бюллетень ВНИИЗБК Вып. 40,41. – Орёл. – 1994. – С. 63-66.
7. Шполянский В.Л., Майстренко А.А., Беков И.С. О снижении травмирования зерна при обмолоте комбайнами. Сб. научных трудов ВИМ. – 1987. Т-113. – С.108-113.

References

1. Stupin A.S. Osnovy semenovedeniya: Uchebnoe posobie [Fundamentals of Seed Science: Study Guide]. *Printing House «Lan'», Sankt-Peterburg. Moskva-Krasnodar*, 2014, pp. 233-236. (In Russian)
2. Pugachev A.N. Povrezhdenie zerna mashinami. Moscow, *Printing House «Kolos»*. 1976, 319 p. (In Russian)
3. Lukina E.A., Kritskii A.N., Fedotov V.A., Kadyrov S.V., Fedotov V.A. (ed). *Semenovedenie i semennoi kontrol': uchebnoe posobie* [Seed Science and Seed Control: A Study Guide]. Voronezh: FGBOU VPO Voronezhskii GAU. *Printing House Voronezh*, 2012, pp. 227-228. (In Russian)
4. Erokhin A.I. Effektivnost' ispol'zovaniya biologicheskikh preparatov v predposevnoi obrabotke semyan i vegetiruyushchikh rastenii zernobobovykh kul'tur [Efficiency of using biological preparations in pre-sowing treatment of seeds and vegetative plants of leguminous crops]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2015, no. 1(13), pp.29-33. (In Russian)
5. Erokhin A.I. Effektivnost' primeneniya preparata na osnove lektinov zernobobovykh kul'tur v predposevnoi obrabotke semyan i vegetiruyushchikh rastenii gorokha [Efficiency of using a preparation based on lectins of leguminous crops in pre-sowing treatment of seeds and vegetative pea plants]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019, no. 2(30), pp. 48-52. DOI:10.24411/2309-348X-2019-11087. (In Russian)
6. Putintsev A.F., P'yanykh V.P., Erokhin A.I., Ovsyannikov S.I. Puti snizheniya travmirovaniya semyan kormovykh bobov vo vremya uborki urozhaya [Ways to Reduce Injury to Coarse Bean Seeds During Harvesting]. *Nauchno-tehnicheskii byulleten' VNIIZBK* [Scientific and technical bulletin VNIIZBK]. Iss. 40,41. Orel. 1994, pp. 63-66. (In Russian)
7. Shpolyanskii V.L., Maistrenko A.A., Bekov I.S. O snizhenii travmirovaniya zerna pri obmolote kombainami. *Sbornik nauchnykh trudov VIM* [On the reduction of grain injury during threshing by combines. Collection of scientific papers VIM]. 1987, vol.113, pp. 108-113 (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-72-78

УДК 633.367

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ СОИ ИНОКУЛЯНТАМИ И МИКРОУДОБРЕНИЯМИ В ЦЧР

А.В. ШАБАЛКИН, кандидат экономических наук

Е.А. ДУБИНКИНА, научный сотрудник,

Н.Н. БЕЛЯЕВ, зав. отделом семеноводства

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

E-mail: tniish@mail.ru

В статье представлены результаты по изучению влияния инокуляции препаратом Нитрафикс Ж, обработки семян и растений сои различными инновационными микроудобрениями в условиях Центрального Черноземья. Исследования проводили в 2018-2020 гг. на опытном участке ТНИИСХ – филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Изучали влияние как одиночного применения препаратов Микровит St, Микровит Zn, Микровит В, так и в сочетании с инокуляцией.

Установлено, что максимальная эффективность достигается при обработке семян сои препаратом Микровит St совместно с обработкой растений тем же препаратом в фазе 6-8 листьев, действие которых усиливается при обработке семян инокулянтном.

Ключевые слова: микроудобрения, инокуляция, продуктивность, семена, соя.

EFFICIENCY OF PRE-SOWING SEED TREATMENT AND NON-ROOT FERTILIZATION OF SOYBEANS WITH INOCULANTS AND MICROFERTILIZERS IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

A.V. Shabalkin, E.A. Dubinkina., N.N. Belyaev

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

E-mail: tniish@mail.ru

Abstract: *The article presents the results of studying the effect of inoculation with Nitrafix Zh and treatment of soybean seeds and plants with various innovative microfertilizers in the conditions of the Central Chernozem region. The research was carried out in 2019-2020 at the experimental site of TNIISKH - branch of the I.V. Michurin Federal Research Center. The effect of single use of Microvit St, Microvit Zn, and Microvit B preparations, as well as in combination with inoculation, was studied. It was found that the maximum efficiency is achieved when treating soybean seeds with Microvit St together with the treatment of plants with the same preparation in the phase of 6-8 leaves, the effect of which is enhanced when the seeds are treated with inoculant.*

Keywords: microfertilizers, inoculation, productivity, seeds, soy.

В современной экономической ситуации актуализировался процесс перехода на более доходные возделываемые культуры, к которым относится и соя. Возрос спрос на соевое зерно и в связи с введением в строй перерабатывающих предприятий. Объемы производства сои в стране еще далеко не в полной мере соответствуют возросшим мощностям маслозаводов и они несут убытки из-за дефицита сырья [1].

Одной из важнейших задач интенсивных технологий в растениеводстве является увеличение производства продукции, в том числе зернобобовых культур, обеспечивающих получение высокобелкового пищевого, кормового и технического сырья [2]. Для максимальной реализации своего генетического потенциала современные сорта

сельскохозяйственных культур требуют оптимизации питания не только в отношении макроэлементов, но и микроэлементов.

Многолетняя эксплуатация земель сельскохозяйственного назначения без восполнения микроэлементного питания приводит к их значительному истощению и, как следствие, резкому снижению урожайности. Современное аграрное производство ставит перед производителями удобрений новые задачи, решение которых возможно только с появлением инновационных продуктов [3]. В настоящее время во всем мире все более расширяется применение микроудобрений как средства повышения плодородия бедных почв и эффективности использования азотных и фосфорных удобрений. Роль микроэлементов заключается также в активизации ростовых процессов растений, жизнедеятельности микроорганизмов и биоты почв.

Микроэлементы необходимы для нормального роста растений, особенно бор и молибден, которые соя выносит из почвы в 5-7 раз больше, чем зерновые злаки. Эти микроэлементы выполняют важную функцию в процессе симбиотической фиксации азота воздуха.

«Микровит» позволяет скомпенсировать безвозвратные потери микроэлементов, выносимых из почвы растениями, повысить холодо- и засухоустойчивость растений. Использование микроудобрений подобного вида является одним из основных элементов современной интенсивной технологии выращивания сельскохозяйственных культур и широко применяется в мировой практике.

В связи с этим впервые на опытном поле Тамбовского НИИСХ в 2018-2020 годах проводилось изучение влияния микроудобрений на продуктивность сои в условиях Центрального Черноземья.

Методика и условия проведения исследований.

Тамбовская область занимает северо-восточную часть Центрально-Черноземного региона. Климат области умеренно-континентальный с устойчивой зимой и преобладанием теплой, нередко полусухой погоды в летний период. Область относится к зоне неустойчивого увлажнения, о чем свидетельствует гидротермический коэффициент (ГТК) 0,9-1,1. Годовая сумма осадков составляет 475-500 мм, из них 70-75% выпадает в теплый период года [4].

Почвы – типичные мощные черноземы глинистые и тяжелосуглинистые средне окультуренные. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) – 7,0...7,5%, реакция почвенного раствора ($pH_{\text{сол.}}$) – 6,0...6,5. Тяжелосуглинистый механический состав обуславливает высокую влагоемкость и значительный запас влаги в ранневесенний период до 180-200 мм и более доступной влаги в метровом слое почвы.

В целом водно-физические свойства чернозема типичного мощного складываются вполне благоприятно, а высокая водопроницаемость создает хорошие условия для накопления влаги в почве и удовлетворения растений водой в течение вегетационного периода [5].

Исследования проводились на опытном участке отдела семеноводства. Полевые опыты закладывали по общепринятой методике с учетной площадью 10 м² в трехкратной повторности при соблюдении принятой в Тамбовской области технологии возделывания сои. Агротехнические мероприятия общепринятые. Предшественник – озимая пшеница. Объект исследований – скороспелый сорт сои краснодарской селекции Аванта. Норма высева сои – 900 тыс. всхожих зерен на 1 га.

В работе использованы следующие препараты:

Микровит St – инновационное комплексное удобрение с микроэлементами в хелатной форме для обработки семян и подкормки сельскохозяйственных культур. (Состав, г/л: азот – 30, фосфор – 1,5, калий – 24, сера – 40, железо – 30, магний – 23, марганец – 20, бор – 9, цинк – 8, медь – 8, молибден – 5, кобальт – 1).

Микровит Zn – монопрепарат, отличающийся высоким содержанием цинка, использующийся в случаях, чтобы устранить дефицит по требуемому элементу. (Состав, г/л: цинк – 80, сера – 40, азот – 17, медь – 0,25).

Микровит В – монопрепарат с высоким содержанием бора (состав, г/л: бор – 130, азот – 48).

Нитрофикс Ж – жидкий биопрепарат на основе клубеньковых бактерий, инокуляция сои которым позволяет повысить качество продукции, снизить химическую нагрузку на почву и растения, обеспечить азотом растения в критические для них фазы – бутонизации, цветения и формирования бобов, а также другие культуры севооборота, ведь остаток этого элемента в почве значительный. Минеральные удобрения этого не обеспечивают.

Респекта – биологический протравитель для подавления бактериальной и грибной инфекции на семенах, проростках и всходах сои.

Схема опыта

№ п/п	Варианты	Обработка по вегетации	Фаза вегетации
1.	Респекта (1 л/т) – фон	-	-
2.	Фон + Нитрофикс Ж (2 л/т)	-	-
3.	Фон + Микровит St (0,8 л/т)	Микровит St (0,5 л/га)	6-8 листьев
4.	Фон + Микровит St (0,8 л/т) + инокул.	Микровит St (0,5 л/га)	6-8 листьев
5.	Фон + Микровит St (0,8 л/т)	Микровит Zn (0,3 л/га)	6-8 листьев
6.	Фон + Микровит St (0,8 л/т) + инокул.	Микровит Zn (0,3 л/га)	6-8 листьев
7.	Фон + Микровит St (0,8 л/т)	Микровит В (0,8 л/га)	6-8 листьев
8.	Фон + Микровит St (0,8 л/т) + инокул.	Микровит В (0,8 л/га)	6-8 листьев
9.	Фон + Микровит St (0,8 л/т)	Микровит Zn (0,3 л/га) + Микровит В (0,8 л/га)	6-8 листьев
10.	Фон + Микровит St (0,8 л/т) + инокул.	Микровит Zn (0,3 л/га) + Микровит В (0,8 л/га)	6-8 листьев

Результаты исследований и их обсуждение

В период вегетации 2018 года (апрель-август) температурный режим превышал среднегодовое значения на $1,3^{\circ}\text{C}$, а сумма осадков была ниже на 81,1 мм и составила 154,9 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) в июне составил 0,14, а в июле – 0,46. Такие погодные условия сказались на длине вегетационного периода, массе 1000 зерен и урожайности культуры.

В 2019 и 2020 годах погодные условия для развития растений сои в целом складывались довольно благоприятно. Если в мае и июне 2019 года температура воздуха превышала среднегодовое показатели, а количество осадков было значительно ниже нормы и растения были несколько угнетены, то в июле в фазу образования бобов и налива семян температурный режим был несколько снижен, а количество осадков превысило среднегодовое показатели на 6,7 мм.

Среднемесячные температуры апреля и мая 2020 года оказались ниже среднегодовых на $0,6^{\circ}\text{C}$, осадков же выпало выше нормы. Такие факторы способствовали интенсивному росту и развитию растений сои в начале вегетационного периода.

Применение инокулянта и микроудобрений для обработки семян и растений способствовало увеличению урожайности сои, которая варьировала от 1,95 т/га до 2,85 т/га в благоприятном 2020 году. В среднем за 3 года вариант Фон + инокуляция семян превосходил по урожайности контроль на 0,15 т/га. Максимальный эффект был получен на варианте Фон + Микровит St + инокулянт с обработкой растений в период вегетации препаратом Микровит

St. При урожайности 1,96 т/га, превышение урожайности над контролем составляет 0,43 т/га или 28,1%. На варианте Фон + Микровит St (OC) + (Микровит Zn + Микровит В (OP)) с инокуляцией семян прибавка к контролю составила 0,33 т/га или 21,6%.

Масса 1000 зерен была выше на всех вариантах с обработкой семян сои инокулянтом Нитрафикс Ж (2 л/га). Более высоким данный показатель оказался на варианте Фон + Микровит St (OC+OP) с инокуляцией семян, он составил 148,7 г. Прибавка по сравнению с контролем составила 9,9 г (табл. 1).

Таблица 1

Влияние обработки инокулянтами, микроудобрениями на урожайность и массу 1000 зерен сои

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю		Масса 1000 зерен, г
		2018	2019	2020	Ср.	т/га	%	
Фон	не обр.	0,95	1,69	1,95	1,53			138,8
Фон	инокул.	0,98	1,97	2,10	1,68	0,15	9,8	144,7
Фон + Микровит St (OC+OP)	не обр.	0,97	1,89	2,20	1,69	0,16	10,5	138,9
Фон + Микровит St (OC+OP)	инокул.	1,0	2,03	2,85	1,96	0,43	28,1	148,7
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	не обр.	0,90	1,80	2,27	1,66	0,13	8,5	135,8
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	инокул.	0,95	1,97	2,54	1,82	0,29	18,9	142,4
Фон + Микровит St (OC) + Микровит В (OP)	не обр.	0,9	1,78	2,25	1,64	0,11	7,2	138,4
Фон + Микровит St (OC) + Микровит В (OP)	инокул.	0,97	1,87	2,40	1,75	0,22	14,4	143,8
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит В (OP)	не обр.	0,95	1,84	2,53	1,77	0,24	15,7	139,8
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит В (OP)	инокул.	0,98	1,90	2,70	1,86	0,33	21,6	145,8
НСР ₀₅		0,13	0,18	0,19	0,16			

Примечание: OC – обработка семян; OP – обработка растений

При использовании инокулянта и микроудобрений отмечена тенденция к изменению элементов структуры урожая сои. Анализ снопового образца показал, что наибольшая сохранность растений перед уборкой была на варианте Фон + Микровит St (OC) + (Микровит Zn + Микровит В (OP)) с инокуляцией семян перед посевом (89,3 растений на 1 м²) и на варианте Фон + Микровит St (OC+OP) + Нитрофикс Ж (88,6 растений на 1 м²). Высота растений на вариантах с обработкой семян сои инокулянтом превосходила варианты без инокуляции (от 1,5 см до 3,7 см).

Количество бобов и число семян на растении, определяют величину урожая. По данным показателям отличился вариант Фон + Микровит St (OC+OP) с инокуляцией семян. Количество бобов на растении составило 20,5 шт; число семян на растении – 39,6 шт.

В результате проведения снопового анализа была определена урожайность соломы. Наиболее высокий результат отмечен на варианте: Фон + Микровит St (OC+OP) с обработкой Нитрафиксом Ж – 20,9 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

Влияние обработки инокулянтами и микроудобрениями на элементы структуры урожая сои, среднее за 2018-2020 гг.

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Кол-во раст. на 1 м ² , шт	Высота раст., см	Кол-во бобов на раст. шт	Число семян на раст., шт	Урожай соломы, ц/га
Фон	не обр.	69,3	43,5	17,7	35,1	14,9
Фон	инокул.	75,7	47,2	18,9	38,5	16,9
Фон + Микровит St (OC+OP)	не обр.	82,7	45,9	17,3	36,3	18,3
Фон + Микровит St (OC+OP)	инокул.	88,6	47,8	20,5	39,6	20,9
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	не обр.	77,3	43,4	16,2	33,6	15,6
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	инокул.	86,7	45,0	18,7	36,5	17,5
Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	не обр.	75,3	43,4	15,8	31,4	16,7
Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	инокул.	83,3	44,9	17,1	34,6	18,7
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит B (OP)	не обр.	74,0	43,7	17,2	32,8	17,1
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит B (OP)	инокул.	89,3	46,0	19,4	37,8	19,3

После просушивания семян сои был проведен химический анализ на содержание сырого протеина и жира. При сравнении ее урожайности с зерновыми культурами она попадает в разряд низкоурожайных, но с учетом содержания белка урожай сои в 2 т/га равнозначен сборам 7-8 т/га зерна колосовых [6].

Содержание сырого протеина в зерне сои в более высоком количестве наблюдалось на вариантах с инокуляцией семян (28,0-29,2%), а также значительное влияние на увеличение белка в семенах оказывала обработка семян и вегетирующих растений микроудобрениями.

Важными показателями, характеризующими сою как ценную кормовую культуру, являются также сбор сырого протеина и жира с единицы площади. Сбор белка напрямую зависит от его содержания и уровня урожайности [7].

Наибольший сбор белка и жира в урожае сои был получен на вариантах с обработкой семян инокулянтом, максимально – на варианте Фон + Микровит St (OC+OP) – 5,7 ц/га и 4,88 ц/га соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Содержание сырого протеина и жира в зерне сои и сбор с 1 га, среднее за 2018-2020 гг.

Варианты	Инокуляция семян	Содерж. сырого протеина в семенах, %	Содержание жира в семенах, %	Сбор белка, ц/га	Сбор жира, ц/га
Фон	не обр.	25,6	23,9	3,92	3,66
Фон	инокул.	28,2	24,0	4,74	4,02
Фон + Микровит St (OC+OP)	не обр.	27,2	23,5	4,60	3,97
Фон + Микровит St (OC+OP)	инокул.	29,2	24,9	5,70	4,88
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	не обр.	27,8	23,2	4,62	3,85
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	инокул.	28,4	22,5	5,17	4,10
Фон + Микровит St (OC) + Микровит B (OP)	не обр.	27,3	22,1	4,48	3,62

Фон + Микровит St (OC) + Микровит В (OP)	инокул.	28,0	22,6	4,90	3,96
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит В (OP)	не обр	27,2	23,4	4,81	4,14
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит В (OP)	инокул.	29,0	22,9	5,43	4,26

Соя – высокорентабельная и экономически выгодная культура. Стоимость продукции по вариантам составила 52,02-66,54 тыс. руб./га, а чистая прибыль – 32,275-46,307 тыс. руб/га. Использование инновационных препаратов позволило снизить себестоимость семян на 808-2531 руб/т и увеличить уровень рентабельности на 18-65% по сравнению с контрольным вариантом (табл. 4).

Таблица 4

Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от применения микроудобрений и инокулянта

Вариант	Инокуляция семян	Стоимость вал. продукции, руб/га	Производственные затраты, руб/га	Прибыль, руб/га	Себестоимость, руб/т	Рентабельность, %
Фон	не обр.	52020	19745	32275	12905	163
Фон	инокул.	57120	19985	37135	11895	186
Фон + Микровит St (OC+OP)	не обр.	57460	20093	37367	11889	185
Фон + Микровит St (OC+OP)	инокул.	66540	20333	46307	10374	228
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	не обр.	56440	19823	36617	11942	184
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn (OP)	инокул.	61880	20063	41817	11024	208
Фон + Микровит St (OC) + Микровит В (OP)	не обр.	55760	19839	35921	12097	181
Фон + Микровит St (OC) + Микровит В (OP)	инокул.	59500	20079	39421	11474	196
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит В (OP)	не обр	60180	19849	40331	11214	203
Фон + Микровит St (OC) + Микровит Zn+ Микровит В (OP)	инокул.	63240	20089	42951	10800	214

Заключение

Выявлено положительное влияние инокуляции семян сои препаратом Нитрафикс Ж на урожайность, количественные признаки структурного анализа сноповых образцов, массу 1000 зерен, содержание сырого протеина и жира в семенах.

Установлено, что в опыте с использованием микроудобрений максимальная эффективность достигается при обработке семян сои препаратом Микровит St в дозе 0,8 л/т совместно с обработкой растений в фазу 6-8 листьев тем же препаратом в дозе 0,5 л/га, действие которого усиливается при обработке семян инокулянта. Отмечена прибавка урожая 0,43 т/га при урожайности 1,96 т/га. Также значительные результаты отмечены на варианте с обработкой вегетирующих растений монопрепаратами Микровит Zn и Микровит В. Средняя урожайность при этом составила 1,86 т/га, превышение над контролем – 0,33 т/га.

Использование вышеуказанных препаратов при возделывании сои обеспечивает снижение себестоимости и увеличение уровня рентабельности по сравнению с контрольным вариантом.

Литература

1. Ибрагимова В.И. Экономическая эффективность выращивания сои в современных условиях // Молодой ученый. – 2017. – № 1 (135). – С. 176-178.
2. Новиков В.М. Продуктивность гороха и сои в зависимости от основной обработки и минеральных удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2013. – № 2 (6). – С. 106-112.
3. Беляев Н.Н., Дубинкина Е.А. Влияние микроудобрения «Аквадон-Микро» на продуктивность сортов озимой пшеницы в условиях Тамбовской области. // Вестник ТГУ, 2012. т.17, вып. 3, – С. 1040-1042.
4. Иванова О.М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе // Агрохимический вестник – 2012. – № 5. – С. 44-47.
5. Victor Vorontsov, Yuri Skorochkin, Olga Ivanova, Alexey Shabalkin, and Elena Dudova Computation of Typical Chernozem in Long-Run Response to Primary Tillage Operations /J. Comput. Theor. Nanosci. 16, 250–254 (2019).
6. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение элементов технологии возделывания новых сортов сои Зуша и Мезенка // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1 (17). – С. 45-51.
7. Парахин Н.В., Осин А.А., Осина В.С. Влияние двойной инокуляции на симбиоз, азотфиксацию, продуктивность и качество семян сои // Вестник ОрелГАУ. – 2008. – № 3 (12). – С. 2-4.

References

1. Ibragimova V.I. Ekonomicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya soi v sovremennykh usloviyakh [The economic efficiency of growing soybeans in modern conditions]. *Molodoi uchenyi - Young scientist*, 2017, no. 1 (135), pp. 176-178. (In Russian)
2. Novikov V.M. Produktivnost' gorokha i soi v zavisimosti ot osnovnoi obrabotki i mineral'nykh udobrenii [Productivity of peas and soybeans, depending on the main tillage and mineral fertilizers]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, no. 6 (2), 2013, pp. 106-112. (In Russian)
3. Belyaev N.N., Dubinkina E.A. Vliyanie mikroudobreniya «Akvadon-Mikro» na produktivnost' sortov ozimoi pshenitsy v usloviyakh Tambovskoi oblasti [Influence of microfertilizer "Akvadon-Micro" on the productivity of winter wheat varieties in the Tambov region]. *Vestnik TGU*, 17, 3, 2012, pp.1040-1042. (In Russian)
4. Ivanova O.M. Otsenka vliyaniya azotnykh udobrenii na produktivnost' sortov ozimoi pshenitsy na tipichnom chernozeme [Evaluation of the impact of nitrogen fertilizers on the productivity of winter wheat varieties on a typical chernozem]. *Agrokhimicheskii vestnik*, no.5 - 2012, pp. 44-47. (In Russian)
5. Victor Vorontsov, Yuri Skorochkin, Olga Ivanova, Alexey Shabalkin, and Elena Dudova Computation of Typical Chernozem in Long-Run Response to Primary Tillage Operations /J. Comput. Theor. Nanosci. 16, 250-254 (2019).
6. Akulov A.S., Vasil'chikov A.G. Izuchenie elementov tekhnologii vzdelyvaniya novykh sortov soi Zusha i Mezenka [Study of the elements of the technology of cultivation of new varieties of soybeans Zusha and Mezenka]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no.1 (17), pp.45-51. (In Russian)
7. Parakhin N.V., Osin A.A., Osina V.S. Vliyanie dvoynoi inokulyatsii na simbioz, azotfiksatsiyu, produktivnost' i kachestvo semyan soi [Effect of double inoculation on symbiosis, nitrogen fixation, productivity and quality of soybean seeds]. *Vestnik OrelGAU*, 2008, no. 3 (12), pp. 2-4. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-79-88

УДК 633.85

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Л.П. СИЛАЕВА, доктор экономических наук, профессор,

ORCID.org/0000-0003-4094-8261

E-mail: prognos@mail.ru

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ И
СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ – ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

Семена масличных культур являются основным источником получения растительных масел в стране. Разнообразие ее природно-экономических условий позволяет возделывать подсолнечник, сою, горчицу, рапс, лен-кудряш, клеверину. Пищевые масла в основном получают из семян подсолнечника, сои и рапса, семена других масличных растений перерабатываются в небольших объемах. При этом производство семян масличных культур выросло в 2,4 раза и в 2019 г. составило 22,8 млн тонн. В структуре их валового сбора на подсолнечник приходится 66,1%, сои – 20 и рапса – 11%. Для всех масличных культур характерно увеличение урожайности и посевных площадей.

Ключевые слова: посевные площади, валовой сбор, урожайность, подсолнечник, соя, лен, климатический фактор, размещение, качество масличного сырья, зоны возделывания, семенной материал.

SPATIAL ORGANIZATION OF OILSEEDS PRODUCTION

L.P. Silaeva, ORCID.org/0000-0003-4094-8261, E-mail: prognos@mail.ru

FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF AGRARIAN ECONOMICS AND SOCIAL
DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES – ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE
OF AGRICULTURAL ECONOMICS

Abstract: *Oilseeds are the main source of vegetable oils in the country. The variety of its natural and economic conditions allows the cultivation of sunflower, soybeans, mustard, rapeseed, etc. Edible oils are mainly obtained from sunflower seeds, soybeans and rapeseed, while the seeds of other oil plants are processed in small quantities. At the same time, the production of oilseeds increased 2.4 times and in 2019 amounted to 22.8 million tons. In the structure of their gross harvest, sunflower accounts for 66.1%, soybeans - 20 and rapeseed - 11%. All oilseeds are characterized by an increase in yield and acreage.*

Keywords: sown areas, production, yield, sunflower, soybeans, flax, climatic factor, placement, quality of oilseeds, cultivation zones, seed material.

Введение

При наличии значительной дифференциации регионов страны по социально-экономическому развитию, эффективности ведения сельского хозяйства и уровню обеспеченности населения продовольствием, с одной стороны, сохраняются и даже усиливаются неоправданные социально-экономические различия и перекосы в пространственной организации отрасли, а с другой – происходит чрезмерная концентрация социального, экономического и особенно аграрного потенциалов, а также объемов производства сельскохозяйственной продукции в относительно небольшом количестве

регионов, как правило, с более высоким биоклиматическим потенциалом, сосредоточением высокодоходных хозяйств и близко расположенными рынками сбыта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья.

Применительно к современным условиям пространственное развитие сельского хозяйства страны представляет собой, хотя и нечетко выраженную, но относительно взаимосвязанную специализацию ее отдельных регионов на производстве тех или иных видов сельскохозяйственной продукции, объемы, интенсивность и направления товарных и денежных потоков которых в основном обусловлены, с одной стороны, спросом и предложением, а с другой – возможностями и эффективностью государственного регулирования отдельных продуктовых сегментов внутреннего агропродовольственного рынка. Оно постоянно изменяется под совокупным и одновременным воздействием и взаимодействием процессов рационального размещения, углубления специализации и усиления концентрации прежде всего производства тех видов сельскохозяйственной продукции в регионах, где экономические и особенно природные условия для них наиболее благоприятны.

Цель данной статьи – раскрыть основные направления размещения производства масличных культур, показать современное состояние пространственной организации производства семян подсолнечника, сои, льна.

Материалы и методы исследований

При проведении исследования применялись следующие методы: абстрактно-логический, монографический, расчетно-конструктивный, сравнительного анализа.

Результаты и их обсуждение

В 2019 г. в стране объем производства масла растительного достиг 6,7 млн т, в том числе подсолнечного – 5,3 млн т (табл. 1). В результате самообеспеченность растительным маслом составила 175,9% при пороговом значении Доктрины продовольственной безопасности 90%. Объем потребления растительного масла в расчете на душу населения составил 14 кг при рекомендуемой норме 12 кг. Рынок растительного масла обеспечен отечественной продукцией в полном объеме. Для поддержания конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей и расширения внешних рынков сбыта их продукции необходимо и дальше наращивать производство семян масличных культур.

Таблица 1

Баланс ресурсов и использования растительного масла в Российской Федерации, тыс. т

Показатели	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
Ресурсы – всего	6016,2	6491,8	7214,6	7522,8	8609,2
Запасы на начало года	356,6	301,8	452	275,2	532,6
Отечественное производство ¹⁾	4659,9	5198,9	5728,1	5950,2	6697,8
в том числе подсолнечное	3693,5	4217	4645,3	4642,8	5328,2
Импорт	999,7	991,1	1034,5	1297,9	1378,8
в том числе тропическое	980,0	975,6	964,5	1124,8	1150,2
Использование – всего	5714,4	6039,8	6939,4	6990,2	8219,2
Производственные цели	1722,7	1641,6	1690,8	1725,0	1750,9
Экспорт	2000,6	2393,9	3208,0	3208,9	4412,0
в том числе: подсолнечное	н.д.	н.д.	2326,9	2109,5	3092,8
соевое	н.д.	н.д.	521,1	563,8	601,5
рапсовое	н.д.	н.д.	296,0	473,8	668,1
прочие масла	н.д.	н.д.	64,0	61,8	62,0
Личное потребление	1991,1	2004,3	2040,5	2056,3	2056,3
Запасы на конец отчетного года	301,8	452,0	275,0	532,6	390,0

¹⁾ Включая масло кукурузное.

В России выращивают различные **масличные культуры**, основными из которых являются подсолнечник, рапс, соя, лен масличный, рыжик, горчица, сафлор.

В 2016-2019 гг. по сравнению с 2001-2005 гг. посевные площади всех видов масличных культур в стране увеличились в 2,4 раза, валовой сбор в 3,6, урожайность – в 1,5 раза. Посевная площадь масличных культур составила 14,6 млн га. Основной масличной культурой, возделываемой в стране, является **подсолнечник**, который занимает 58,7% посевных площадей, отведенных под масличные культуры. На его долю приходится 67,5% их валового сбора (табл. 2).

Таблица 2

**Производство семян основных видов масличных культур
в Российской Федерации**

Наименование культур	Годы								2016-2019 гг. к 2001-2005 гг., раз
	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016	2017	2018	2019	2016-2019	
Посевная площадь, тыс. га									
Масличные культуры – всего	5617	8007	10872	12320	12630	13941	14615	13377	2,4
в том числе: подсолнечник	4734	6206	7072	7607	7994	8160	8584	8086	1,7
соя	554	890	1680	2237	2636	2949	3079	2527	4,6
рапс яровой – кольза	142	525	936	882	851	1387	1357	1119	7,9
рапс озимый	59	154	188	98	154	189	191	158	2,7
лен-кудряш	21	136	547	709	569	746	816	710	33,8
Валовой сбор, тыс. т									
Масличные культуры – всего	5253	7972	12536	16271	16497	19525	22769	18766	3,6
в том числе: подсолнечник	4496	6311	8834	11015	10481	12756	15379	12408	2,8
соя	467	873	1989	3143	3622	4027	4560	3338	8,2
рапс яровой – кольза	107	388	791	834	1171	1644	1640	1322	12,4
рапс озимый	93	260	312	167	339	344	420	316	3,4
лен-кудряш	17	100	311	665	603	551	651	618	36,3
Урожайность (с убранной площади), ц/га									
Масличные культуры - всего	9,9	11,1	12,5	13,9	14,1	14,7	17,5	15,1	1,5
в том числе: подсолнечник	9,9	11,2	13,3	15,1	14,5	16,0	18,3	16,0	1,6
соя	10,1	9,9	12,7	14,8	14,1	14,7	15,7	14,8	1,5
рапс яровой – кольза	8,4	9,5	10,0	10,2	14,5	12,4	13,2	12,6	1,5
рапс озимый	15,8	17,2	17,1	18,2	22,7	19,8	22,6	20,8	1,3
лен-кудряш	8,0	17,9	8,7	10,4	11,6	8,5	7,8	9,2	1,1

Специфика развития производства семян масличных культур заключается в высоких требованиях к почвенно-климатическим условиям возделывания. Поэтому от географического расположения регионов выращивания и почвенно-климатических условий зависят качество и состав масла. Из климатических факторов наибольшая роль принадлежит температурному режиму. Например, подсолнечник возделывается в районах, где сумма климатических температур составляет от 1900 до 2500°C и более. В условиях теплого климата в растительном масле увеличивается содержание насыщенных кислот, такое масло характеризуется низким йодным числом.

Регионы выращивания масличных культур можно разделить на пять зон. Первая – с наиболее благоприятными условиями, куда входят Предкавказская лесостепная и степная зоны. Зону с благоприятными условиями определяет среднерусская лесостепная, а со среднеблагоприятными – Предуральская, Манычско-Донская сухостепная и Южнорусская степная зоны. Для Заволжской лесостепной и степной, Западно-Предалтайской зон характерны малоблагоприятные условия для возделывания масличных культур. Дальневосточная Амуро-Уссурийская Южнотаежная лесная зона относится к зоне с преобладанием выращивания сои.

К особенностям размещения производства семян масличных культур относится выполнение требований к качеству масличного сырья, которое должно иметь высокое содержание жира, определяющее ряд особенностей, свойственным всем масличным культурам и являющееся основой качества их семян: влажность, цвет и запах, засоренность, лузжистость, массовая доля и качество жира.

Преобладающей составной частью семян масличных культур является жир, содержание которого в семенах отдельных культур зависит от видовых, сортовых особенностей, места и условий произрастания, технологии возделывания растений, времени созревания, уборки и других факторов, при которых семена одного и того же сорта могут содержать в отдельные годы или в разных регионах выращивания большее или меньшее количество жира.

Подсолнечник предъявляет сравнительно высокие требования к почвенно-климатическим условиям возделывания. От географического расположения регионов возделывания этой культуры в значительной мере зависят качество и состав масла. Подсолнечник возделывают в районах, где сумма климатических температур составляет от 1900 до 2500°C и более. В условиях теплого климата в растительном масле увеличивается содержание насыщенных кислот, такое масло характеризуется низким йодным числом, в условиях же холодного климата в составе масла повышается содержание ненасыщенных кислот и йодное число масла. Подсолнечник требователен к влаге, хотя обладает высокой засухоустойчивостью благодаря развитой корневой системе и способности при засухе переносить значительное обезвоживание тканей.

Подсолнечник предъявляет определенные требования к агротехнике возделывания, которая должна соответствовать региону его выращивания. Он подвержен поражению находящейся в почве серой и белой гнили, заражению мучнистой росой. В связи с тем, что данные патогены могут сохраняться в почве длительное время, подсолнечник в севообороте нужно выращивать на прежнем месте не ранее, чем через 8-10 лет. Это не позволяет возделывать подсолнечник в узкоспециализированных предприятиях, удельный вес посевов подсолнечника в которых превышает 10-12% посевных площадей.

К особенностям производства семян масличных культур относятся соблюдение сроков и способов их уборки, влияющих на масличность семян. Регионы с различными погодными условиями имеют разные сроки созревания и способы уборки.

Соя является самой высокобелковой культурой, она пригодна для производства как кормового, так и пищевого белка. Она содержит большое количество полноценного белка (до 40%) в сочетании со значительным содержанием жира (от 17% и более) и хорошо усваивается. Поэтому соя не только бобовая, но и масличная культура. Соевые бобы и продукты из них широко применяются в пищевой, кондитерской, масложировой, дрожжевой, комбикормовой, парфюмерной, химической отраслях и в медицине.

Основное производство семян сои сосредоточено в Амурской области, Приморском и Краснодарском краях. В Южном федеральном округе почвенно-климатические условия для

сои более благоприятны и можно получать урожайность в 1,5-2,0 раза выше, чем на Дальнем Востоке. По требованиям к ресурсам тепла и влаги соя близка к подсолнечнику и кукурузе, ее можно успешно возделывать в регионах Северного Кавказа, Поволжья, Центрального Черноземья, юга Предуралья и Западной Сибири.

Благодаря созданию сортов северного экотипа (Магева, Светлая, Окская, Касатка) соя может успешно выращиваться и в Московской, Тверской, Рязанской, Калужской, Смоленской, Ивановской, Владимирской, Костромской и Ярославской областях. Ареал распространения сои в европейской части страны простирается от 42 до 58° северной широты и от 32 до 60° восточной долготы.

Биологические **особенности рапса** позволяют выращивать его во всех земледельческих регионах страны, чего нельзя сказать о подсолнечнике и сое.

Семена масличных культур являются основным источником получения растительных масел в стране. Разнообразие природно-климатических условий позволяет возделывать подсолнечник, сою, горчицу, рапс, лен-кудряш, клещевину, сафлор. Подсолнечник, являясь высокодоходной и основной масличной культурой и в силу его биологических особенностей возделывания широко распространен как в регионах достаточного увлажнения (Краснодарский край), так и в засушливых регионах Поволжья, Урала, Сибири.

Выращиванию сои способствуют благоприятные природные условия муссонного климата Приморского и Хабаровского краев, Амурской области и Еврейской автономной области. Размещение ее посевов в Саратовской, Волгоградской и Ростовской областях возможно при орошении.

Рапс яровой высевается на небольших площадях регионов южной части Нечерноземной зоны, а также Центрального Черноземья, Поволжья, юга Западной Сибири. Посевы озимого рапса сосредоточены в Ставропольском, Краснодарском краях и Калининградской области.

Посевы подсолнечника целесообразно сконцентрировать в наиболее благоприятных для его возделывания регионах Центрального Черноземья, Поволжья, Северного Кавказа, Урала и Западной Сибири. В более северных регионах для его выращивания должны применяться только раннеспелые сорта и гибриды.

Расширение посевных площадей и увеличение производства семян сои возможно в основном за счет регионов Дальнего Востока, Центрального Черноземья и Северного Кавказа, а рапса – регионов Нечерноземной зоны, Поволжья и Сибири.

В годы рыночных преобразований **льноводство** оказалось в числе первых среди подотраслей сельского хозяйства по глубине падения производства. В силу разного рода внутренних причин многие льносеющие регионы и хозяйства, особенно Нечерноземья, перестали возделывать лен-долгунец. Ликвидация льноводства негативно отразилась не только на ведении сельского хозяйства, но и на состоянии сельских территорий, превратив многие из них в бесплодные зоны.

Высокие требования льна-долгунца к почве, влажности и климату накладывают значительные ограничения на ареалах его возделывания. Наилучшие условия для выращивания культуры имеются в зоне умеренного климатического пояса, к которой относятся северные регионы Центрального и юга Северо-Западных федеральных округов, а также юга Урала и Западной Сибири. Например, Нечерноземье с его умеренным и влажным климатом, длительным вегетационным периодом обеспечивает благоприятные условия для формирования высокого урожая льна-долгунца. В Европейской части страны южная граница его возделывания соответствует границе влажной агроклиматической зоны.

Жесткие требования льна-долгунца к плодородию почвы, соблюдению специализированных севооборотов, подбору сортов, производству и подготовке семян к посеву, применяемой системе удобрений, обработке посевов, постоянной борьбе с сорняками и вредителями растений, сложности в уборке урожая, первичной подработке и промышленной переработке продукции требуют не только соблюдения технологической дисциплины, но и специального комплекса машин, особенно специализированной техники.

Кроме того, льноводство, имея высокую трудоемкость и ресурсоемкость производства продукции, отличается сравнительно продолжительным сроком окупаемости инвестиций, высокими рисками и значительной зависимостью от конъюнктуры внутреннего и внешнего рынков. Поэтому для эффективного развития льноводства ему необходима государственная поддержка, учитывая его стратегическую важность для страны.

В современных условиях лен-долгунец остался основным отечественным источником волокнистого сырья, поскольку хлопок уже как много лет перешел в разряд импортного сырья, который в его основных странах-экспортерах стал преимущественно перерабатываться на продукцию с высокой добавленной стоимостью. В продукции льноводства не только нуждается текстильная промышленность, но и другие отрасли экономики, включая медицину, космос, автомобилестроение, военно-промышленный комплекс, особенно для получения высококачественного пороха.

До последнего времени усилия селекционеров были направлены преимущественно на создание тонковолокнистых сортов льна-долгунца с высокой прядильной способностью для текстиля. Однако необходимы его специализированные сорта с новыми высококачественными характеристиками, отвечающими требованиям высокотехнологичных отраслей экономики. Кроме того, следует учитывать прямое положительное воздействие развития льноводства на уровень и устойчивость экономики льносеющих регионов, особенно сельских территорий, и ряда отраслей, связанных с переработкой льняного сырья и обеспечения льноводства производственными ресурсами.

В 2013-2019 гг. в стране среднегодовое производство льноволокна составляло 38,8 тыс. т с колебаниями от 36,7 тыс. т в 2018 г. до 45,2 тыс. т в 2015 г. Сложившийся уровень производства льноволокна более чем втрое был ниже показателя 1986-1990 гг., когда его объем составлял 124,0 тыс. тонн. Если в 2013-2019 гг. посевы льна-долгунца занимали 47,6 тыс. га с колебаниями от 44,8 тыс. га в 2018 г. до 55,2 тыс. га в 2013 г., то в дореформенный период – 481,0 тыс. га, или превышали их современный уровень почти на порядок. Особенно резко (в 16,2 раза) сократились посевы льна-долгунца по десяти льносеющим регионам Нечерноземья, где раньше размещалось 87,6% площади российского льняного поля. Отдельные регионы практически ликвидировали льноводство со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями для развития сельского хозяйства.

Несмотря на рост урожайности льна-долгунца в переводе на волокно, которая достигла 8,2 ц/га и превысила в 3,2 раза уровень 1986-1990 гг., когда она равнялась 2,6 ц/га, ее уровень остается в 1,5-2,5 раза ниже стран-лидеров в производстве льноволокна, а его трудоемкость – в 4-5 раз выше. В мировом производстве льноволокна доля России не превышает 5%, а ее удельный вес в мировой торговле льняной продукцией оценивается на уровне 0,5%. В то время, как крупнейшие страны по производству льняного волокна и изделий из него (Китай, Франция, Бельгия, Белоруссия) наращивают их объемы. Она теряет свое положение в мире. Если в мире льноводство развивается ускоренными темпами, то в России оно продолжает находиться в кризисе.

За последние 30 лет в стране закрылось две трети текстильных предприятий, перерабатывающих лен, а из оставшихся многие перешли на импортное сырье. Из 67 льносеменоводческих станций, построенных в 1975 г., работает только 12. При этом четвертая часть посевной площади льна-долгунца засеивается семенами иностранных сортов, а семенами массовых репродукций – большая часть его посевов. Семеноводческие хозяйства обеспечены сушильными и семеочистительными комплексами только на 20%. В результате урожайность льна-долгунца в 2-3 раза ниже ее потенциального уровня, низким остается его качество (9-10 номера).

В 2013-2019 гг. в стране две трети объема производства льноволокна приходились на Омскую, Тверскую, Смоленскую и Нижегородскую области, Алтайский край и Удмуртскую Республику. Доля этих льносеющих регионов в общей площади посевов льна-долгунца в стране составляла 56,7%, а его урожайность – 9,6 ц/га и превышала ее среднероссийский уровень на 17,1%. Тверская, Смоленская и Омская области имели самый высокий

коэффициент специализации при производстве льноволокна, который составлял соответственно 14,4; 14,3 и 10,8.

Среди 5 федеральных округов, возделывающих лен-долгунец, на долю Центрального округа приходилось 35,5% всего его объема производства в стране, Сибирского – 29,9%, Приволжского – 20,7, Северо-Западного – 9,7 и Уральского – 4,2%. В производстве льноволокна возросла доля льносеющих регионов Центрального и Приволжского федеральных округов и снизилась – Сибирского федерального округа.

В последние годы в стране происходит сокращение количества льносеющих хозяйств, но одновременно увеличивается размер посевной площади посевов льна-долгунца в расчете на хозяйство, о чем свидетельствуют данные двух Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 гг. Так, за этот период количество сельскохозяйственных организаций, возделывающих лен-долгунец, сократилось в 3,7 раза, а его средний размер площади, приходящийся на организацию, увеличился с 165,3 до 308,6 га, или в 1,9 раза. Количество крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей также уменьшилось в 1,7 раза, но одновременно расширились посевы льна-долгунца в расчете на одно хозяйство с 69,0 до 233,9 га, или в 3,4 раза. Таким образом, в стране происходит процесс укрупнения посевов льна-долгунца как за счет расширения его посевов, так и их ликвидации, что свидетельствует о неуклонной тенденции концентрации производства продукции льноводства.

За десятилетний период в сельскохозяйственных организациях регионов-лидеров по производству в стране льноволокна средний размер посевов льна-долгунца увеличился с 144,1 до 324,9 га, или в 2,3 раза, а в крестьянских (фермерских) хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей – с 63,8 до 261,2 га, или в 4,1 раза. Такая тенденция укрупнения посевов льна-долгунца в этих регионах свидетельствует о более ускоренном процессе их расширения в расчете на одно хозяйство.

Кроме волокна еще одной продукцией льна-долгунца являются семена, валовой сбор которых в стране составляет около 8 тыс. тонн. Хотя основным производителем льносемян остаются сельскохозяйственные организации, но их доля имеет неуклонную тенденцию к снижению за счет увеличения удельного веса крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей, который повысился с 22,5% в 2013 г. до 40,7% в 2018 г.

В 2013-2018 гг. в стране производством семян льна-долгунца занимались 29 регионов, что на 12 регионов больше, возделывающих эту культуру для получения льноволокна. Основными производителями семян льна-долгунца являются Курганская (21,5%), Омская (7,0%), Смоленская (6,8%), Тверская (4,4%) области и Удмуртская Республика (4,3%), на долю которых приходится 44,0% их общего валового сбора.

В 2018 г. во всех льносеющих регионах производство льноволокна было убыточным. В среднем по стране уровень его убыточности составлял 57,3% с колебаниями от 21% в Нижегородской области до 82% в Брянской области. При средней себестоимости производства льноволокна 24313 руб./т ее уровень колебался от 7830 руб./т в Нижегородской области до 115800 руб./т в Вологодской области. Значительными были различия и в уровне цены реализации льноволокна. Так, при средней цене его реализации по стране 10390 руб./т, самой высокой она была в Удмуртской Республике – 35808 руб./т, а наиболее низкой – в Нижегородской области – 3150 руб./т.

По сравнению с убыточным производством льноволокна производство семян льна-долгунца выгодно, уровень рентабельности которых в 2018 г. составлял 33,8%. Как и по льноволокну, себестоимость и цена реализации, а также уровень рентабельности и убыточности производства семян льна-долгунца имеют высокую региональную волатильность. Однако в целом производство продукции льноводства убыточно, уровень его убыточности равнялся 17,9%, что является одной из самых основных причин возрождения российского льняного комплекса. При этом рентабельность льнозаводов составляет 6% при выработке пряжи – 14% и ткани – 20%, а рентабельность швейных фабрик достигает 30%. При выходе льноволокна из льна-долгунца около 40% разница между ценой закупки льнозаводами

льна-долгунца и ценой продажи льноволокна, подготовленного для прядения, составляет почти 90%.

В 2017 г. в России объем рынка льноволокна, подготовленного для прядения, составлял 768 млн руб., из которых на внутреннее производство приходилось 72%. Объем рынка льняной пряжи достиг 642 млн руб., из них на внутреннее производство приходилось 52%. При этом в структуре производства льняных тканей доля бельевых, одежных и полотенежных тканей составляла только половину. Объем рынка льняной ткани составлял 1409 млн руб., из которых на ткань, с долей льна не менее 85% приходилось 46%. В Россию импортируются в основном льняные ткани высокого качества, цена на которые превышает цену экспорта и цену производителей.

Преодоление убыточности ведения льноводства и развития льняного комплекса в стране связано с решением, в частности, таких задач, как:

- относительно низкое качество отечественной льнотресты вследствие технологической отсталости льноводства и его устаревшей материально-технической базы, которые снижают конкурентоспособность российской продукции на внутреннем и мировом рынках;

- неустойчивость и высокзатратность производства продукции льноводства и нестабильность рынков ее сбыта из-за низкого спроса на нее ввиду высокой дороговизны, а также неразвитости горизонтальной и вертикальной кооперации, разорванности производственных цепочек при прохождении льнопродукции «от поля до прилавка»;

- хронический дефицит квалифицированных кадров и кризис в сфере подготовки специалистов для предприятий льняного комплекса;

низкое качество семенного материала из-за неотлаженности системы семеноводства и его слабой материально-технической базы, а также практически полное отсутствие современных специализированных средств механизации и высокотехнологичных перерабатывающих мощностей;

- нестабильность экономики льноводства, связанная с неустойчивостью производства ее продукции, высокой трудоемкостью и себестоимостью и значительными колебаниями цен реализации, а также неопределенность целевого финансирования государственных мер поддержки, уровень которой при убыточном ведении подотрасли остается сравнительно низким.

Согласно данным Минсельхоза России, в 2030 г. площадь возделывания льна-долгунца в стране составит 167 тыс. га, а производство льноволокна может возрасти до 200 тыс. т, из которых почти половина его объема необходима для текстильной промышленности и примерно столько же требуется для производства целлюлозы разного использования, включая 30 тыс. т для нужд военно-промышленного комплекса и других высокотехнологичных отраслей экономики. С увеличением внутреннего производства будет неуклонно возрастать и экспорт льняной продукции.

Для развития льноводства в стране как основы эффективного функционирования ее льняного комплекса необходимо:

- разработать и включить в структуру Государственной программы подпрограмму развития льняного комплекса страны с целевым финансированием на срок ее действия и с последующим продлением, стержневой основой которой должно стать повышение конкурентоспособности продукции льноводства;

- включить льноводство в перечень перспективных экономических специализаций территорий, прилагаемый в Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года, льносеющие регионы Нечерноземной зоны, что будет способствовать возрождению льноводства, которое положительно отразится на социально-экономическом положении льносеющих регионов Нечерноземья, придаст дополнительный импульс устойчивому развитию их сельского хозяйства и сельских территорий;

- сконцентрировать производство продукции льна-долгунца преимущественно в регионах с более благоприятными для возделывания этой культуры почвенно-

климатическими условиями, к которым в первую очередь следует отнести Смоленскую, Тульскую, Вологодскую, Нижегородскую, Ярославскую и Омскую области, Удмуртскую Республику и Алтайский край. Относительно обширный ареал возделывания льна-долгунца при использовании новейших технологий позволяет обеспечить более устойчивый уровень его урожайности, поскольку негативные погодные факторы, как правило, проявляются не на всей территории льносеющей зоны;

– создать межрегиональные межотраслевые кластеры по возделыванию льна-долгунца и глубокой переработке льноволокна, которые помогут синхронизировать всю технологическую цепочку от подготовки почвы и посева до производства готовой продукции, преодолеть межведомственную разобщенность технически сопряженных сельскохозяйственных и промышленных производств;

– предоставить возможность получения долгосрочных льготных кредитов по ставке 2-3% и льготных кредитов до 15 лет для всей льняной подотрасли, осуществить субсидирование капитальных затрат, а также увеличить несвязанную поддержку для льносеющих хозяйств и государственную поддержку отечественных производителей посевной и льноуборочной техники и техники для первичной и более глубокой переработки льна;

– организовать всероссийский центр подготовки и повышения квалифицированных кадров для предприятий льняного комплекса страны.

Развитие льноводства и всего льняного комплекса должно опираться как на отечественный опыт, так и на достижения льносеющих зарубежных стран. В этом плане, например, интересен опыт Китая, который являясь крупным производителем льна-волокна, предпочитает быть его импортером. На Китай приходится 62% мирового импорта льноволокна, но одновременно он экспортирует 60% объема пряжи и занимает 45% объема мирового рынка швейной продукции. Поэтому в России развитие льноводства будет определяться не только возможностями непосредственно самих льносеющих регионов и хозяйств, но и главным образом отношением государства к развитию всего льняного комплекса страны. Однако в силу разных объективных причин приоритет должен быть отдан развитию льноводства, особенно в тех регионах и хозяйствах, которые прежде всего располагают всеми необходимыми почвенно-климатическими условиями для возделывания именно этой исконно русской культуры.

Литература

1. Алтухов А.И. Методология исследования территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве России // Экономика сельского хозяйства России. – 2013. – № 12. – С. 44-54.
2. Алтухов А.И. Пространственная организация зернового производства в стране – основа его развития // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. - № 6. – С. 64-75.
3. Алтухов А.И. Размещение и специализация сельского хозяйства – основа его пространственного развития // Научные труды Вольного экономического общества России, 2019. – Т. 216, № 2. – С. 272-282.
4. Методология рационального размещения и углубления специализации агропромышленного производства: монография / А.И. Алтухов, Л.Б. Винничек, Л.П. Силаева [и др.] - Душанбе: Ирфон, 2016. – 152 с.
5. Научные основы схемы размещения и специализации сельскохозяйственного производства: монография / А.И. Алтухов, Л.Б. Винничек, Л.П. Силаева [и др.]. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2019. – 165 с.
6. Основные направления регионального размещения и специализации агропромышленного производства в России: монография / А.И. Алтухов, А.И. Трубилин, В.И. Гайдук [и др.]. М.: ГНУ ВНИИЭСХ, Краснодар: КубГАУ, 2014. – 183 с.
7. Размещение и специализация сельскохозяйственного производства: проблемы и пути их решения: монография / А.И. Алтухов, Р.В. Солошенко, Л.П. Силаева [и др.]. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2014. – 202 с.
8. Силаева Л.П., Меньшова А.Е. Размещение отраслей растениеводства по природно-экономическим зонам – основа развития кооперации и повышения эффективности производства // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2020. – № 2. – С. 19-24.

References

1. Altukhov A.I. Methodology for the study of territorial-sectoral division of labor in the agro-industrial production of Russia // Economy of agriculture of Russia, 2013, no 12. – pp. 44-54.
2. Altukhov A.I. Spatial organization of grain production in the country - the basis for its development // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy, 2020, no 6. - pp. 64-75.

3. Altukhov A.I. Location and specialization of agriculture - the basis of its spatial development // Scientific works of the Free Economic Society of Russia, 2019. - V. 216, no 2. - pp. 272-282.
4. Methodology of rational placement and deepening of specialization of agroindustrial production: monograph / A.I. Altukhov, L.B. Vinnichuk, L.P. Silaeva [and others] - Dushanbe: Irfon, 2016. - 152 p.
5. Scientific foundations of the layout and specialization of agricultural production: monograph / A.I. Altukhov, L.B. Vinnichuk, L.P. Silaeva [and others]. - Kursk: Publishing house Kursk. State s.-kh. ac., 2019. - 165 p.
6. The main directions of regional placement and specialization of agro-industrial production in Russia: monograph / A.I. Altukhov, A.I. Trubilin, V.I. Gaiduk [and others]. - Moscow.: GNU VNIIESH, Krasnodar: KubGAU, 2014. - 183 p.
7. Placement and specialization of agricultural production: problems and solutions: monograph / A.I. Altukhov, R.V. Soloshenko, L.P. Silaeva [and others]. - Kursk: Publishing house Kursk. State s.-kh. ac., 2014. - 202 p.
8. Silaeva L.P., Menshova A.E. Placement of plant growing industries in natural and economic zones is the basis for the development of cooperation and increasing production efficiency / L.P. Silaeva, A.E. Menshova // Fundamental and Applied Research of the Cooperative Sector of the Econom, 2020, no 2. - pp. 19-24.

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-89-98

УДК 633.171:631.527

ПРОДУКТИВНОСТЬ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ МОРФОТИПОВ ПРОСА

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

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

Г.В. ЧЕВЕРДИНА, кандидат биологических наук, ORCID ID 0000-0003-4656-5421

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»

E-mail: niish1c@mail.ru

В статье представлены результаты исследований, проведенных в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона в 2018-2020 гг. Дана характеристика различных морфотипов проса по комплексу хозяйственно ценных признаков, биологических свойств и морфологическим показателям в фазу «полной спелости», а также по морфофизиологическим показателям в фазу «цветения». По результатам комплексной оценки нами выделен наиболее оптимальный морфотип проса для селекции сортов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона. Это краснозерный образец проса Сангвинеум 24-018 со сжатой формой метелки, с прямостоячими листьями, с длинным верхним междоузлем, со слабой поникаемостью метелки. У этого образца были высокие урожайность, продуктивность метелки, селекционные индексы. Сангвинеум 24-018 характеризовался средним вегетационным периодом (85-87 дней), крупными верхними слабо пониклыми листьями, плотной поникающей метелкой, высокой устойчивостью к полеганию. Во все годы исследований Сангвинеум 24-018 выделялся по величине индекса интенсивности в фазу «цветения», а также по площади листовой поверхности и доли метелки в сухой массе побега.

Ключевые слова: просо, селекция, сорт, продуктивность, селекционные индексы, морфофизиологические показатели, морфотип.

PRODUCTIVITY AND MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS DIFFERENT MORPHOTYPES OF MILLET

A.Ju. Surkov, I.V. Surkova, G.V. Cheverdina

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

Abstract: *The article presents the results of research conducted in the conditions of the south-east of the Central Chernozem region in 2018-2020. The characteristics of various morphotypes of millet are given according to the complex of economically valuable traits, biological properties and morphological indicators in the "full ripeness" phase, as well as according to morphophysiological indicators in the "flowering" phase. According to the results of a comprehensive assessment, we have identified the most optimal morphotype of millet for the selection of varieties adapted to the conditions of the Central Chernozem region. This is a red-grain sample of millet Sanguineum 24-018 with a compressed panicle shape, with erect leaves, with a long upper internode, with a weak drooping panicle. This sample had high yields, panicle productivity, and breeding indices. Sanguineum 24-018 was characterized by an average vegetative period (85-87 days), large upper slightly drooping leaves, dense drooping panicle, and high resistance to lodging. In all the years of research, Sanguineum 24-018 was distinguished by the intensity index in the "flowering" phase, as well as by the leaf surface area and the proportion of the panicle in the dry mass of the shoot.*

Keywords: millet, selection, variety, productivity, selection indexes, morphophysiological indicators, morphotype.

Введение

На современном этапе селекции проса решающее значение имеет реализация потенциальных возможностей культуры в обеспечении высоких и стабильных урожаев.

Для более полной реализации потенциала проса необходимо создание исходного материала и сортов разных биотипов, различающихся по срокам созревания, физиологии развития, использованию элементов питания и реакции на погодные условия.

Большое значение в селекционной работе имеют четкие представления о лучших типах растений, к созданию которых стремится селекционер. Эти представления включают не только морфологический тип растений, но и многие функциональные признаки, характеризующие экологию, биологию и, насколько позволяют наши знания, физиологию сорта [1].

К сожалению, физиология проса в условиях юго-востока ЦЧР почти не изучалась, и данные, которые бы позволили выделить оптимальный морфотип растений этой культуры, ограничены. В селекции проса нашей лаборатории мы используем различные морфотипы: с развесистой и сжатой метелкой, с красным и желтым зерном, с пониклыми и прямостоячими листьями. Поэтому всестороннее изучение сортов проса разных морфотипов и вовлечение наиболее перспективного материала в селекционный процесс для создания новых сортов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона, является актуальной проблемой.

Цель исследований – охарактеризовать различные морфотипы проса по продуктивности и морфофизиологическим показателям и выявить оптимальный морфотип для использования в дальнейшей селекции этой культуры в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона.

Условия, материалы и методы исследований

Вегетационные периоды 2018-2020 гг. характеризовались засушливыми условиями первой половины вегетации, особенно в 2018 году.

В 2018 году наблюдалось замедление 1 этапа органогенеза (прорастание семян, всходы, образование вторичных корней). Растения были ослаблены воздушной и почвенной засухой. До середины июля стояла засушливая погода, что отрицательно сказалось на кущении и выходе в трубку. Недостаточное количество осадков в период стеблевания – цветения, который в наших условиях является критическим, значительно снизило урожай. Осадки (101 мм), выпавшие 23 июля, положительно сказались на наливе зерна проса (табл. 1).

В 2019 году недостаточное количество осадков замедлило образование вторичных корней и только осадки (11 мм), выпавшие 26 мая, сгладили действие засухи. С середины июня и до уборки проса установилась благоприятная погода, что позволило сформировать хорошую урожайность.

В 2020 году образование вторичной корневой системы и кущение проходило при дефиците осадков, и растения были вынуждены питаться с помощью первичных корней. До середины июня стояла засушливая погода, что отрицательно сказалось на кущении и выходе в трубку. Осадки (5,0 мм), выпавшие 13 июня, частично сгладили действие засухи.

С 21 июня установилась благоприятная погода. Наличие тепла и достаточное количество осадков в период стеблевания – цветения, способствовало интенсивному нарастанию надземной биомассы, выметыванию метелок и успешному оплодотворению, что благоприятно сказалось на образовании семян. Налив зерна и созревание проходили при дефиците осадков, что отрицательно сказалось на крупности зерна.

Полевые опыты были заложены по яровой пшенице в селекционном севообороте. Сорта высевались бесповторностным способом по методике П.П. Литуна [2]. Площадь делянки 6,8 м². Стандарт – сорт проса Саратовское 6, который высевался через 4 делянки.

Таблица 1

Гидротермические условия вегетационного периода проса

Показатели	Месяцы			
	Май	Июнь	Июль	Август
2018 год				
Среднесуточная температура воздуха, °С	18,2	19,2	22,3	21,7
Средняя многолетняя, °С	15,0	18,3	19,8	18,9
Отклонение от нормы, °С	+3,2	+0,9	+2,5	+2,8
Количество осадков, мм	22,0	3,1	134,0	11,0
Средняя многолетняя сумма осадков, мм	44,0	56,0	56,0	48,0
Отклонение от нормы, мм	-22,0	-56,1	+78,0	-37,0
2019 год				
Среднесуточная температура воздуха, °С	17,2	22,1	19,3	19,1
Средняя многолетняя, °С	15,0	18,3	19,8	18,9
Отклонение от нормы, °С	+2,2	+3,8	-0,5	+0,2
Количество осадков, мм	41,0	33,7	108,4	38,5
Средняя многолетняя сумма осадков, мм	44,0	56,0	56,0	48,0
Отклонение от нормы, мм	-3,0	-22,3	+52,4	-9,5
2020 год				
Среднесуточная температура воздуха, °С	13,6	21,3	22,5	19,9
Средняя многолетняя, °С	15,0	18,3	19,8	18,9
Отклонение от нормы, °С	-1,4	+3,0	+2,7	+1,0
Количество осадков, мм	42,4	53,8	44,5	20,1
Средняя многолетняя сумма осадков, мм	44,0	56,0	56,0	48,0
Отклонение от нормы, мм	-1,6	-2,2	-11,5	-27,9

В качестве материала исследований были взяты шесть образцов различных морфотипов: Кокцинеум 23-018 (развесистая метелка, красное зерно) и Сангвинеум 24-018 (сжатая метелка, красное зерно) одной комбинации Степное 9 x Колоритное 15; Ауреум 22-018 (сжатая метелка, желтое зерно) и Флявум 21-018 (развесистая метелка, желтое зерно) – комбинация Степное 9 x Солнечное; сорт Саратовское 6 (сжатая метелка, красное зерно) и сорт Колоритное 15 (развесистая метелка, красное зерно).

Фенологические наблюдения, оценки и определение элементов структуры урожая проса проводили в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции проса [3], Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [4], Широким унифицированным классификатором СЭВ и международным классификатором СЭВ вида *Panicum miliaceum* L. [5].

Для комплексной оценки продуктивности нами были рассчитаны селекционные индексы [6, 7].

Работу по определению морфофизиологических показателей различных морфотипов проса провели в фазу цветения. При изучении ассимиляционного аппарата морфотипов определялась площадь верхних листьев расчетным способом по Методическим указаниям ВИР [8], содержание зеленых пигментов по общепринятой методике [9, 10].

Результаты и их обсуждение

Самую высокую урожайность имели желтозерные образцы Флявум 21-018 и Ауреум 22-018 (табл. 2).

Наибольшая продуктивность метелки была у Сангвинеум 24-018 и Ауреум 22-018. Наименьшая продуктивность метелки отмечена у Флявум 21-018.

Таблица 2

Хозяйственно ценные показатели и селекционные индексы

Показатели	Саратовско е 6 (стандарт)	Колоритн ое 15	Степное 9 х Колоритное 15		Степное 9 х Солнечное	
			Кокцинеум 23-018	Сангвинеум 24-018	Флявум 21-018	Ауреум 22-018
2018 год						
Урожайность, ц/га	10,4	11,6	16,4	13,9	17,9	19,0
Продуктивность метелки, г	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,7
Масса 1000 зерен, г	8,1	8,2	8,0	7,9	8,1	7,6
Полтавский индекс	0,073	0,064	0,065	0,088	0,075	0,102
Мексиканский индекс	0,019	0,018	0,017	0,023	0,017	0,024
Канадский индекс	0,069	0,059	0,058	0,078	0,057	0,070
Индекс линейной плотности метелки	8,50	7,15	7,30	9,89	6,99	9,22
Уборочный индекс	0,42	0,49	0,42	0,38	0,39	0,39
Индекс аттракции	0,75	0,96	0,72	0,62	0,65	0,63
Индекс налива зерна	7,0	5,9	8,0	8,8	5,8	4,8
2019 год						
Урожайность, ц/га	33,6	35,4	37,6	36,7	34,8	36,9
Продуктивность метелки, г	2,1	2,1	1,6	2,4	1,4	1,6
Масса 1000 зерен, г	8,4	7,9	8,0	8,0	8,0	7,6
Полтавский индекс	0,130	0,131	0,094	0,160	0,084	0,105
Мексиканский индекс	0,027	0,025	0,020	0,031	0,016	0,018
Канадский индекс	0,120	0,098	0,077	0,127	0,067	0,077
Индекс линейной плотности метелки	14,23	12,49	9,66	15,87	8,25	10,1
Уборочный индекс	0,40	0,37	0,42	0,42	0,36	0,37
Индекс аттракции	0,66	0,60	0,73	0,71	0,56	0,59
Индекс налива зерна	7,4	8,1	8,2	9,6	6,7	6,9
2020 год						
Урожайность, ц/га	35,1	35,2	28,4	33,2	33,0	33,2
Продуктивность метелки, г	2,0	1,7	1,7	1,9	1,7	2,5
Масса 1000 зерен, г	8,3	7,8	7,6	7,6	7,9	7,5
Полтавский индекс	0,120	0,110	0,098	0,120	0,110	0,150
Мексиканский индекс	0,028	0,023	0,022	0,028	0,021	0,029
Канадский индекс	0,110	0,086	0,083	0,100	0,081	0,110
Индекс линейной плотности метелки	13,70	11,00	10,90	13,20	10,30	14,90
Уборочный индекс	0,46	0,42	0,46	0,46	0,37	0,44
Индекс аттракции	0,84	0,72	0,85	0,87	0,61	0,80
Индекс налива зерна	9,3	14,2	9,2	9,9	7,9	7,7

Саратовское 6 имел самое крупное зерно (8,1-8,4 г) и высокие селекционные индексы в 2019 и 2020 гг. У образца Ауреум 22-018 было сформировано самое мелкое зерно (масса 1000 зерен 7,5-7,6 г).

Селекционные индексы позволяют полнее раскрывать свойства изучаемых генотипов.

Наибольшие показатели селекционных индексов во все изученные годы имел образец Сангвинеум 24-018. У Ауреум 22-018 отмечены высокие селекционные индексы в 2018 и 2020 гг., а у Саратовского 6 в 2019 и 2020 гг.

Морфобиологическая характеристика морфотипов проса в фазу полной спелости представлена в таблице 3.

Большое значение в селекции проса на высокую продуктивность оказывает вегетационный период сортов.

В условиях Предкамской зоны Республики Татарстан серьезным рычагом снижения урожая проса от стрессов является подбор среднеранних сортов с вегетационным периодом 75-77 суток. Среднеранние сорта в силу более ранних сроков выметывания уходят от засухи в самый чувствительный к ней период органогенеза [11].

В условиях степной зоны Кабардино-Балкарии наиболее продуктивными являются среднеспелые и среднепоздние сорта проса с периодом от всходов до выметывания 40-44 дня [12].

Таблица 3

**Морфобиологические показатели различных морфотипов проса
в фазу полная спелость, среднее за 2018-2020 гг.**

Показатели	Саратовское 6 (стандарт)	Колоритное 15	Степное 9 х Колоритное 15		Степное 9 х Солнечное	
			Кокцинеум 23-018	Сангвинеум 24-018	Флявум 21-018	Ауреум 22-018
Вегетационный период, дней	82	86	88	86	89	88
Высота растения, см	70,5	78,8	77,9	69,4	83,2	82,5
Длина метелки, см	17,6	21,3	21,2	18,8	21,6	22,6
Площадь 1-го листа, см ²	12,4	12,6	12,1	15,3	13,4	14,7
Площадь 2-го листа, см ²	16,8	16,4	15,5	19,6	17,7	19,2
Длина последнего междоузлия, см	16,6	17,6	18,2	15,9	16,3	16,2
Количество веточек первого порядка, шт.	15	15	15	16	16	16
Плотность метелки	0,8	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7
Расположение листа, балл	3,0	5,0	3,0	3,0	3,0	1,0
Понижаемость метелки, балл	3,0	7,0	7,0	5,0	3,0	1,0
Устойчивость к полеганию, балл	7,0	5,0	5,0	7,0	7,0	5,0

В Центральном Черноземье почвенно-воздушная засуха повторяется регулярно через 3-4 года. Совпадает она чаще с фазой выметывания метелки проса и сильно снижает урожай.

Наименьшая длина вегетационного периода наблюдалась у скороспелого сорта Саратовское 6 (79-83 дня от всходов до полного созревания). Колоритное 15 и Сангвинеум

24-018 имели средний вегетационный период (85-87 дней), остальные образцы характеризовались среднепоздним вегетационным периодом (87-90 дней). В 2018 году среднепоздние образцы оказались в более выгодном (выше урожайность) положении из-за позднего выметывания, чем скороспелые и среднеспелые, а также сдвига критического периода «стеблевание – цветение» в более благоприятные по влагообеспеченности условия. Иначе говоря, среднепоздние образцы эффективнее использовали осадки второй половины июля и первой половины августа, чем скороспелые. В 2019 году сорта слабо различались по урожайности и продуктивности метелки. В 2020 году в более выгодном, чем среднепоздние образцы, положении оказались скороспелый сорт Саратовское 6 и среднеспелые Колоритное 15 и Сангвинеум 24-018. Саратовское 6 выделился по урожайности, продуктивности метелки и массе 1000 зерен. Колоритное 15 выделился по урожайности, а Сангвинеум 24-018 – по продуктивности метелки. Среднепоздние образцы во второй половине вегетации сильнее, чем скороспелые и среднеспелые, страдали от засухи и снизили массу 1000 зерен.

Наибольшую высоту растения имели желтозерные образцы Флявум 21-018 (в среднем 83,2 см) и Ауреум 22-018 (в среднем 82,5 см). Наименьшая высота растения была у образца Сангвинеум 24-018 (в среднем 69,4 см). Самая длинная метелка отмечена у Ауреум 22-018.

Сангвинеум 24-018 и Ауреум 22-018 имели наибольшую площадь двух верхних листьев в фазу «полная спелость», а также количество веточек первого порядка в метелке. У Сангвинеум 24-018 отмечена наибольшая плотность метелки (отношение числа веточек первого порядка к длине метелки).

Расположение листьев у Кокцинеум 23-018, Сангвинеум 24-018, Флявум 21-018 и Саратовского 6 было слабопониженным (3 балла), у Ауреум 22-018 – прямостоячим (1 балл), у Колоритного 15 – среднепониженным (5 баллов).

Ауреум 22-018 имел прямостоячую метелку (1 балл), Саратовское 6 и Флявум 21-018 имели слабопонижающую метелку (3 балла), Сангвинеум 24-018 – понижающую (5 баллов), а Кокцинеум 23-018 и Колоритное 15 – сильнопонижающую метелку (7 баллов).

Высокую устойчивость к полеганию имели Саратовское 6, Сангвинеум 24-018 и Флявум 21-018.

Ауреум 22-018 имел прямостоячую метелку (1 балл), Саратовское 6 и Флявум 21-018 имели слабо понижающую метелку (3 балла), Сангвинеум 24-018 – понижающую (5 баллов), а Кокцинеум 23-018 и Колоритное 15 – сильнопонижающую метелку (7 баллов).

Высокую устойчивость к полеганию имели Саратовское 6, Сангвинеум 24-018 и Флявум 21-018.

Фаза цветения – наиболее важный момент в развитии растения. С этого этапа органогенеза начинается период формирования и налива зерна проса. Максимальная площадь листовой поверхности у проса формируется в период выметывание – цветение [13, 14]. Поэтому нами были определены морфофизиологические показатели в фазу цветения, которые представлены в таблице 4.

По величине индекса интенсивности в фазу цветения во все годы выделился Сангвинеум 24-018. Это связано со значительной массой побега при относительно небольшой высоте растения.

Величина площади листьев и динамика ее формирования является одним из основных показателей фотосинтетической деятельности растений. По площади листовой поверхности растения выделились Ауреум 22-018, Сангвинеум 24-018 и Колоритное 15, но у этих образцов содержание хлорофилла было наименьшим. У Саратовского 6 и Флявум 21-018 площадь листовой поверхности была ниже, чем у других образцов, а содержание хлорофилла выше.

По мнению В.А. Кумакова (1980), доля колоса в сухой массе побега в фазу цветения яровой пшеницы, характеризует, в определенной мере, напряженность донорно-акцепторных отношений между колосом и ассимиляционным аппаратом в период налива.

Таблица 4

Морфофизиологические показатели продуктивности проса в фазу цветения

Показатели	Саратовское 6 (стандарт)	Колоритное 15	Степное 9 х Колоритное 15		Степное 9 х Солнечное	
			Кокцинеум 23-018	Сангвинеум 24-018	Флявум 21-018	Ауреум 22-018
2018 год						
Высота растения, см	62,5	67,9	66,6	64,6	61,1	77,0
Длина метелки, см	19,2	21,2	24,8	20,5	18,5	22,5
Площадь листьев, см ²	129,8	151,4	142,0	173,6	90,5	184,4
Число листьев, шт.	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0
Содержание хлорофилла, мг/г абс. сух. в-ва: а	3,7	3,7	3,9	2,6	4,1	3,3
в	1,0	0,9	0,9	1,6	1,2	1,0
а + в	4,7	4,6	4,8	4,2	5,3	4,3
Индекс интенсивности	0,049	0,055	0,047	0,070	0,039	0,059
2019 год						
Высота растения, см	66,7	76,7	73,7	68,6	66,6	73,1
Длина метелки, см	16,8	21,7	21,5	19,6	18,5	19,3
Площадь листьев, см ²	70,2	105,2	99,5	88,5	101,1	110,0
Число листьев, шт.	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0
Содержание хлорофилла, мг/г абс. сух. в-ва: а	3,8	3,2	3,7	3,9	4,0	3,7
в	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	1,3
а + в	5,2	4,6	5,0	5,0	5,2	5,0
Индекс интенсивности	0,033	0,043	0,033	0,047	0,044	0,035
2020 год						
Высота растения, см	58,6	64,1	70,8	61,3	66,4	72,3
Длина метелки, см	16,0	19,6	22,0	17,9	17,2	21,1
Площадь листьев, см ²	78,3	100,7	114,8	102,4	106,0	144,1
Число листьев, шт.	5,0	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0
Содержание хлорофилла, мг/г абс. сух. в-ва: а	4,1	3,3	3,5	2,4	3,2	3,3
в	1,1	1,1	1,0	1,5	1,2	1,5
а + в	5,2	4,4	4,5	3,9	4,4	4,8
Индекс интенсивности	0,032	0,039	0,041	0,043	0,037	0,045

Соотношение массы отдельных органов побега и их доля в общей массе побега в фазе цветения проса представлены в таблице 5.

Как видно из таблицы, доля метелки в сухой массе побега в фазу цветения» была самой высокой у образца Сангвинеум 24-018 (32,1-40,6%).

Таблица 5

Масса органов и их доля в общей массе побега проса в фазу цветения

Показатели	Саратовское 6 (стан- дарт)	Колоритное 15	Степное 9 х Колоритное 15		Степное 9 х Солнечное	
			Кокцинеум 23-018	Сангвинеум 24-018	Флявум 21-018	Ауреум 22-018
2018 год						
Масса побега, г сух. в-ва;	3,09	3,76	3,10	4,55	2,36	4,54
в т. ч. метелка	0,96	0,90	0,81	1,58	0,68	1,20
стебель	1,41	1,95	1,51	1,95	1,19	2,23
листья	0,72	0,91	0,78	1,02	0,49	1,11
Доля органов в общей массе побега, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
метелка	31,1	23,9	26,1	34,7	28,8	26,4
стебель	45,6	51,9	48,7	42,9	50,4	49,1
листья	23,3	24,2	25,2	22,4	20,8	24,5
2019 год						
Масса побега, г сух. в-ва;	2,20	3,29	2,41	3,25	2,94	2,59
в т. ч. метелка	0,81	1,00	0,72	1,32	0,89	0,66
стебель	0,97	1,58	1,18	1,34	1,50	1,29
листья	0,42	0,71	0,51	0,59	0,55	0,64
Доля органов в общей массе побега, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
метелка	36,8	30,4	29,9	40,6	30,3	25,5
стебель	44,1	48,0	48,9	41,2	51,0	49,8
листья	19,1	21,6	21,2	18,2	18,7	24,7
2020 год						
Масса побега, г сух. в-ва;	1,85	2,52	2,91	2,65	2,44	3,26
в т. ч. метелка	0,58	0,64	0,74	0,85	0,54	0,81
стебель	0,87	1,24	1,50	1,21	1,28	1,56
листья	0,40	0,64	0,67	0,59	0,62	0,89
Доля органов в общей массе побега, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
метелка	31,4	25,4	25,4	32,1	22,1	24,8
стебель	47,0	49,2	51,6	45,6	52,5	47,9
листья	21,6	25,4	23,0	22,3	25,4	27,3

Заключение

В условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона наиболее продуктивными являются среднеспелые и среднепоздние сорта проса с вегетационным периодом 85-90 дней.

Эти сорта эффективно используют осадки второй половины июля и первой половины августа.

По результатам оценки урожайности, продуктивности метелки и селекционным индексам нами выделен наиболее оптимальный морфотип проса для селекции сортов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона. Это краснотелый образец проса Сангвинеум 24-018 со сжатой формой метелки, с прямостоячими листьями, с длинным верхним междоузлем, со слабой поникаемостью метелки. У этого образца были высокие урожайность, продуктивность метелки, селекционные индексы. Сангвинеум 24-018 характеризовался средним вегетационным периодом (85-87 дней), крупными верхними слабо пониклыми листьями, плотной поникающей метелкой, высокой устойчивостью к полеганию. Во все годы исследований Сангвинеум 24-018 выделялся по величине индекса интенсивности в фазу «цветения», а также по площади листовой поверхности и доле метелки в сухой массе побега.

Литература

1. Кумаков В.А. Морфологическая структура растений проса и их продуктивность // Селекция, семеноводство и технология возделывания проса на Юго-Востоке. – Саратов, – 1981. – 19 с.
2. 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.
3. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф. Методические указания по изучению мировой коллекции проса. – Ленинград, – 1988. – 30 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., – 1989. – Вып. 2. – 194 с.
5. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф., Корнейчук В.А., Банья Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ вида *Panicum miliaceum* L. – Л, 1982. – 25 с.
6. Драгавцев В.А. Эколого-генетическая организация полигенных признаков растений и теория селекционных индексов // Молекулярная и прикладная генетика. – 2009. – Т. 9. – С. 11-13.
7. Воробьев В.А., Воробьев А.В. Роль селекционных индексов в оценке продуктивности яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 9. – С. 37-39. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10909.
8. Расчетный способ определения площади листьев (зерновые культуры) // Методические указания ВИР. – Ленинград, 1984. – 19 с.
9. Гавриленко В.Ф., Ладынина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1975. – 392 с.
10. Третьякова Н.Н. Практикум по физиологии растений. – М., – 1982. – 471 с.
11. Никифорова И.Ю., Фадеева А.Н., Петрякова Н.В. Показатели фотосинтетической деятельности посевов проса посевного по группам спелости // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С. 46-52. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10015.
12. Сокурова Л.Х. Морфобиологические особенности и селекционная ценность коллекции проса в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3 (27). – С. 67-71. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1035.
13. Анохина Т.А., Якута О.Н. Интенсивность накопления сухого вещества растениями проса при разных способах посева // Научные приоритеты инновационного развития отрасли растениеводства: результаты и перспективы: Материалы международной научно-практической конференции 23-24 июня 2011. – Жодино, – 2011. – С. 42-45.
14. Волкова А.В. Влияние приемов технологии на формирование площади листьев и фотосинтетического потенциала посевов проса в условиях Лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 49-54.

References

1. Kumakov V.A. Morfologicheskaja struktura rastenij prosa i ih produktivnost'. [Millet plant morphological structure and productivity]. *Selekcija, semenovodstvo i tehnologija vozdeľvanija prosa na Jugo-Vostoke – Selection, seed production and technology of millet cultivation in the South-East*, Saratov, 1981, 19 p. (In Russian)
2. Litun P.P. Kriterij ocenki nomerov v selekcionnom pitomnike [Criteria for estimating numbers in the breeding nursery]. *Selekcija i semenovodstvo: Respublikanskij mezhvedomstvennyj tematicheskij nauchnyj sbornik – Selection and seed production: Republican interdepartmental thematic scientific collection*, Kiev: "Harvest," 1973, Issue 25, pp. 52-58. (In Russian)
3. Agafonov N.P., Kurceva A.F. Metodicheskie ukazanija po izucheniju mirovoj kollekcii prosa. [Methodological guidelines for the study of the world collection of millet]. Leningrad, 1988, 30 p. (In Russian)
4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skhozajstvennyh kul'tur. [Method of state variety testing of crops]. Moscow, 1989, Out. 2, 194 p. (In Russian)

5. Agafonov N.P., Kurceva A.F., Kornejchuk V.A., Banjai L. Shirokij unificirovannyj klassifikator SJeV i mezhdunarodnyj klassifikator SJeV vida *Panicum miliaceum* L. [Broad unified CMEA classifier and international CMEA classifier of the type *Panicum miliaceum* L.]. Leningrad, 1982, 25 p. (In Russian)
6. Dragavcev V.A. Jekologo-geneticheskaja organizacija poligennyh priznakov rastenij i teorija selekcionnyh indeksov [Environmental genetic organization of polygenic features of plants and theory of breeding indices]. *Molekuljarnaja i prikladnaja genetika – Molecular and applied genetics*, 2009, Vol. 9, pp. 11-13. (In Russian)
7. Vorob'ev V.A., Vorob'ev A.V. Rol' selekcionnyh indeksov v ocenke produktivnosti jarovoj pshenicy [Role of breeding indices in the estimation of spring wheat productivity]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK – Achievements of science and technology agro-industrial complex*, 2018, no. 9, pp. 37-39. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10909. (In Russian)
8. Raschetnyj sposob opredelenija ploshhadi list'ev (zernovye kul'tury). [Calculation method for determination of leaf area (grain crops)]. *Metodicheskie ukazaniya VIR – Methodological guidelines of the All-Union Institute of Crop Production*, Leningrad, 1984, 19 p. (In Russian)
9. Gavrilenko V.F., Ladynina M.E., Handobina L.M. Bol'shoj praktikum po fiziologii rastenij. [Large workshop on plant physiology]. Moscow.: Higher school, 1975, 392 p. (In Russian)
10. Tret'jakova N.N. Praktikum po fiziologii rastenij. [Workshop on Plant Physiology]. Moscow, 1982, 471 p. (In Russian)
11. Nikiforova I.Ju., Fadeeva A.N., Petrjakova N.V. Pokazateli fotosinteticheskoy deja-tel'nosti posevov prosa posevnogo po gruppam spelosti [Indicators of photosynthetic activity of millet crops by ripeness groups]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2018, no. 18 (26), pp. 46-52. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10015. (In Russian)
12. Sokurova L.H. Morfobiologicheskie osobennosti i selekcionnaja cennost' kolekcii prosa v uslovijah stepnoj zony Kabardino-Balkarii [Morphobiological features and selection value of millet collection in conditions of steppe zone of Kabardino-Balkaria]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2018, no. 3 (27), pp. 67-71. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1035. (In Russian)
13. Anohina T.A., Jakuta O.N. Intensivnost' nakoplenija suhogo veshhestva rastenijami pro-sa pri raznyh sposobah poseva [Intensity of dry matter accumulation by millet plants in different sowing methods]. *Nauchnye priority innovacionnogo razvitija otrasli rastenievodstva: rezul'taty i perspektivy: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii 23-24 ijunja 2011 – Scientific priorities of innovative development of the crop industry: results and prospects: Materials of the international scientific and practical conference on June 23-24, 2011*, Zhodino, 2011, pp. 42-45. (In Russian)
14. Volkova A.V. Vlijanie priemov tehnologij na formirovanie ploshhadi list'ev i foto-sinteticheskogo potenciala posevov prosa v uslovijah Lesostepi Srednego Povolzh'ja [Influence of technology techniques on formation of leaf area and photosynthetic potential of millet crops in conditions of forest-steppe of the Middle Volga region]. *Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii – News of the Samara State Agricultural Academy*, 2013, no. 4, pp. 49-54. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-99-103

УДК 633.17:631.527:

СОРТ ПРОСА ПОСЕВНОГО САРБИН

Н.П. ТИХОНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЮГО-ВОСТОКА»

E-mail:alex_druzhin@mail.ru

В статье изложены результаты создания и изучения нового жёлтозёрного сорта проса посевного Сарбин, прошедшего государственное испытание в 2017-2019 г. и рекомендованного к возделыванию с 2020 г. в Нижневолжском (8-м) регионе РФ. Сорт Сарбин среднеранний, характеризуется высокой адаптивностью, урожайностью, крупным зерном с достаточно высоким содержанием каротиноидных пигментов и высокой устойчивостью к меланозу. Перечисленные признаки и свойства дополняются устойчивостью к 14 расам возбудителя головни, контролируемой двумя тесно сцепленными генами резистентности (Sp 1,3). Растения сорта Сарбин имеют один из важных отличительных признаков – антоциановую пигментацию, отчётливо проявляющуюся на стебле, листьях и метёлке.

Ключевые слова: просо посевное, селекция, сорт, адаптивность, урожайность, качество зерна, устойчивость к болезням, антоциановая окраска.

COMMON MILLET VARIETY SARBIN

N.P. Tikhonov

FSBSI «AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF SOUTH-EAST»

mail:alex_druzhin@mail.ru

Abstract: *The article describes the results of the creation and study of a new yellow-grain millet variety Sarbin, which passed the State Test in 2017-2019 and has been recommended for cultivation since 2020 in the 8th region of the Russian Federation. Sarbin is characterized by "medium" early maturity, high adaptability, productivity, large grain with a fairly high content of carotenoid pigments and high resistance to melanosis. The listed signs and properties are complemented by resistance to 14 races of the pathogen of smut, controlled by two closely linked resistance genes (Sp 1,3). Sarbin plants have one of the important distinctive features - anthocyanin pigmentation, which is clearly manifested on the stem, leaves and panicle.*

Keywords: common millet, breeding, variety, adaptability, yield, grain quality, disease resistance, anthocyanin coloration.

В 2014-2016 гг. новый скороспелый жёлтозёрный сорт проса посевного Сарбин селекции ФАНЦ Юго-Востока проходил конкурсное испытание одновременно с краснозёрным сортом-двойником – сортом Сарфил, а в 2017-2019 г. – государственное испытание в Нижневолжском регионе. С 2020 г. сорт Сарбин включён в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию и рекомендован к возделыванию. Сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции F₃ У-1,3 СС 327-08/НА 22-08 (= субсангвинеум / ауреум). Материнская форма представляет собой среднеспелый краснозёрный сортообразец, адаптированный к сложному климату европейского юго-востока России, донор антоциановой пигментации растений, среднего уровня каротиноидных пигментов, крупнозёрности, засухоустойчивости и конвергентной (дигенной: Sp1,3) устойчивости к 14 расам возбудителя головни. Отцовская форма: среднеспелый жёлтозёрный сортообразец, лидер по урожаю зерна в КСИ в 2008 и 2009 г,

восприимчивый ко всем расам возбудителя головни при относительно высокой устойчивости к меланозу. Автор сорта – Н.П. Тихонов.

На протяжении селекционного и семеноводческого процессов в Институте в тепличных и полевых условиях осуществляется оценка и контроль устойчивости к соответствующим расам возбудителя головни (табл. 1). Первичное семеноводство нового сорта ведётся в лаборатории селекции и семеноводства проса ФАНЦ Юго-Востока.

Морфобиологические особенности нового сорта. Сорт Сарбин относится к разновидности субауреум (*v. subaureum* Bat.), т.е. имеет один из важных отличительных признаков – антоциановую пигментацию, отчётливо проявляющуюся на стебле, листьях и элементах метёлки. Растения сорта средней высоты имеют сжатую слабо поникающую метёлку средней длины и плотности. Веточки метёлки слабо раскинуты относительно её оси (преимущественно в нижней части). Колоски округлой формы, однозёрные, зелёно-фиолетовой окраски, средне раскрывающиеся (во время цветения). Зерно имеет жёлтую (или тёмно-жёлтую, в зависимости от климатических условий) окраску цветковых чешуй, крупное, округлой формы, с ядром жёлтой или интенсивно-жёлтой окраски. Растения сорта Сарбин обладают высокой фотопериодической чувствительностью, высоко устойчивы к засухе, жаре, полеганию растений и осыпанию зерна. Следует отметить достаточно высокую устойчивость растений к меланозу (подплёночному поражению зерна) в сочетании с крупнозёрностью. Характерная особенность нового сорта – среднеранний по длине вегетационного периода в сочетании с высокой урожайностью зерна хорошего качества.

Урожайность. За годы КСИ сорт Сарбин по всем признакам однозначно превосходил Саратовское 6, отличаясь от него по важнейшим фазам - вымётыванию и созреванию только на 1-2 дня (табл. 2). Новый сорт имеет высокий коэффициент использования вегетационного периода (КИВП); вычисляется нами путём деления урожая зерна на продолжительность вегетации и используется для сравнения интенсивности метаболических процессов и адаптивности в целом у сортов проса с различной продолжительностью вегетации, что позволяет ему в определённых условиях конкурировать по урожаю зерна со среднеспелыми и среднепоздними сортами, включая Золотистое. Например, в 2018 г. развитие растений проса происходило в сложных условиях, поскольку вымётывание у среднеранних и среднеспелых селекционных генотипов совпало с поздним и «бурным» образованием вторичной корневой системы. В итоге за 92 суток, сорт Сарбин сформировал урожай зерна 1,81 т/га при 1,83 т/га у Саратовского жёлтого (вегетационный период (ВП) – 96 суток) и 1,69 т/га у сорта Золотистое (ВП – 99 суток). Урожай зерна у Саратовского 6 был существенно ниже – 1,41 т/га (при ВП = 91 суток). Однако, в относительно благоприятном для проса 2020 году сорт Золотистое сполна реализовал свой ВП (102 суток) и было получено 2,84 т/га высококачественного зерна. У сорта Сарбин урожайность оказалась меньше – 2,64 т/га, но он и созрел на 8 суток быстрее. Саратовское жёлтое сформировало 2,74 т/га (ВП = 96 суток) при максимальном урожае в КСИ у нового сорта 2,92 т/га (ВП = 102 суток).

Качество зерна. Одним из достоинств сорта Сарбин является качество зерна и вырабатываемого из него пшена. По желтизне ядра новый сорт в большинстве лет имеет показатели на уровне Саратовского 6 (эталонного сорта по качеству зерна) и выше, а по содержанию каротиноидов уступает только краснозёрным генотипам - Саратовскому 10, Сарфилу и Саратовскому жёлтому (табл. 2). Представленные данные, в частности, подтверждают ранее обозначенное нами превосходство краснозёрных генотипов над жёлтозёрными по желтизне ядра и отсутствие такового по содержанию каротиноидов [3]. По плёнатости, прочности ядра, разваримости пшена, цвету и вкусу каши сорт Сарбин равноценен лучшим саратовским сортам. Сорт ежегодно формирует достаточно крупное зерно округлой формы от 8,5 г (2020 г.) до 9,1 г (2018 г.).

Устойчивость к головне. Сорт Сарбин – единственный сорт проса с конвергентной (дигенной) резистентностью к головне, т.е. имеет тесно сцепленные гены **Sp 1,3**, обеспечивающие устойчивость к 14 расам возбудителя головни из 17 идентифицированных (1, 3*, 4*, 4A*, 5, 5A, 6, 6A, 7, 7A, 8, 9, 10, 11, включая высоковирулентные (*) патотипы.

Однако при этом сорт восприимчив к расам головки 2, 2Н и 12, первая из которых, по многолетним результатам авторских исследований, имеет широкое распространение в прососеющих регионах [1, 4]. Следовательно, посевной материал необходимо протравливать наиболее эффективными фунгицидами.

Таблица 1

Результаты идентификации некоторых сортов проса по устойчивости к головне (теплица; февраль-май 2019 г.) (методика идентификации по устойчивости к головне УГ* (Тихонов, 2006 [1]; Тихонов и др., 2018 [4])

Сорт проса	Результаты заражения сортов тест-расами возбудителя головины:						Гено- тип по УГ*
	1	2	6А	8	3	12	
Краснозёрные генотипы:							
Саратовское 12	89,0	76,2	80,5	85,3	97,2	95,0	Н*
Сангвинеум 7-19	97,0	93,2	95,0	89,8	99,0	86,0	Н
Саратовское 6	2,8**	94,4	3,1**	1,8**	92,2	93,0	Sp 1
Саратовское 10	1,0**	0,0	0,0	39,5***	94,8	1,0**	Sp 2
Сарфил	1,1**	2,5**	0,0	34,1***	87,8	0,0	Sp 2
Сангвинеум 4-19	0,0	0,0	0,0**	1,5**	96,8	89,6	Sp 1,4
Квартет****	9,7	21,3	6,2	1,3	72,5	66,1	****
Жёлтозёрные генотипы:							
Золотистое	88,0	89,0	78,0	87,2	90,0	91,9	Н
Ауреум 17-19	98,0	95,9	94,0	89,8	97,3	90,9	Н
Саратовское. жёлтое	0,0	0,0	1,8**	32,4	88,5	1,4**	Sp 2
Сарбин	0,0	87,0	0,0	0,0	0,0	85,2	Sp 1,3
Ауреум 19-19	0,0	0,0	0,0	0,0	90,1	88,9	Sp 1,4

Примечания: *– УГ – устойчивость к головне; Н – неустойчивый к патогену (универсально восприимчивый – т.е. без эффективных Sp-генов); ** – слабое поражение расами головки обусловлено наличием примесей (засорением) с идентичной окраской зерна; *** – поражение генотипов Sp2 расой 8 в теплице зачастую слабее, чем в полевых условиях; **** – в состав Квартета входят 4 линии-аналога, имеющие один из генов резистентности Sp1 ... Sp4, чем и обусловлено различие реакций на заражение тест-расами головки.

Устойчивость к меланозу. Меланоз (подплёночное поражение зерна проса) – достаточно вредоносная болезнь культуры, имеющая сложную этиологию. С одной стороны, очевидны сортоспецифические (т.е. генетически контролируемые) различия по степени восприимчивости к патогенной микрофлоре, что особенно «рельефно» видно в годы со средней и, тем более, с высокой вредоносностью болезни. С другой – сильная зависимость степени проявления меланоза от климатических факторов при сохранении генотипических различий [2]. Поэтому селекция наиболее устойчивых сортов (точнее выражаясь – сортов с минимальной восприимчивостью к меланозу, поскольку абсолютно устойчивые формы пока что не выявлены) с округлой формой зерна – фактически единственный путь защиты зерна проса продовольственного назначения от меланоза. Необходимо подчеркнуть: имеющиеся в научных публикациях рекомендации по созданию сортов проса с овальной формой зерна (и тем более с плоско-овальной) с целью усиления их устойчивости к меланозу резко ухудшают технологические характеристики таких генотипов. Новый сорт Сарбин, по имеющимся данным, относится к наиболее устойчивым к меланозу зерна в сочетании с крупнозёрностью.

Адаптивность. За время изучения нового сорта Сарбин (3 года КСИ + 3 года ГСИ + 2020 г) адаптационный потенциал растений оценён нами как достаточно высокий. Примечательный факт: в первый год ГСИ (2017) Сарбин и Сарфил на Краснокутском ГСУ Саратовской обл. по урожаю зерна практически вдвое превзошли стандарт Саратовское жёлтое. В наиболее благоприятные (для проса) годы сорт Сарбин по урожайности зерна практически не уступал более позднеспелым генотипам

(табл. 2), что соответствует общеизвестной зависимости урожайности от продолжительности вегетации (при прочих равных условиях): раннеспелый сорт даже при высочайшей устойчивости к засухе не сможет в полной мере нарастить урожай за счёт запаздывающих осадков.

Таблица 2

**Основные характеристики сортов проса посевного селекции
ФАНЦ Юго-Востока (средние значения за 6 лет КСИ, 2014-2019 г.)**

Сорт проса	Вегетационный период (сут.)	Урожайность зерна (т/га)	КИВП,* (кг/сут)	Масса 1000 зёрен (г)	Желтизна ядра (балл)	Содержание каротиноидов (мг/кг)	Устойчивость к меланозу**
Саратовское 853	89	1,42	16,5	8,2	3,0	9,7	4,7-2,2-0,8
Саратовское. 6	89	1,49	16,7	8,6	3,5	10,1	3,7-2,0-0,4
Саратовское. 10	96	1,89	19,7	8,7	4,0	10,7	2,9-0,8-0,3
Сарфил***	91	1,98	21,6	9,1	4,3	11,2	2,5-0,4-0,2
Золотистое	100	1,99	19,9	8,8	3,6	11,2	2,1-0,2-0,1
Саратовское жёлтое	95	2,00	21,0	8,6	3,8	12,9	2,5-0,4-0,2
Сарбин	91	1,95	21,3	8,9	3,5	10,6	3,0-0,2-0,1
НСР 0,05		0,19					

Примечания: * - коэффициент использования вегетационного периода; ** - доля (в %) слабо-, средне- и сильноиспорченных ядер; ***- сорт проходил КСИ и ГСИ одновременно с Сарбином.

В заключении необходимо обратить внимание растениеводов на важное свойство сортов проса – товарный вид их посевов. По данному показателю в относительно благоприятных условиях и при соблюдении оптимальной нормы высева семян среди саратовских сортов лучшими (по мнению автора данной работы) в большинстве случаев являются Золотистое и Саратовское 12. Посевы Сарбина имеют «среднесмуглый» оттенок вследствие наличия антоциановой пигментации растений (этот генотип - единственный среди саратовских сортов с данным признаком), что не является минусом и тем более основанием для предположения о недозрелости зерна. Роль фиолетовых пигментов в адаптационных реакциях растений и в продукционных процессах в целом, к сожалению, слабо изучена. К таким генотипам требуется более пристальное (индивидуальное) внимание. Автор выражает надежду, что через определённое время новый среднеранний жёлтозёрный сорт Сарбин будет оценён просоводами и займёт свою нишу в засушливых регионах России.

Литература

1. Тихонов Н.П. Генетико-иммунологические основы селекции проса посевного на устойчивость к головне // Регуляция продукционного процесса с.-х растений. Часть 2 // Материалы Всерос. науч.-практической конф., посвящённой памяти проф. А.П. Лаханова, октябрь 2005 г, Орёл, ВНИИЗБК, – 2006. – С. 59-65.
2. Тихонов Н.П. Особенности и результаты селекции проса посевного на устойчивость к меланозу зерна // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2014. – № 2 (10).- С. 60-63.
3. Тихонов Н.П., Михайлов М.А. Селекционно-генетические аспекты содержания каротиноидов в зерне проса посевного // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2016, – №1 (17). – С. 68-74.
4. Тихонов Н.П., Тихонова Т.В., Милкин А.А. Идентификация сортов проса по устойчивости к головне // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3 (27). – С. 72-77.
5. Тихонов Н.П., Тихонова Т.В., Милкин А.А. Адаптивность и урожайность сортов проса ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» //Зернобобовые и крупяные культуры, – 2018, – № 4 (28). – С. 78-82.

References

1. Tikhonov N.P. Genetiko-immunologicheskie osnovy seleksii prosa posevnogo na ustoichivost' k glavne. Regulyatsiya produktsionnogo protsessa s.-kh rastenii [Genetic and immunological basis for breeding millet for smut resistance. Regulation of the production process of agricultural plants]. Part 2. Materialy Vseros. nauch.-prakticheskoi konf., posvyashchennoi pamyati prof. A.P. Lakhanova, oktyabr' 2005 [Materials of the All-Russian scientific-practical conference dedicated to the memory of prof. A.P. Lakhanov, October 2005], Orel, VNIIZBK. Orel, 2006, pp. 59-65. (in Russian)

2. Tikhonov N.P. Osobennosti i rezul'taty selektsii prosa posevnogo na ustoichivost' k melanozu zerna [Features and results of breeding millet for grain melanosis resistance]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no.2 (10), pp. 60-63. (in Russian)
3. Tikhonov N.P., Mikhailov M.A. Seleksionno-geneticheskie aspekty soderzhaniya karotinoidov v zerne prosa posevnogo [Breeding and genetic aspects of carotenoid content in common millet grain]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no.1, pp. 68-74. (in Russian)
4. Tikhonov N.P., Tikhonova T.V., Milkin A.A. Identifikatsiya sortov prosa po ustoichivosti k golovne [Identification of millet varieties by smut resistance]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018. no.3 (27), pp. 72-77. (in Russian)
5. Tikhonov N.P., Tikhonova T.V., Milkin A.A. Adaptivnost' i urozhainost' sortov prosa FGBNU «NIISKh Yugo-Vostoka» [Adaptability and yield of millet varieties of the FSBSI «Agricultural Research Institute of South-East»]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no.4 (28), pp. 78-82. (in Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-104-114

УДК 633.367/631.8

ЗЕРНОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И АЗОТФИКСИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ВЫСЕВА, УДОБРЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ РАЗНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ В ЦЕНТРЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

В.В. КОНОНЧУК, доктор сельскохозяйственных наук
С.М. ТИМОШЕНКО, Т.О. НАЗАРОВА, В.Д. ШТЫРХУНОВ, кандидаты
сельскохозяйственных наук
Д.Н. НИКИТОЧКИН, доктор сельскохозяйственных наук
А.Ю. ШУРКИН*, З.М. КОЛОТИЛИНА*

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»
*КОРПОРАЦИЯ «АВГУСТ»

Пятилетними исследованиями в краткосрочном полевом опыте на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве Центрального Нечерноземья с обеспеченностью пахотного (0-20 см) слоя подвижным фосфором и калием на уровне 4-5 класса по принятым градациям выявлены особенности формирования продуктивности и N_2 – фиксирующей способности одновидового посева люпина узколистного детерминантного сорта Ладный в зависимости от агротехнических факторов при разных метеорологических условиях вегетационных периодов и установлены оптимальные значения норм высева, доз и сочетания удобрений, гербицидной защиты для получения на фоне применения ростостимуляторов с антистрессовым эффектом (Гумистим Zn, B) 3,5-3,7 т/га зерна с накоплением в нем биологического азота (в % от общего) 56-75 в благоприятные и 36 в неблагоприятные по увлажнению годы. Наиболее эффективная защита культуры от сорного компонента обеспечивалась использованием комплекса препаратов концерна «Август» (Камелот СЭ, 3,0 л/га, Миура 0,6 л/га) после посева и по вегетации соответственно.

Ключевые слова: почва, люпин узколистный, азотфиксация, урожайность, защита растений, удобрения, норма высева, дерново-подзолистая почва.

GRAIN PRODUCTIVITY AND NITROGEN-FIXING CAPACITY OF LUPINE NARROW-LEAF DEPENDING ON SEEDING RATES, FERTILIZERS AND APPLICATION OF HERBICIDES UNDER DIFFERENT WEATHER CONDITIONS IN THE CENTER OF THE NON-BLACK EARTH ZONE OF RUSSIA

V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, T.O. Nazarova, V.D. Shtyrkhunov, D.N. Nikitochkin, A.Yu. Shurkin*, Z.M. Kolotilina *

FGBNU FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»
CORPORATION «AUGUST» *

Abstract: Five-year studies in a short-term field experiment on a medium-loamy soddy-podzolic soil of the Central Non-Chernozem region with the provision of arable (0-20 cm) layer with mobile phosphorus and potassium at the level of 4-5 classes according to the accepted gradations revealed the features of the formation of productivity and N_2 – the fixing ability of a narrow-leaved sowing lupine determinant variety Ladny, depending on agrotechnical factors under different meteorological conditions of growing seasons, and the optimal values of seeding rates, doses and combinations of fertilizers, herbicidal protection for obtaining against the background of the use of growth stimulants with an anti-stress effect (Gumistim Zn, B) 3.5-3.7 t/ha of grain with

the accumulation of biological nitrogen (in% of the total) 56-75 in favorable and 36 in unfavorable years for moisture. The most effective protection of the crop from the weed component was provided by using a complex of preparations from the August concern (Kamelot SE, 3.0 l/ha, Miura 0.6 l/ha) after sowing and during the growing season, respectively.

Keywords: soil, narrow-leaved lupine, nitrogen fixation, productivity, plant protection, fertilizers, seeding rate, sod-podzolic soil.

Производство продукции животноводства в Нечерноземной зоне, как и во всей России находится в прямой зависимости от обеспеченности животных высококачественными объемистыми и концентрированными кормами.

Качество кормов, среди прочего, определяется оптимальным энерго-протеиновым соотношением, которое при современном состоянии кормопроизводства сдвинуто в сторону энергетической составляющей. Это обусловлено хроническим недополучением кормового белка вследствие низких площадей посева зернобобовых культур и многолетних бобовых трав, а также невысокой их урожайности [1].

Исправление ситуации видится в возрождении отечественного семеноводства зернобобовых культур, многолетних бобовых трав и на этой основе – существенном расширении посевных площадей, во внедрении в производство современных многолетних и однолетних мультитравосмесей с разным сроком биологического созревания компонентов, совершенствовании элементов технологий их возделывания, направленных в первую очередь на повышение урожайности, улучшение качественных показателей, экологичности и снижение затратности.

Из всех зернобобовых культур на территории региона наиболее распространены сорта гороха полевого и посевного. Технология их возделывания наиболее отработана по основным элементам. В тоже время, для такой перспективной в Центральном Нечерноземье и в более северных регионах культуры, как люпин узколистный, выгодно отличающийся от гороха существенно более высоким уровнем содержания сырого протеина (33-36%), еще предстоит большая и кропотливая работа по уточнению реакции его сортов на нормы высева, особенно – его детерминантной разновидности, на обеспеченность почвы и растений фосфором и калием, а также на необходимость применения азотного удобрения.

Вследствие отсутствия ветвления детерминантные сорта узколистного люпина не выдерживают конкуренции с сорным компонентом агроценоза. Поэтому необходима разработка и совершенствование приемов борьбы с сорняками в его посевах не только за счет использования агротехнических мер (севооборот, предшественник сплошного посева, разноглубинная обработка почвы), но и гербицидов [2, 3], особенно – современных, которые, как показывают результаты исследований последних лет [4], обеспечивают высокую эффективность и существенный рост урожайности без нанесения вреда экологии агрофитоценоза и прилегающих территорий.

Большой научный и практический интерес представляют также результаты обобщения научных материалов по поведению люпина и других зернобобовых культур в различных стрессовых ситуациях, например – их реакция на водный стресс (засуха или избыточное увлажнение). Отмечается [5, 6], что при этом заметно снижается активность бобово-ризобияльного симбиоза, растения переходят на автотрофный тип питания, затрачивая на это до двух недель. В результате снижается урожайность и качество зерна, удлиняется вегетационный период.

Необходимо разрабатывать, адаптировать к условиям региона и внедрять приемы помощи растениям по выходу их из стресса, например – путем обработки посевов ростостимулирующими препаратами с антистрессовым эффектом, содержащими макро- и микроэлементы в легкодоступной форме [7].

Цель настоящей работы – выявление реакции люпина узколистного сорта Ладный на нормы высева, внесение удобрений и разные уровни гербицидной защиты, их влияние на продуктивность и азотфиксирующую способность.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2016-2020 годах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенного у деревни Кривошеино Новомосковского административного округа г. Москвы в серии краткосрочных полевых опытов по предшественнику яровые зерновые (пшеница яровая, ячмень). Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, с глубины 60 см подстилаемая суглинистой мореной. Пахотный слой (0-20 см) ее в разные годы характеризовался повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора и калия (4-5 группы обеспеченности по принятым градациям), pH_{KCl} варьировала в широком диапазоне – от 6,2-6,7 в 2016-2017 годах до 5,3-5,8 в 2019-2020 годах. Содержание гумуса не выходило за пределы 1,6-2,1%.

На протяжении всего периода исследований схема опыта включала два фона удобренности РК и NPK. Дозы P_2O_5 в годы исследований варьировали от 30 кг/га до 100, K_2O – от 30 до 150 кг/га соответственно и поддерживали содержание подвижного фосфора и калия по методу Кирсанова в слое почвы 0-20 см в пределах 170-260 мг/кг (P_2O_5) и 140-200 мг/кг (K_2O). Доза азота в составе полного минерального удобрения составляла 50 кг/га и несколько превышала принятый на практике диапазон (30-45 кг/га N).

Нормы посева люпина в 2016-2017 годах составляли 1,2 и 1,4 млн./га, а с 2018 года изучали три возрастающих нормы 1,4; 1,6 и 1,8 млн./га на указанных фонах удобрения.

В процессе исследований использовали рекомендации, изложенные в руководствах «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982), «Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Федин, 1988), «Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных» (Доспехов, 1985). Агрохимические анализы почвы и растений выполняли в аккредитованной лаборатории массовых анализов института по методикам и ГОСТам, принятым в Агрохимической службе. Азотфиксирующую способность люпина устанавливали по методу сравнения (Трепачев, 1999). В качестве культуры сравнения использовали яровую пшеницу Лиза (2016-2018 г.г.), Злата (2019 г.) и Агата (2020 г.) с нормой посева 6,0 млн./га всхожих семян.

Повторность в опытах по вариантам удобрения и нормам посева четырехкратная. Общая площадь делянки первого порядка 576 м², второго – 288 м², третьего – 96 м².

В течение вегетации отмечали даты наступления основных фаз развития растений люпина и яровой пшеницы. При появлении единичных цветков люпина (колошение-цветение яровой пшеницы) учитывали накопление сухого вещества и общего азота в нем. По наступлении полной спелости зерна (1-3 декады августа) урожайность учитывали поделочно прямым комбайнированием с использованием селекционного комбайна «Wintersteiger».

Засоренность посевов учитывали количественно-весовым методом в 2018-2020 годах в двух несмежных повторениях с двух площадок на делянке по 0,25 м² в период образования соцветий на всех вариантах без обработки и после применения гербицидов. В 2016-2017 годах по вегетации (2-3 пары настоящих листьев) противозлаковые гербициды использовали фоном на всех вариантах норм посева и удобрений без учета засоренности.

Технология возделывания люпина узколистного в допосевной период включала лущение стерни предшественника, внесение фосфорных и калийных удобрений согласно схеме опыта, вспашку плугом с предплужником и лепестковым отвалом для полного оборота пласта. Весной – ранневесеннее боронование поля с целью выравнивания поверхности, снижения испарения влаги с поверхности, культивация на 8-12 см, внесение азотных удобрений вручную и заделка их комплексным агрегатом РВК 3,6. Посев (Amazon D 9) 29 апреля – 8 мая протравленными (Фундазол 2 кг/т в 2016-2019 годах и ТМТД 3,0 л/т + Табу 0,8 л/т в 2020 году) семенами. За сутки до посева семена люпина обрабатывали 5% раствором молибденово-кислого аммония, а в день посева – активным штаммом N_2 - фиксирующих бактерий производства ВНИИСХМ (г. Пушкин, Ленинградской обл.).

Система защиты растений люпина от вредителей, болезней и сорняков заключалась в однократной обработке посевов в фазе 2-3 пар настоящих листьев баковой смесью из

гербицида Дясои 0,5 л/га (2016 г.), Пивот 0,45 л/га (2017), фунгицида Колосаль Про 0,6 л/га и инсектицида Данадим 0,7 л/га. Поскольку противозлаковые гербициды не справлялись с подавлением сорной растительности, в 2018-2019 годах дополнительно использовали почвенные гербициды прометринового ряда – Гезагарт 3,0 л/га (2018 г.) и Гонор 3,0 л/га (2019 г.), а по вегетации ту же систему, что и в предыдущие годы. В 2020 году, учитывая недостаточную эффективность применяемой гербицидной защиты растений на предыдущем этапе исследований, использовали предложенную концерном «Август» систему, разработанную специально для защиты люпина от сорняков и представленную в полевых условиях на «Дне люпина» в 2019 году (Воронежская обл.). Она включала использование почвенного гербицида нового поколения Камелот СЭ, 3,0 л/га на второй день после посева, а по вегетации – противозлакового гербицида Миура 0,6 л/га с добавлением фунгицида Колосаль Про и инсектицида Борея Нео 0,15 л/га. Внесение осуществлялось навесным штанговым опрыскивателем Amazone с шириной захвата 12 м и расходом рабочей жидкости 120 л/га.

Кроме того, в 2018-2020 годах производили двукратную обработку посевов ростостимуляторами с антистрессовым эффектом на основе гуматов, извлеченных из вермикомпоста с добавлением микроэлементов (Гумистим Zn, В), согласно рекомендации фирмы изготовителя, с целью оказания помощи растениям при выходе из стрессовых ситуаций, обусловленных метеорологическими условиями вегетационных периодов.

При средней многолетней величине гидротермического коэффициента (по Селянинову) за период активной вегетации люпина (май-август) 1,52 вегетационные периоды 2016, 2017, 2020 годов (60%) характеризовались высоким и избыточным увлажнением (ГТК 1,74-2,69), а в 2018-2019 годах – умеренной засушливостью (ГТК 1,00 и 0,92). Сумма осадков в первом случае варьировала в пределах 375-455 мм, во втором 189-220 мм при средней многолетней величине 293 мм. В 2016 и 2020 годах переувлажнение сопровождалось повышенным (+ 0,7–0,9°C) температурным режимом, а в 2017 году она была на 1,9°C ниже нормы (+15,1°C против +17,0°C). В засушливые годы также наблюдались «температурные качели». Если в 2018 году среднесуточная температура воздуха за вегетацию на 1,0°C превышала средний многолетний показатель, то в 2019 – была на 0,3°C ниже. Отмеченные особенности метеорологических условий вегетационных периодов люпина не могли не сказаться на азотфиксирующей способности растений, реакции их на изучаемые элементы агротехнологии и продуктивности.

Результаты исследований

Влияние норм высева люпина и удобрений на азотфиксирующую способность изучались нами на фоне гербицидной защиты.

Установлено, что среднегодовая за пятилетний период исследований урожайность сухой массы люпина в начале цветения составила 28,4 ц/га. В ней накапливалось в среднем по элементам технологии и погодным условиям 92 кг/га общего и 42 кг/га симбиотически связанного азота, а коэффициент N₂-фиксации составил 0,46. Это означает, что за указанный временной интервал доля биологического азота в урожае надземной биомассы составила 46%, азота почвы – 54%.

Условия увлажнения и среднесуточные температуры воздуха в течение активной вегетации люпина узколистного оказывали заметное влияние на его урожайность и азотфиксирующую способность. Так, при высоком и избыточном увлажнении (ГТК 1,74-2,69) уровень накопления сухой массы снизился до 22,4 ц/га или на 21% от среднего по опыту. Количество общего и биологического азота в ней составило в среднем 58 кг/га и 17 кг/га, а коэффициент N₂-фиксации – 0,29. То есть, в условиях избытка влаги в почве азотфиксирующая способность люпина узколистного уменьшилась на 37% от среднего показателя по опыту. Это обусловлено нарушением формирования и функционирования бобово-ризобияльного комплекса вследствие недостатка кислорода в ризосфере бобовой культуры, где поровое пространство было перенасыщено влагой.

В условиях умеренной засушливости (ГТК 0,92-1,00) урожайность сухой массы, накопление в ней общего и фиксированного азота возрастали соответственно до 33,4 ц/га, 252,6 кг/га, 134,8 кг/га, а коэффициент N_2 –фиксации увеличился до 0,53 или на 15% от средней по опыту и на 83% в сравнении с аналогичной величиной при избыточном увлажнении (табл. 1).

Несмотря на то, что люпин может обеспечивать сам себя фосфорно-калийным питанием за счет мобилизации фосфатов и калия почвы из мало доступных соединений вследствие растворяющего влияния корневых экссудатов, он активно растет и развивается также при повышенной и высокой обеспеченности пахотного слоя подвижными формами этих элементов.

Внесение среднегодовых доз P_2O_5 и K_2O на уровне 70 и 110 кг/га соответственно поддерживало содержание подвижного фосфора и калия в слое почвы 0-20 см в пределах высокой (P_2O_5) и повышенной (K_2O) обеспеченности. При этом сбор сухой массы на РК - фоне в среднем за 5 лет составил 23,3 ц/га с накоплением в ней 90,2 кг/га общего и 50,8 кг/га симбиотически связанного азота и коэффициенте N_2 – фиксации 0,56.

Предпосевное внесение N_{50} на фосфорно-калийном фоне увеличивало урожайность до 29 ц/га, но слабо влияло на накопление в ней общего азота – 93,3 кг/га. В тоже время, количество фиксированного азота при этом снизилось до 33,4 кг/га, а коэффициент N_2 –фиксации – до 0,36 или на 36% за счет ингибирующего влияния минерального азота на активность нитрогеназы. Это в очередной раз иллюстрирует известное положение об отсутствии необходимости внесения азота удобрений под бобовые культуры, в частности – под люпин при достаточной обеспеченности растений фосфорно-калийным питанием (табл. 1).

Таблица 1

Азотфиксирующая способность люпина узколистного в зависимости от элементов технологии в разных метеорологических условиях

Культура	Показатели		Дозы удобрений, кг/га *)	Норма высева, млн./га	Годы						
					2016	2017	2018	2019	2020		
					гидротермический коэффициент						
					1,74	2,02	1,00	0,92	2,69		
Пшеница яровая	сбор сухой массы, ц/га		P ₇₀ K ₁₁₀	6,0	35,0	31,6	30,5	54,5	29,7		
			N ₅₀ P ₇₀ K ₁₁₀		48,0	73,4	44,5	78,2	34,4		
	азот в урожае, кг/га		P ₇₀ K ₁₁₀		47	41	43	40	33,0		
			N ₅₀ P ₇₀ K ₁₁₀		60	120	64	95	37		
Люпин узколистый	сбор сухой массы, ц/га		P ₇₀ K ₁₁₀	1,4**)	20,0	23,1	33,4	26,2	17,2		
				1,6	-	-	41,8	33,0	16,7		
				1,8	-	-	38,4	35,1	17,7		
			N ₅₀ P ₇₀ K ₁₁₀	1,4	45,0	28,6	34,4	20,2	15,1		
				1,6	-	-	37,6	33,0	20,4		
				1,8	-	-	38,6	29,0	20,3		
			азот в урожае, кг/га	общий	P ₇₀ K ₁₁₀	1,4	75	52	138	91	42
						1,6	-	-	174	107	38
						1,8	-	-	165	104	46
					N ₅₀ P ₇₀ K ₁₁₀	1,4	151	57	136	76	33
	1,6	-				-	160	111	42		
	1,8	-				-	159	95	42		
	фиксированный	P ₇₀ K ₁₁₀		1,4	28	11	95	51	9		
				1,6	-	-	131	67	5		
				1,8	-	-	122	64	13		
		N ₅₀ P ₇₀ K ₁₁₀		1,4	91	0	72	0	0		
				1,6	-	-	96	16	5		
				1,8	-	-	95	0	5		
	коэффициент N ₂ -фиксации		P ₇₀ K ₁₁₀	1,4	0,37	0,21	0,69	0,56	0,21		
				1,6	-	-	0,75	0,63	0,13		
				1,8	-	-	0,74	0,62	0,28		
			N ₅₀ P ₇₀ K ₁₁₀	1,4	0,60	0	0,53	0	0		
				1,6	-	-	0,60	0,14	0,12		
				1,8	-	-	0,60	0	0,12		

*) – в среднем за 5 лет; **) – в 2016 году 1,2 млн./га

Увеличение норм высева люпина от 1,4 млн/га до 1,6-1,8 млн/га оказывало слабое положительное влияние на урожайность сухой массы, накопление в ней общего и биологического азота, увеличивая величины рассматриваемых показателей в среднем по вариантам удобрения с 26,3 ц/га, 89,2 кг/га и 38,8 кг/га до 29,8-30,4 ц/га, 102,2-103,0 кг/га и до 58,8-59,2 кг/га соответственно без четкой связи с величинами норм высева. При этом размеры коэффициента N_2 – фиксации возрастали с 0,44 до 0,57-0,58 с максимумом при норме высева 1,6 млн/га (табл. 1).

Степень влияния удобрений на урожайность и азотфиксирующую способность зернобобовых культур, в том числе – и люпина узколистного находилась в тесной зависимости от складывающихся метеорологических условий вегетационного периода. При избыточном увлажнении урожайность сухой массы в фазе начала цветения в среднем за 3 года по фону РК составила 18,9 ц/га, в условиях умеренной засушливости возросла до 34,6 ц/га. Увеличилось также накопление общего и биологического азота в урожае соответственно с 57 кг/га и 13 кг/га до 130 и 88 кг/га, а коэффициент N_2 -фиксации – с 0,26 до 0,68 или более чем в 2,5 раза.

Азот в составе полного минерального удобрения в избыточно влажные годы оказывал небольшое положительное влияние на урожайность сухой массы и накопление в ней азота увеличивая их величины соответственно с 18,9 ц/га до 25,9 ц/га, с 57 кг/га до 65 кг/га ($N_{общ.}$) и с 13 кг/га до 20 кг/га ($N_{фикс.}$). При этом коэффициент N_2 -фиксации повысился от 0,26 до 0,31 или на 19%.

Улучшение соотношения влаги и воздуха в корнеобитаемом слое почвы под люпином при умеренной засушливости в сравнении с переувлажнением приводило к небольшому увеличению сбора сухой массы на фоне полного минерального удобрения в среднем с 27,7 ц/га до 32,1 ц/га (+16%). Однако при этом снижалось накопление в урожае фиксированного из атмосферы азота в среднем с 88 кг/га до 46 кг/га, а Кф – с 0,68 до 0,37 (- 46%) (табл.1).

Следовательно, в неблагоприятных условиях увлажнения, обусловленных большим количеством осадков, азот в составе NPK является, в некоторой степени, стабилизирующим фактором для N_2 – фиксации. При умеренной засушливости азот удобрений оказывал отрицательное влияние на азотфиксирующую систему люпина и коэффициент N_2 -фиксации оставался низким, но все же был выше, чем при избыточном увлажнении (0,37 против 0,31).

Нами установлено также, что при ГТК за период активной вегетации 0,92-1,00 с увеличением нормы высева люпина с 1,4 млн/га до 1,6-1,8 млн/га сбор сухой массы возрастал в среднем по вариантам удобрения с 28,6 ц/га до 35,3-36,4 ц/га (+23-27%), а накопление азота в биомассе с 54 кг/га до 110-167 кг/га ($N_{общ.}$) и с 54 кг/га до 108-113 кг/га ($N_{ф.}$), что приводило к росту коэффициента N_2 -фиксации с 0,49 до 0,67-0,68 с максимумом при норме высева 1,6 млн/га. В условиях переувлажнения также наблюдалось увеличение урожайности сухой массы с ростом норм высева, но в меньшей степени (+13-16%). В тоже время, накопление общего и фиксированного азота в биомассе уменьшалось с 68 кг/га до 38-44 кг/га и с 23 кг/га до 5-9 кг/га соответственно, а величины коэффициента N_2 – фиксации – с 0,34 до 0,13-0,20 без четкой связи с нормами высева (табл. 1).

Таким образом, наилучшие условия для азотфиксации люпином узколистным в годы исследований складывались при ГТК за вегетационный период 0,92-1,00, когда величина коэффициента N_2 -фиксации на фосфорно-калийном фоне достигала 0,56-0,75 с максимумом при норме высева 1,6 млн/га. Азот удобрений снижал его в среднем до 0,37 (- 44%).

Исследования по влиянию элементов агротехнологии на зерновую продуктивность детерминантного сорта люпина узколистного в одновидовом посеве проводились нами в 2018-2020 годах на двух фонах удобрений при трех нормах высева без гербицидной защиты и с ее использованием.

По данным количественно-весового учета сорного компонента (начало образования соцветий) его количество на свободном от гербицидов фоне изменялось в диапазоне 75-123 шт./м², а сырая масса – от 737 до 776 г/м² и в среднем составляли 103 шт./м² и 751 г/м². Применение в 2018-2019 годах системы защиты растений от сорняков с использованием

почвенных гербицидов прометринового ряда, а по вегетации – на основе имазетапира способствовало снижению количества сорной растительности в среднем со 118 шт./м² до 87 шт./м² или на 25%, а их массы с 756 г/м² до 473 г/м² или на 37%. В 2020 году применение системы защиты растений на основе современных гербицидов нового поколения концерна «Август» посев люпина узколистного удалось полностью очистить от сорняков и поддерживать его в таком состоянии до начала образования соцветий или в течение 2,5 месяцев. Вторая волна сорной растительности, представленная в основном однолетними злаковыми видами (куриное просо, щетинники), подавлялась опрыскиванием по вегетации противозлаковым гербицидом Миура. При этом в среднем за годы исследований эффективность гербицидной защиты люпина составила 50% по количеству и 58% по массе, в том числе в 2018-2019 годах 26% и 3% соответственно (табл. 2). Следует отметить, что предпосевное внесение азота в дозе 50 кг/га по фону РК способствовало росту численности сорного компонента в среднем с 94 шт./м² до 111 шт./м² или на 18%, а его массы с 598 г/м² до 904 г/м² или на 51%. Используемые нами системы защиты уменьшали количество сорняков на этом фоне в среднем на 59%, их массы – на 60%. При осеннем внесении РК – на 54% и 64% соответственно (табл. 2).

Следовательно, при указанной степени засоренности эффективность применения гербицидной защиты в опыте не зависела от фона удобренности и составляла 54-59% количеству и 60-64% по массе или в среднем по вариантам удобрения 56% и 62% соответственно (табл. 2).

Изучаемые нами нормы высева люпина узколистного без применения гербицидов оказывали влияние в большей степени на массу сорняков, снижая ее на 29%, в то время как их количество уменьшалось только на 2-3%. На фоне применения гербицидной защиты повышение норм высева от 1,4 млн/га до 1,6-1,8 млн/га сопровождалось уменьшением их количества на 5-26%, а их массы – только при норме высева 1,6 млн/га на 18%.

Наиболее значимое влияние совместного использования гербицидной защиты и норм высева семян люпина узколистного на количество сорного компонента проявлялось при посеве нормой 1,6 млн/га, где эффект взаимодействия факторов составил в среднем за 3 года исследований 48% против 45% по сумме отдельных эффектов. Это указывает на наличие слабого (+3%) синергизма при взаимодействии рассматриваемых факторов. Однако, по влиянию на массу сорной растительности подобной закономерности не проявлялось. Эффект взаимодействия составил при этом 68%, а сумма отдельных эффектов 73% (табл. 2). Поэтому, с учетом отмеченных закономерностей, главным условием уменьшения засоренности люпина узколистного в годы исследований следует считать применение гербицидов.

Среднегодовая (2018-2020 гг.) урожайность зерна изучаемого сорта люпина узколистного в среднем по опыту составила 2,78 т/га (1,86-3,24 т/га). Увеличение нормы высева культуры от 1,4 млн/га до 1,6-1,8 млн/га в среднем по факторам, кроме изучаемого способствовало тенденции роста урожайности от 2,66 т/га до 2,68-2,89 т/га. Наиболее выраженное положительное влияние этого элемента агротехнологии наблюдалось в относительно благоприятные по условиям увлажнения 2018-2019 годы, когда под влиянием этого фактора урожайность увеличилась с 2,75 т/га до 2,93-3,17 т/га (+7-15%).

Ухудшение условий формирования урожая в 2020 году выравнивало величины его до 2,48-2,56 т/га, что указывает на отсутствие влияния норм высева на урожайность (табл. 3).

Азот удобрений в целом уменьшал зерновую продуктивность люпина в среднем на 6% от среднегодового (2018-2020) урожая на фосфорно-калийном фоне. Его отрицательное влияние с наибольшей выраженностью проявилось при ГТК 0,92-1,00, когда урожайность достоверно снижалась в среднем с 3,10 т/га до 2,74 т/га или на 0,36 т/га (12%). В тоже время, в неблагоприятных условиях увлажнения 2020 года урожайность зерна под влиянием предпосевного внесения 50 кг/га азота на фоне РК проявляла тенденцию к увеличению с 2,42 т/га до 2,61 т/га или на 8%, что согласуется со степенью и направленностью воздействия его на азотфиксацию (табл. 3).

Таблица 2

**Засоренность люпина узколистного в зависимости от элементов технологии возделывания и применения гербицидов
при разных погодных условиях**

Вариант удобрения *)	Нормы высева, млн./га	2018				2019				2020				Снижение засоренности, %					
		Гидротермический коэффициент																	
		1,00				0,92				2,69				2018		2019		2020	
		Сорный компонент																	
		Кол.-во, шт./м ²		Масса, г/м ²		Кол.-во, шт./м ²		Масса, г/м ²		Кол.-во, шт./м ²		Масса, г/м ²							
		Использование гербицида (–, +)												по количеству	по массе	по количеству	по массе	по количеству	по массе
		-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+						
P ₅₀ K ₆₀	1,4	76	36	424	200	92	87	440	320	50	0	800	0	53	53	6	27	100	100
	1,6	144	132	600	480	76	58	660	380	41	0	600	0	8	20	24	42	100	100
	1,8	156	81	630	480	98	71	700	410	114	0	528	0	48	24	28	41	100	100
N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	1,4	188	128	1360	800	163	130	1000	700	81	0	1200	0	32	41	20	30	100	100
	1,6	112	64	640	440	116	104	760	350	79	0	440	0	43	31	10	54	100	100
	1,8	64	44	1000	680	127	106	860	440	84	0	880	0	31	32	16	49	100	100
В среднем по опыту		123	81	776	513	112	93	737320	433	75	0	741	0	34	34	17	41	100	100

*) – среднегодовые дозы за 2018-2020 г.г.

Таблица 3

**Урожайность зерна люпина узколистного в зависимости от удобрений, норм высева и применения гербицидов
при разных погодных условиях, т/га**

Дозы удобрений, кг/га Фактор А	Нормы высева, млн./га Фактор В	2018 г				2019 г				2020 г.			
		Гидротермический коэффициент											
		1,00				0,92				2,69			
		Использование гербицидов (- , +), фактор С											
		-	+	прибавка от гербицидов		-	+	прибавка от гербицидов		-	+	прибавка от гербицидов	
		т/га	%			т/га	%			т/га	%		
P ₅₀ K ₆₀	1,4	2,82	2,83	-	-	2,61	3,31	0,70	27	1,96	2,64	0,68	35
	1,6	2,67	3,49	0,82	31	2,81	3,44	0,63	22	2,06	2,88	0,82	40
	1,8	3,28	3,64	0,36	11	2,76	3,49	0,73	26	1,89	3,08	1,19	63
N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	1,4	2,62	2,73	0,11	4	2,40	2,65	0,25	10	1,76	3,56	1,80	102
	1,6	2,57	2,99	0,42	16	2,23	2,98	0,75	34	1,86	3,46	1,60	86
	1,8	2,93	2,83	-0,10	-3	2,43	3,55	1,12	46	1,64	3,38	1,74	106
HCP _{0,05} , т/га А=			0,20					0,26					
В=			0,20					0,32					
С=			0,28					0,40					
АВ=			0,28					0,45					
АС=			0,24					0,45					
ВС=			0,22					0,48					
АВС=			0,36					0,55					

Как в отдельные годы, так и в среднем за трехлетний период исследований, наиболее значимым фактором, определяющим величину урожайности зерна изучаемой разновидности узколистного люпина, было применение гербицидной защиты. Если без гербицидов средняя урожайность зерна в опыте составляла 2,32 т/га, то при их применении – 3,16 т/га или на 36% выше. Эффективность гербицидов в годы исследований в большей степени проявлялась при избыточном увлажнении и использовании современных препаратов нового поколения, когда урожайность зерна под их влиянием увеличивалась в среднем с 1,97 т/га до 3,17 т/га или на 61%. В более благоприятных условиях увлажнения (2018-2019 г.г.) их воздействие на урожайность было менее выраженным. Прибавка в среднем за два года составила 18%, а урожайность при этом возрастала с 2,68 т/га до 3,16 т/га (табл. 3). Впрочем, невысокая эффективность избранной в эти годы системы защиты растений от сорного компонента агрофитоценоза могла быть обусловлена так же и не вполне оптимальным выбором препаратов.

Обобщение результатов наших исследований свидетельствует о том, что максимальная урожайность зерна, равная 3,49-3,64 т/га формировалась без внесения азота на фосфорно-калийном фоне по среднегодовым за 2018-2020 гг. дозам $P_{50}K_{60}$ при норме высева 1,8 млн/га и использовании гербицидной обработки как после посева, так и по вегетации. При формировании урожайности зерна такого же уровня 3,56 т/га в условиях избыточного увлажнения, норма высева составила 1,4 млн/га, но по фону гербицидной защиты потребовалось дополнительное внесение 50 кг/га азота перед посевом (табл. 3)

Таким образом, в среднем за годы исследований по эффективности воздействия на азотфиксирующую способность и зерновую продуктивность люпина узколистного детерминантной разновидности изучаемые элементы агротехнологии располагались в следующем убывающем ряду: гербицидная защита, нормы высева, применение удобрений. Обеспеченность корнеобитаемого слоя (0-20 см) дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в первую половину вегетации этой культуры подвижным фосфором и калием на уровне 4-5 классов по принятым грациям следует считать оптимальным для достигнутой максимальной урожайности зерна при достаточном уровне увлажнения и гербицидной защиты. При этом дозы соответствующих удобрений в основное внесение следует рассчитывать с учетом полного восполнения выноса планируемой урожайностью.

Заключение

По результатам исследований (2016-2020 гг.) основным условием успешного возделывания детерминантного сорта люпина узколистного Ладный в одновидовом посеве на среднесуглинистых дерново- подзолистых почвах Центрального Нечерноземья с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием является строгое соблюдение следующих элементов технологии: протравливание семян современными протравителями с инсектицидными свойствами, предпосевная обработка семян 5–10 % раствором молибденово-кислого аммония и активным штаммом N_2 - фиксирующих бактерий заводского производства при выращивании его в первые 3 года на полях, где он никогда не высевался. Поддерживание содержания подвижного фосфора и калия в почве в диапазоне 150-200 мг/кг соответственно внесением фосфорно-калийных удобрений, посев нормами высева не ниже 1,6-1,8 млн/га; применение комплекса агротехнических и химических мер борьбы с сорным компонентом агрофитоценоза с использованием системы почвенных и по вегетации гербицидов нового поколения, разработанных специально для использования по люпину. Применение азотного удобрения стартовыми дозами не более 50 кг/га только в условиях ингибирования активной азотфиксации (засуха, избыточное увлажнение, низкие температуры в начале вегетации). При этом во второй половине вегетации стимуляция ростовых процессов растений и созревания зерна обеспечивается некорневым внесением ростостимулирующих препаратов с антистрессовым эффектом и добавлением макро - и микроэлементов (Zn, B), а при необходимости – использование десикантов.

Усовершенствованная нами технология обеспечивала получение 3,5-3,7 т/га зерна в благоприятные по увлажнению годы по фону РК с коэффициентом N₂-фиксации в период максимума 0,56-0,75, в неблагоприятные – по фону NPK в среднем 0,36 и такой же уровень урожайности.

Литература

1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2. (26). – С. 4-10. DOI:10.24414/2309 -348X-2018-10008.
2. Близняк В.В. Влияние гербицидов на засоренность, физиологические параметры и урожайность детерминантных сортов узколистного люпина в условиях Центральные районов Нечерноземной зоны // Автореф. дис... канд. с.-х. наук / Немчиновка. – 2008. – 216 с.
3. Русаков Д.В. Продуктивность и азотфиксирующая способность люпина узколистного в зависимости от применяемых гербицидов в Северо-Западном регионе России // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Немчиновка. – 2008. – 22 с.
4. Краснойаров А.Г., Чекстер Н.Ю., Проворова О.Н., Крылова Т.С. Агроэкологическая оценка применения новых гербицидов на зернобобовых культурах в Калининградской области // Многофункциональное и адаптивное кормопроизводство /Сб. научных трудов. – М. – 2017. – С. 81-87.
5. Лапушкина А.А. Влияние селена и кремния на устойчивость ячменя и гороха к неблагоприятным внешним условиям // Автореф. дис.. канд. биол. наук. – М. – 2020. – 24 с.
6. Демьянова – Рой Г.Б., Борцова Е.Б. Влияние состава микроудобрений и препаратов направленного действия на элементы структуры урожайности, урожайность сортов сои в условиях Северо-Западного региона // Естественные и технические науки. – 2012. - № 5. - С. 159-164.
7. Радкевич М.А. Агрономическая, энергетическая и экономическая оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Вестник Белорусской сельскохозяйственной академии. – 2020. - № 2. – С. 96-100.

References

1. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Development of production of leguminous crops in the Russian Federation. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 2, pp. 4-10.
2. Bliznyuk V.V. Influence of herbicides on weediness, physiological parameters and productivity of determinant varieties of narrow-leaved lupine in the conditions of the Central regions of the Non-Chernozem zone. *Avtoref. dis. ... Cand. s.-kh. sciences. Nemchinovka*, 2008, 216 p.
3. Rusakov D.V. Productivity and nitrogen-fixing ability of angustifolia lupine depending on the herbicides used in the North-West region of Russia. *Abstract of the thesis. dis. ... Cand. s.-kh. sciences. Nemchinovka*, 2008, 22 p.
4. Krasnoyarov A.G., Chekster N.Yu., Provorova O.N., Krylova T.S. Agroecological assessment of the use of new herbicides on leguminous crops in the Kaliningrad region. *Multifunctional and adaptive forage production. Coll. scientific. Proceedings, Moscow*, 2017, pp. 81-87.
5. Lapushkina A.A. The influence of selenium and silicon on the resistance of barley and pea to unfavorable external conditions. *Abstract of the thesis. diss. ... Cand. biol. sciences, Moscow*, 2020, 24 p.
6. Demyanova - Roy G.B., Bortsova E.B. Influence of the composition of microfertilizers and targeted drugs on the elements of the structure of yield, yield of soybean varieties in the North-Western region. *Natural and technical sciences*, 2012, no. 5, pp. 159-164.
7. Radkevich M.A. Agronomic, energy and economic assessment of nutritional conditions during the cultivation of narrow-leaved lupine on sod-podzolic light loamy soil. *Bulletin of the Belarusian Agricultural Academy*, 2020, no. 2, pp. 96-100.

СООТНОШЕНИЕ ВЫСОТЫ ТРАВСТОЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАВ С ИХ КОРМОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ПРИ МНОГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

С.В. КИРЮХИН, З.А. ЗАРЬЯНОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Изучены разнообразные виды и сорта многолетних злаковых и бобовых трав. Определены высота их травостоя в укосной спелости и кормовая продуктивность. Исследования проводились в течение четырёх лет пользования травостоем. Проведённые исследования выявили существенные различия между представленными в опыте видами, как по высоте растений, так и по урожаю сухой массы. Изучаемые виды характеризовались различной динамикой изменения этих показателей за годы исследований. Проведён анализ среднегодовых значений высоты травостоя и урожайности, найдены корреляционные связи между ними.

Ключевые слова: многолетние травы, высота травостоя, кормовая продуктивность, урожайность, злаковые травы, бобовые травы, высокорослость, корреляционные связи.

RATIO OF HEIGHT OF PLANTS OF DIFFERENT TYPES OF HERBS WITH THEIR FORAGE PRODUCTIVITY WITH LONG-TERM USE

S.V. Kiryukhin, Z.A. Zar'yanova

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *Various types and varieties of perennial grasses and legumes were studied. Height of their herbage in cutting maturity and forage productivity stages was determined. The research was carried out during four years of using the grass stand. The studies carried out revealed significant differences between the species presented in the experiment, both in plant height and in dry matter yield. The studied species were characterized by different dynamics of changes in these indicators over the years of research. The analysis of the average annual values of the height of the herbage and the yield was carried out, and correlations between them were found.*

Keywords: perennial grasses, grass stand height, forage productivity, productivity, cereal grasses, legumes, tallness, correlations.

Создание надежной кормовой базы – одна из наиболее значимых проблем развития животноводства. Животные нуждаются в разностороннем, полноценном кормлении [1]. Многолетние злаковые и бобовые травы являются источником качественных и дешевых кормов для животноводства. Корма из трав обладают высокой энергетической ценностью, содержат необходимое количество аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов [2].

Расширение видового и сортового состава многолетних трав позволяет обеспечить равномерное конвейерное поступление богатых протеином кормов, тем самым сбалансировать состав рациона питания животных [3].

В современных условиях ведения сельского хозяйства отмечено негативное воздействие на почву сельскохозяйственной техники, почва уплотняется, при обработке нарушается её структура, что при дефиците гумуса приводит к механическому разрушению агрегатов, к обесструктуриванию пахотных почв. Применение многолетних трав в звене

севооборота способствует восстановлению структуры почвы, накоплению гумуса и улучшению ее водопрочности. В структурной почве обеспечиваются благоприятные условия для интенсивного роста и развития растений [4, 5].

Возделывание многолетних трав позволяет рационально использовать климатические, почвенные и растительные ресурсы. Многие виды и сорта многолетних трав имеют широкую приспособленность к почвенно- климатическим условиям и экологическую пластичность, в полной мере реализовывая свой хозяйственно-биологический потенциал, что дает возможность стабильно получать высокую урожайность кормовой массы и семян при разных складывающихся погодно-климатических условиях [6, 7]. В связи с этим, важной задачей, стоящей перед научными учреждениями, является изучение широкого спектра свойств и признаков для разнообразных видов и сортов многолетних трав отечественной и зарубежной селекции, которое позволяет определить различия между ними, а также выявить связи между разными признаками [8].

Материал и методика исследований.

Исследования проведены в 2017-2020 гг. на базе опытного поля ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, в условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона и лесостепной зоны РФ. Почва опытного участка места проведения опытов - тёмно-серая лесная среднесуглинистого состава, слабокислая ($pH_{\text{сол.}} = 5,5$). Содержание гумуса составляет 5,1 %, K_2O – 7,8 мг/100 г почвы, P_2O_5 – 18,6 мг/100 г почвы. Закладка питомников, полевые наблюдения, оценка морфологических и хозяйственных признаков проведены в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [9].

Целью исследований являлось изучение хозяйственно полезных признаков различных видов и сортов многолетних трав, представленных в питомнике экологического испытания, в том числе: двукосточник тростниковый (*Phalaris arundinacea* L.) Первенец; ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) Моршанская 143; кострец безостый (*Bromus inermis* Leyss.) Усход, Степаша, Павловский 22/05, Воронежский 17, Орловский 33; овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea* Schreb.) Балтика; овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) ВИК 5, Зорька, Павловская; тимopheевка луговая (*Phleum pratense* L.) ВИК 9, Валентина; житняк гребневидный (*Agropyron cristatum* (L.) Gaertn.) Павловский; козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.) Гале; эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC.) СибНИИК 30, Розовый 95, Павловский, Михайловский 5; люцерна изменчивая (*Medicago sativa* L.) Вера 87, Таисия, Лада, Луговая 67, Воронежская 6, Пастбищная 88); люцерна жёлтая (*Medicago varia* Mart.) Павловская; лядвенец рогатый (*Lótus corniculátus* L.) Луч; клевер гибридный (*Trifólium hybridum* L.) Маяк; клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) ВИК 70.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что виды многолетних трав, представленные в опыте, значительно различались по высоте травостоя и кормовой продуктивности (табл. 1).

Среди злаковых трав наибольшей высотой отличался двукосточник тростниковый, высота травостоя которого в первый год пользования составляла 171 см, в следующем году она была несколько ниже – 147 см, однако всё равно оставалась самой высокой среди изученных видов трав. Та же тенденция проявилась и на третий год пользования, когда растения двукосточника тростникового достигли высоты 163 см. Только на четвёртый год пользования высота травостоя была ниже – 86 см. Кормовая продуктивность укоса в 2017 году была значительной – 9,8 т/га, однако была ненамного выше средних показателей по опыту и снизилась на следующий год до 5,6 т/га.

В 2019 году кормовая продуктивность несколько возросла (до 6,4 т/га), превысив средний показатель по опыту на 2 т/га, но на четвёртый год пользования, за счёт частичного выпадения растений снизилась до 4,8 т/га, соответствуя средним показателям по опыту.

Таблица 1

Соотношение высоты растений и кормовой продуктивности различных видов многолетних трав в зависимости от года пользования травостоя

Название вида	Высота растений на момент укосной спелости, см				Кормовая продуктивность (сухое вещество), т/га			
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
Год укоса								
Двукосточник трост.	171	147	163	86	9,8	5,6	6,4	4,8
Овсяница тростниковая	151	131	65	107	8,8	4,5	4,0	4,9
Кострец безостый	135	137	102	97	13,1	5,9	7,1	4,7
Тимофеевка луговая	134	108	101	73	8,8	2,3	0,9	4,6
Ежа сборная	133	130	125	112	6,4	3,1	2,2	2,5
Овсяница луговая	112	94	62	92	5,7	1,3	0,0	4,2
Житняк гребневидный	104	90	80	78	9,7	2,2	2,0	3,7
Козлятник восточный	123	125	142	111	10,5	6,1	10,4	11,9
Эспарцет песчаный	117	112	120	84	12,5	5,6	5,6	7,6
Люцерна изменчивая	96	94	59	74	9,9	7,1	9,9	8,3
Люцерна желпогибридная	86	90	45	71	9,2	7,2	10,4	6,8
Лядвинец рогатый	51	56	37	55	5,3	3,6	1,2	0,0
Клевер розовый	63	53	42	0	7,3	3,1	0,0	0,0
Клевер белый	38	19	0	0	3,0	0,8	0,0	0,0
Среднее по опыту	108	99	82	74	8,6	4,2	4,3	4,6

За все годы изучения среднегодовая высота двукосточника тростникового составляла 142 см, что превышало среднюю высоту всех изучаемых трав на 51 см, а среднегодовая урожайность была больше на 1,3 т/га, от средней по опыту и составляла 6,7 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Среднегодовое значение высоты растений и кормовой продуктивности различных видов многолетних трав (2017-2020 гг.)

Название вида	Высота растений на момент укосной спелости, см	Разность высоты растений от среднего значения по опыту, см	Кормовая продуктивность (сухое вещество), т/га	Разность кормовой продуктивности от среднего значения по опыту, т/га
Двукосточник трост.	142	+51	6,7	+1,3
Овсяница тростниковая	114	+23	5,6	+0,2
Кострец безостый	118	+27	7,7	+2,3
Тимофеевка луговая	104	+13	4,2	-1,2
Ежа сборная	125	+34	3,6	-1,8
Овсяница луговая	90	-1	2,8	-2,6
Житняк гребневидный	88	-3	4,4	-1,0
Козлятник восточный	125	+34	9,7	+4,3
Эспарцет песчаный	108	+17	7,8	+2,4
Люцерна изменчивая	81	-10	8,8	+3,4
Люцерна желпогибридная	73	-18	8,4	+3,0
Лядвинец рогатый	50	-41	2,5	-2,9
Клевер розовый	40	-51	2,6	-2,8
Клевер белый	14	-77	1,0	-4,4
среднее по опыту	91	-	5,4	-

Растения овсяницы тростниковой имели высоту травостоя в 151 см в первый год пользования и 131 см на второй год. В 2019 году средняя высота снизилась до 65 см, что было меньше среднего показателя по опыту на 17 см, затем возросла на четвёртый год до 107

см. Урожайность растений была наивысшей в первый год пользования и составляла 8,8 т/га, а в последующие годы резко снижалась до 4,5 т/га в 2018 году и 4,0 т/га в 2019 году, немного увеличиваясь только на четвертый год пользования до 4,9 т/га. Во все годы пользования кормовая продуктивность овсяницы луговой была в пределах средних значений по опыту, отклоняясь от них крайне незначительно на 0,2-0,3 т/га. Среднее значение высоты за все годы исследований было 114 см и превышала средний показатель по опыту на 23 см, а средняя урожайность составляла 5,6 т/га, что было всего на 0,2 т/га выше среднего.

Кострец безостый также характеризовался значительной высотой травостоя, достигающей 135 см и 137 см в первый и второй годы пользования соответственно. Высота растений в 2019 году и 2020 году была ниже, достигая 102-97 см. Таким образом, высота костреца безостого была стабильно выше средних значений по опыту на 19-38 см. Кормовая продуктивность была очень высокой в первый год пользования травостоя, составляя 13,1 т/га, что является наивысшим показателем по опыту и превышает среднюю урожайность на 4,5 т/га. На второй год урожайность снизилась до 5,9 т/га, что было выше на 1,7 т/га, чем средний показатель по опыту. В 2019 году урожайность была выше среднего значения на 2,8 т/га и составляла 7,1 т/га. На четвертый год пользования вес сухой массы составлял 4,7 т/га, превысив средний показатель на 0,1 т/га. Таким образом, кострец безостый характеризуется высоким травостоем – 118 см в среднем за годы исследований, что выше среднегодового значения на 27 см, а также хорошей урожайностью в 7,7 т/га, что на 2,5 т/га больше среднего по опыту (рисунок).

Тимофеевка луговая в первый год использования травостоя характеризовалась высотой в укосной спелости в 134 см, которая в следующем году постепенно уменьшалась до 108 см, 101 см, 73 см в соответствующие со второго по четвертый годы пользования. При этом, если в первый год показатель высоты превышал средний по опыту на 26 см, то в дальнейшем разница колебалась от 9 см во второй год до 19 см на третий, на четвертый травостой тимopheевки луговой был на 1 см ниже среднего по опыту. Урожай сена тимopheевки луговой первого года пользования был в пределах среднего по опыту, составляя 8,8 т/га (+0,2 т/га). В последующие годы урожайность была ниже: 2,3 и 0,9 т/га, что было существенно меньше средних по опыту показателей на 1,9 и 3,4 т/га соответственно в 2018 и 2019 годах, однако, в 2020 году урожай сена тимopheевки луговой возрос и был в пределах среднего по опыту. Средние показатели за годы исследований составили: 104 см – высота травостоя и 4,2 т/га – урожайность сухой массы. Таким образом, несмотря на достаточно большую высоту растений, превышающую среднюю по опыту на 12 см, кормовая продуктивность тимopheевки луговой была ниже средней на 1,2 т/га.

Изучение показателей высоты травостоя ежи сборной по годам пользования позволило выявить тенденцию закономерного её снижения от первого к четвертому году пользования. Так, в 2017 году высота травостоя составляла 133 см, закономерно снижаясь до 130 см в 2018 году, 125 см в 2019 году и до 112 см в 2020 году. В соответствии с этими данными ежа сборная стабильно превышала среднюю высоту в опыте на 25-33 см. Урожайность ежи сборной была наивысшей в 2017 году – 6,4 т/га, однако снизилась в последующие годы более чем в 2 раза, от 3,1 т/га в 2018 году, до 2,2 т/га в 2019 году. На четвертый год пользования урожайность составила 2,5 т/га. Во все годы изучения она оставалась низкой и отставала от средней по опыту на 2,2-1,1 т/га. Анализ средних показателей по всем годам показывает, что в целом травостой был выше среднего по опыту на 34 см, а показатель урожайности ниже на 1,8 т/га.

Овсяница луговая характеризовалась умеренными значениями высоты растений в течении первых двух лет пользования: 112 и 94 см в первый и второй годы соответственно, что выше среднего показателя по опыту на 4 см в первый год и ниже на 5 см во второй. При этом урожайность в первый год была 5,7 т/га, а во второй существенно меньше – 1,3 т/га. На третий год пользования высота травостоя была обусловлена, главным образом наличием

стеблей с соцветиями в травостое, в то время как основная масса травостоя была не выше 5-7 см, в связи с чем существенного урожая сена получить не удалось. В последний год пользования высота растений была больше среднего показателя по опыту на 18 см, а урожайность составляла 4,2 т/га, что ниже среднего по опыту на 0,6 т/га. Таким образом, среднегодовая высота растений овсяницы луговой была 90 см, против 91 см в среднем. Однако среднегодовая урожайность была почти в 2 раза ниже среднего показателя по опыту и составляла 2,8 т/га, против 5,4 т/га в среднем.

Травостой житняка гребневидного не показал себя в опыте как высокорослый, сравнительно с другими многолетними травами. В течении первого и второго года пользования его высота составляла 104 см и 90 см, а на третий и четвёртый - 80 см и 78 см соответственно. Показатели высоты были меньше среднего по опыту на 2-3 см, кроме последнего года, где средний показатель был превышен на 4 см. Кормовая продуктивность житняка гребневидного была достаточно высокой в первый год пользования, составляя 9,7 т/га, что на 1,1 т/га выше среднего по опыту. В остальные годы урожайность снизилась, колеблясь от 3,7 т/га до 2,0 т/га, что было на 0,9-2,3 т/га меньше среднего. За все годы исследований для житняка гребневидного была характерна высота в 88 см, что на 3 см ниже среднего по опыту, а урожайность – 4,4 т/га, что на 1,0 т/га ниже среднего по опыту показателя.

Среди бобовых трав наибольшей высотой травостоя в укосной спелости обладал козлятник восточный. В течении многолетних наблюдений высота его травостоя оставалась высокой, так в 2017 и 2018 годах она составляла 123 и 125 см соответственно, затем в 2019 году была ещё выше – 142 см, и только в 2020 году снизилась до 111 см. Урожайность козлятника восточного была стабильной и высокой, в 2017, 2019 и 2020 годах, колеблясь в пределах 10,4-11,9 т/га, что было на 1,9-7,3 т/га больше среднего по опыту. Несмотря на относительно низкий вес сухой массы в 2018 году – 6,1 т/га, козлятник восточный по этому показателю всё равно превышал средние значения по опыту на 1,9 т/га. Среднегодовая высота травостоя козлятника восточного равнялась 125 см, что выше среднего значения по опыту на 34 см, а урожайность сухой массы была 9,7 т/га, что на 4,3 т/га больше среднего показателя по всем изучаемым видам трав.

Эспарцет песчаный в первые два года пользования сформировал травостой с высотой растений 117 см и 112 см, а на третий и четвёртый годы - 120 см и 84 см соответственно. В целом, высота травостоя эспарцета песчаного была выше средней во все годы наблюдений на 9-38 см, наибольшей высотой отличаясь на третий год пользования. Урожайность эспарцета песчаного была наиболее высокой в первый год пользования, достигая рекордных среди всех бобовых трав значений – 12,5 т/га, или на 3,9 т/га больше, чем средний по опыту результат. Кормовая продуктивность снизилась в последующие годы пользования, составляя на второй и третий годы пользования 5,6 т/га, а также 7,6 т/га - на четвёртый год, при этом урожайность превышала на 1,3-3,0 т/га средние значения по опыту. Таким образом, эспарцет песчаный имеет высокие среднегодовые показатели высоты растений в 125 см, что на 17 см выше среднего по опыту, а также хорошую урожайность в 7,8 т/га, что на 2,4 т/га больше среднего.

Люцерна изменчивая обладала стабильной средней высотой травостоя. В первые два года пользования высота составляла 96-94 см, что было на 5-12 см ниже среднего по опыту. В 2019 году высота составила 59 см, что было ниже среднего на 23 см. В 2020 году высота растений была больше по сравнению с предыдущим годом, оставаясь равной среднему значению в 74 см. Кормовая продуктивность люцерны изменчивой оставалась очень стабильной, и превышала средние значения по опыту в течении всех четырёх лет пользования. В 2017 году урожай сена люцерны изменчивой составлял 9,9 т/га (на 1,3 т/га выше среднего). На второй год пользования урожай равнялся 7,1 т/га (на 2,9 т/га выше среднего).

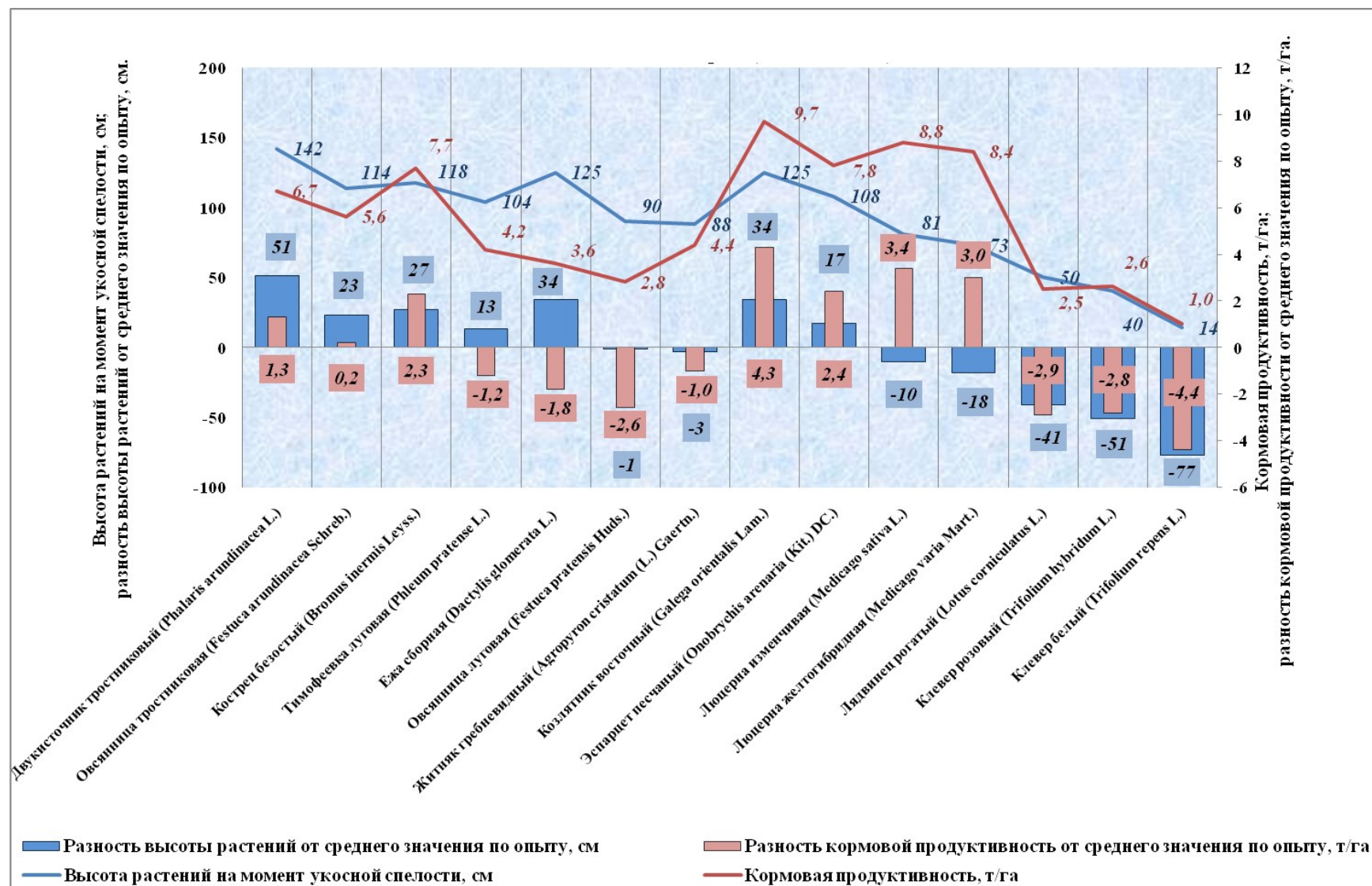


Рис. Среднегодовое значение высоты растений и кормовой продуктивности (сухое вещество) различных видов многолетних трав (2017-2020 гг.).

На следующий год укос сена возрос до 9,9 т/га (на 5,6 т/га больше среднего), и наконец, в 2020 году кормовая продуктивность составила 8,3 т/га (на 3,7 т/га выше средних значений). Таким образом, несмотря на относительно небольшую среднегодовую высоту травостоя – 81 см (на 10 см ниже средних по опыту значений), урожай сухой массы люцерны изменчивой оставался высоким по всем годам, составляя в среднем 8,8 т/га, что было выше среднегодовых значений по опыту на 3,4 т/га.

Люцерна жёлтая характеризовалась схожими значениями высот и урожайности. Сравнительно с люцерной изменчивой, высота травостоя была на 3-14 см ниже и составляла 45-90 см. Различия по урожаю сена между двумя видами люцерны составляли по разным годам исследования не более 1,5 т/га, в пользу люцерны изменчивой. Среднегодовая же разница кормовой продуктивности составляла 0,4 т/га. Таким образом, люцерна изменчивая характеризовалась более высокой урожайностью и высотой травостоя, чем жёлтая.

Высота травостоя лядвенца рогатого составляла по годам пользования 37-56 см. В первый год пользования урожайность сухого вещества составила 5,3 т/га, на следующий - 3,6 т/га, на третий год пользования 1,0 т/га, что было ниже среднего по опыту на 3,3 т/га, 0,6 т/га и 3,1 т/га соответственно. В целом за годы исследований лядвенец рогатый характеризовался высотой травостоя в 50 см (на 41 см ниже среднего по опыту) и средней урожайностью за все годы в 2,5 т/га (на 2,9 т/га меньше значений по опыту в целом).

Клевер розовый или гибридный на третий-четвёртый год пользования выпал из травостоя. Высота травостоя этого вида в 2017 году составила 63 см, в 2018 году – 53 см, что было ниже среднего по опыту на 40-45 см. Урожайность сена клевера розового была достаточно высокой только в первый год пользования – 7,3 т/га, хотя и уступала среднему по опыту на 1,3 т/га. На второй год урожайность сена составила 3,1 т/га (на 1,1 т/га ниже среднего).

Клевер ползучий сформировал травостой только в течение первых двух лет пользования. При этом его высота составила 38 см в 2017 году и 19 см в 2018 году, что было значительно ниже остальных трав, представленных в опыте. Кормовая продуктивность клевера ползучего составила 3 т/га в первый год пользования и 0,8 т/га во второй год пользования. В последующие годы клевер ползучий не сформировал урожай кормовой вследствие засушливых погодных условий.

На основе анализа опытных данных установлено, что у многолетних трав между высотой травостоя в укосной спелости и урожайностью сухого вещества существует прямая положительная корреляционная связь среднего значения ($r=0,58$), использование которой позволит отобрать наиболее урожайные по кормовой продуктивности виды и сорта.

Заключение

В результате проведённых исследований выявлено, что изучаемые виды многолетних трав характеризовались значительными различиями как по высоте травостоя, так и по урожайности сухой массы, а также по соотношению этих показателей. Двукосточник тростниковый, кострец безостый, козлятник восточный, эспарцет песчаный сочетали значительную высоту растений с хорошей урожайностью сена. Люцерна изменчивая и люцерна жёлтая при средней высоте травостоя характеризовались высокой урожайностью. Ежа сборная, тимофеевка луговая, овсяница луговая и овсяница тростниковая были достаточно высокорослыми, но имели меньшие среднегодовые показатели урожайности. Другие виды многолетних трав, представленные в опыте, ввиду своих биологических особенностей существенно не выделялись по урожайности сухой массы и высоте травостоя.

Между кормовой продуктивностью и высотой травостоя многолетних трав выявлена устойчивая средняя корреляционная связь ($r=0,58$).

Литература

1. Силаева Л.П., Алексеев С.А., Меньшова А.Е. Эффективность размещения и производства кормовых культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 6. – С. 42-48.
2. Зарьянова З.А., Зотиков В.И., Кирюхин С.В. Видовое и сортовое разнообразие многолетних трав для условий Орловской области // Кормопроизводство – 2017. – № 11. – С. 32-38.

3. Чухина О.В., Демидова А.И., Ганичева В.В., Куликова Е.И., Демидов Н.С. Биохимический состав зелёной массы многолетних трав различных сортов, видов и агрофитоценозов // Современные тенденции в науке и образовании: новый взгляд. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Под общей редакцией А.И. Вострецова. Нефтекамск, Башкортостан. – 2020. – С. 67-75.
4. Несмеянова М.А. Структурно-агрегатный состав и водопрочность почвы под влиянием многолетних бобовых трав // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 1 (9). – С. 50-55.
5. Гаврилов А.М., Киричкова И.В. Накопление в почве органического вещества при длительном возделывании многолетних трав // Плодородие. – 2008. – № 2 (41). – С. 37-38.
6. Косолапов В.М., Пилипко С.В. Основные методы и результаты селекции многолетних трав // Кормопроизводство. – 2018. – № 2. – С. 23-28.
7. Игнатьев С.А., Грязева Т.В., Игнатьева Н.Г., Регидин А.А. Изучение динамики продуктивности и качества корма разных сортов люцерны и эспарцета // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 5 (59). – С. 10-14.
8. Зарьянова З.А., Кирюхин С.В., Бобков С.В., Меркулов Д.Е. Структура и качество кормовой массы различных видов многолетних трав // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 115-121.
9. Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами. – М., – 1987 – 200 с.

References

1. Silaeva L.P., Alekseev S.A., Men'shova A.E. Jefferktivnost' razmeshhenija i proizvodstva kormovyh kul'tur [Efficiency of fodder crops placement and production]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. 2017, no 6, pp. 42-48.
2. Zar'janova Z.A., Zotikov V.I., Kiryukhin S.V. Vidovoe i sortovoe raznoobrazie mnogoletnih trav dlja uslovij Orlovskoj oblasti [Species and varietal diversity of perennial grasses for the conditions of the Oryol region]. *Kormoproizvodstvo*. 2017, no 11, pp. 32-38.
3. Chuhina O.V., Demidova A.I., Ganicheva V.V., Kulikova E.I., Demidov N.S. Biohimicheskiy sostav zel'jonoj massy mnogoletnih trav razlichnyh sortov, vidov i agrofitocenofov [Biochemical composition of the green mass of perennial herbs of various varieties, species and agrophytocenoses]. *Sovremennye tendencii v nauke i obrazovanii: novyj vzgljad. Materialy Mezhdunarodnoj (zaочноj) nauchno-prakticheskoj konferencii. Pod obshhej redakciej A.I. Vostrecova*. 2020, pp. 67-75.
4. Nesmejanova M.A. Ctrukturno-agregatnyj sostav i vodoprochnost' pochvy pod vlijaniem mnogoletnih bobovyh trav [Structural-aggregate composition and water strength of soil under the influence of perennial legumes]. *Permskij agrarnyj vestnik*. 2015, no 1 (9), pp. 50-55.
5. Gavrilov A.M., Kirichkova I.V. Nakoplenie v pochve organicheskogo veshhestva pri dlitel'nom vozdeľyvanii mnogoletnih trav [Accumulation of organic matter in soil during long-term cultivation of perennial grasses]. *Plodorodie*. 2008, no 2 (41), pp. 37-38.
6. Kosolapov V.M., Pilipko S.V. Osnovnye metody i rezul'taty selekcii mnogoletnih trav [Main methods and results of selection of perennial herbs]. *Kormoproizvodstvo*. 2018, no 2, pp. 23-28.
7. Ignat'ev S.A., Grjazeva T.V., Ignat'eva N.G., Regidin A.A. Izuchenie dinamiki produktivnosti i kachestva korma raznyh sortov ljucerny i jesparceta [Study of the dynamics of productivity and quality of fodder of different varieties of alfalfa and esparcete]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2018, no 5 (59), pp. 10-14.
8. Zar'janova Z.A., Kiryukhin S.V., Bobkov S.V., Merkulov D.E. Struktura i kachestvo kormovoj massy razlichnyh vidov mnogoletnih trav [Structure and quality of feed mass of various types of perennial grasses]. *Zernobobovyje i krupjanye kul'tury*. 2017, no 4 (24), pp. 115-121.
9. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju opytov s kormovymi kul'turami. [Methodological guidelines for conducting experiments with fodder crops]. Moscow, 1987, 200 p.

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-123-128

УДК 631.521: 633.16

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ В РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ПОСЕВА

Т.Г. ГОЛОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-3296-1984

Л.А. ЕРШОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-8568-2837

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»,

E-mail: niish1c@mail.ru

*Климат Воронежской области, расположенной на юго-востоке ЦЧР, резко континентальный, с неравномерным выпадением осадков по годам и в течение вегетационного периода. Одним из путей достижения потенциально возможных урожаев является оценка и разработка обоснованных агротехнических приемов, позволяющих контролировать производственный процесс отдельного сорта, сделав его менее зависимым от внешних факторов. Основной задачей исследования явилось выявление оптимальных норм посева с учетом использования минерального удобрения при посеве. Дана характеристика районированным сортам по элементам продуктивности и качеству зерна. Выяснено, что в средне засушливых условиях Воронежской области, которые складываются наиболее часто, эффективна норма высева 4,0 млн. всхожих семян на гектар. За годы изучения сорта местной селекции Таловский 9 и Икорец были более продуктивными в этом варианте посева. У интенсивных сортов Приазовский 9 и Икорец прибавки на удобренном фоне более убедительны (6,2 и 6,5 ц/га соответственно), чем у степного сорта Таловский 9 (5,0 ц/га). Установлено, что наибольший вклад в формирование урожайности вносят структурные элементы: масса зерна с растения ($r = 0,77^{***} - 0,87^{***}$) и масса 1000 зерен ($r = 0,82^{***} - 0,92^{***}$). Обнаружено, что в вариантах с пониженной нормой высева (4,0 млн./га всхожих семян) стекловидность зерна выше. Величина показателя стекловидности при использовании удобрений снижалась, более значимо в вариантах с нормой высева 5,0 млн. Отмечено, что внесение под ячмень при посеве минеральных удобрений в дозе 30 кг д.в. эффективно при выращивании и кормовых и пивоваренных сортов.*

Ключевые слова: ячмень, сорта, урожайность, нормы посева, удобрения.

PRODUCTIVITY OF BARLEY VARIETIES IN VARIOUS SOWING OPTIONS

T.G. Golova, L.A. Ershova

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

Abstract: *The climate of the Voronezh region, located in the southeast of the Central Black Region, is sharply continental, with uneven precipitation over the years and during the growing season. One of the ways to achieve potentially possible yields is to assess and develop sound agrotechnical techniques that allow you to control the production process of a particular variety, making it less dependent on external factors. The main task of the study was to identify the optimal sowing rates, taking into account the use of mineral fertilizers during sowing. The characteristics of the zoned varieties are given according to the elements of productivity and grain quality. It was found that in the medium arid conditions of the Voronezh region, which occur most often, the sowing rate of 4.0 million seeds is effective. Over the years of studying local varieties, Talovskiy 9 and Ikorets were more productive in this sowing option. In the intensive varieties Priazovsky 9 and Ikorets, the increments against the fertilized background are more convincing: 6.2 and 6.5 c / ha, respectively. It was found that the greatest contribution to the formation of productivity is made by structural elements: the mass of grain per plant ($r = 0.77^{***} - 0.87^{***}$) and the mass of 1000 grains ($r = 0.82^{***} - 0.92^{***}$). It was found that in the variants with a reduced sowing rate – 4.0*

million seeds, the vitreousness of the grain is noticeably higher, its value decreased with the use of fertilizers, more significantly in the variants with a sowing rate of 5.0 million. in a dose of 30 kg a.i., effective when growing forage and forage and brewing varieties.

Keywords: barley, varieties, yield, sowing rates, fertilizers.

Климат Воронежской области, расположенной на юго-востоке ЦЧР, резко континентальный, с неравномерным выпадением осадков по годам и в течение вегетационного периода. Помимо повышения засушливости климата, в последнее время наблюдается усиление температурных контрастов в период вегетации. Кроме этого засушливые годы периодически сменяются годами с достаточной влагообеспеченностью всего периода вегетации. В этих условиях важной производственной необходимостью при возделывании ячменя является наличие адаптированных сортов, формирующих высокую продуктивность в благоприятные годы и не снижающих ее резко в условиях засухи.

Одним из путей достижения потенциально возможных урожаев является оценка и разработка обоснованных агротехнических приемов, позволяющих контролировать производственный процесс отдельного сорта, сделав его менее зависимым от внешних факторов. В этой связи первостепенное значение имеют такие факторы регулирования урожайности как норма высева и обеспеченность минеральными элементами [1, 2]. Формирование продуктивного стеблестоя определяется не только нормой высева и уровнем агротехники, но особенностями сорта и погодными факторами, которые не остаются неизменными. В изреженном посеве слабо используется лучистая энергия для фотосинтеза и почвенное плодородие для формирования урожая, провоцируется рост и массовое развитие сорняков, повреждение скрытостебельными вредителями. В загущенном посеве также не используются потенциальные возможности растений, к тому же часть их в течение вегетации выпадает, сильнее поражается болезнями или становится не продуктивной.

Районированные в Воронежской области сорта ячменя различаются по продуктивности в разнообразных условиях выращивания. Основной задачей исследования явилось выявление оптимальных норм высева с учетом использования минерального удобрения при посеве, а также оценка районированных сортов по элементам продуктивности и качеству зерна.

Материал и условия исследований

В Центрально-Черноземной зоне на богатых гумусом почвах рекомендуется норма высева ярового ячменя 5,0-5,5 млн. всхожих семян на гектар, однако засушливость климата, усиливающаяся в последние годы в весенне-летний период, предполагает вносить коррективы в сторону снижения нормы. В период 2018-2020 гг. с целью определения оптимальной нормы высева (4,0 млн. и 5,0 млн.) были изучены районированные сорта Приазовский 9, Таловский 9 и Икорец, включенный в Госреестр селекционных достижений с 2021 года, дополнительно изучалось использование при посеве удобрений в дозе NPK-30. Материал высевался на делянках площадью 5 м², в четырехкратной повторности. Расчеты производились на ПК «СХСТАТ» по методикам Доспехова [3] и Пакудина [4].

Погодные условия периода вегетации ячменя за время проведения опыта (2018-2020 гг.) были максимально разнообразными по влагообеспеченности, температурный режим в среднем был превышен ежегодно на 12,1, 13,0 и 46,5% по годам соответственно. В остро засушливом 2018 году в период посева влагообеспеченность почвы была очень хорошей, за апрель выпало 172,4% от среднегодовых значений, однако в дальнейшем за весь период вегетации выпало 34,3% осадков, что особенно повлияло на крупность зерна, обусловив его щуплость, и в целом резко снизило урожайность. Период вегетации 2019 года характеризовался средне засушливыми условиями как перед посевом: 32,3% осадков в апреле, так и в течение всего периода – 75,6% от среднегодовых значений. Перед посевом в 2020 году выпало 146,5% осадков, в дальнейшем до колошения также наблюдалась значительная увлажненность до 111,0% от среднегодовых значений. Созревание зерна происходило при аномально высоких температурах: со второй декады

июня среднедекадные температуры составляли 23,8-25,6°C, достигая в полуденные часы 35-38°C на фоне недостаточного количества осадков: 71,3% от среднеголетних значений.

Результаты и их обсуждение

Районированные сорта Приазовский 9, Таловский 9 и Икорец в среднем за годы изучения (2018-2020) по урожайности между собой различались незначительно, в пределах допустимых значений НСР₀₅ – от 2,78 до 4,84 ц/га по годам соответственно (табл. 1). В засушливом 2018 году при хорошей влагообеспеченности почвы во время посева в среднем урожай был получен на неудобренном фоне 23,5-24,5 ц/га, с использованием удобрений – 32,7-34,8 ц/га. Прибавка урожая зерна в удобренных вариантах была очень высокой: 33,5 и 48,1% соответственно в вариантах с нормой высева 4,0 и 5,0 млн. всхожих семян на гектар. В результате дисперсионного анализа получен максимальный показатель влияния фона удобренности на величину урожайности – 92,1% (табл. 2). Наиболее высокая продуктивность 37,4 ц/га была сформирована новым сортом Икорец в варианте 5,0 млн. + NPK-30. В среднее засушливое 2019 году эффективность удобрений значительно снижена – до 33,5%, хотя в целом урожайность получена достаточно высокая для региона: 38,3 и 42,0 ц/га в вариантах без удобрений, 43,0 и 44,9 ц/га – при использовании NPK-30. Варианты с нормой высева 4,0 млн./га были более продуктивными у сортов Таловский 9 и Икорец, о чем также говорит повышение влияния фактора нормы высева до 27,8%. Влагообеспеченный в первой половине вегетации 2020 год (111% осадков к среднеголетним значениям до колошения) и с пониженными температурами мая сложился наиболее благоприятно. Однако, вероятно, наблюдалось вымывание питательных минеральных элементов из верхнего слоя почвы, что подтверждает более низкий показатель влияния фактора удобренности – 29,0%. Урожайность получена в среднем на уровне 42,9-47,0 ц/га. Эффективность применения удобрений в разреженном посеве была выше, чем в посеве с оптимальной нормой – 9,6% и 2,1% соответственно.

Таблица 1

Урожайность сортов ярового ячменя 2018-2020 гг.

Годы	Нормы высева, млн. шт/га	Приазовский 9		Таловский 9		Икорец		среднее	
		ц/га	прибавка, %	ц/га	прибавка, %	ц/га	прибавка, %	ц/га	прибавка, %
2018	4,0 млн	24,4		25,6		23,6		24,5	
	4,0+NPK	32,6	33,6	31,6	23,4	34,0	44,1	32,7	33,5
	5,0 млн	23,6		23,0		24,0		23,5	
	5,0+NPK	32,8	39,0	34,1	48,3	37,4	55,8	34,8	48,1
средн.		28,35		28,58		29,75		28,9	
2019	4,0 млн	39,6		43,8		42,6		42,0	
	4,0+NPK	42,0	6,1	46,6	6,4	46,0	7,6	44,9	6,9
	5,0 млн	36,0		40,4		38,6		38,3	
	5,0+NPK	43,0	19,4	44,2	9,4	41,8	8,3	43,0	12,3
средн.		40,15		43,75		42,25		42,0	
2020	4,0 млн	39,3		46,9		42,5		42,9	
	4,0+NPK	46,8	19,1	46,2	-1,5	48,0	12,9	47,0	9,6
	5,0 млн	43,1		42,9		43,9		43,3	
	5,0+NPK	45,4	5,3	42,9	0,0	44,2	0,7	44,2	2,1
средн.		43,65		44,72		44,65		44,4	

Сорт степного типа Таловский 9 сформировал более высокую урожайность в вариантах с нормой высева 4,0 млн. шт. всхожих семян/га. Интенсивные сорта Приазовский 9 и Икорец в вариантах без применения удобрений продуктивнее были в более плотном посеве (5,0 млн.

шт. всхожих семян), при использовании удобрений – эффективнее вариант с пониженной нормой высева.

Таким образом, в остро засушливом году при хорошей увлажненности почвы в период посева и высокой эффективности использования удобрений максимальные прибавки получены в варианте с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян на гектар с применением удобрений. В средне засушливых и влагообеспеченных условиях наиболее перспективна норма высева 4,0 млн./га с использованием удобрений.

Таблица 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по годам

Факторы влияния	2018	2019	2020
Нормы высева	0,26	27,8*	3,1
Фон удобренности	92,1*	33,5*	29,0*
НСР ₀₅ , ц/га	2,78	3,23	4,84

*Примечание: * – действие существенно по F-критерию*

Районированный сорт Приазовский 9 в среднем за годы изучения сформировал урожайность без достоверных различий в вариантах высева 4,0 и 5,0 млн./га всхожих семян, как без применения удобрений (34,4-34,2 ц/га), так и с использованием их (40,1-40,4 ц/га). Сорта местной селекции Таловский 9 и Икорец были более урожайными в вариантах высева 4,0 млн. семян/га. У более интенсивных сортов Приазовский 9 и Икорец прибавки на удобренном фоне более убедительны: 6,2 и 6,5 ц /га соответственно, чем у степного сорта Таловский 9 – до 5,0 ц/га. Рассчитанные коэффициенты гомеостатичности урожайности значительно более высокие в вариантах с использованием удобрений: от 13,4 до 18,0 при норме высева 4,0 млн. всхожих семян/га и от 19,4 до 32,2 – при 5,0 млн./га. В неудобренных вариантах показатели гомеостатичности значительно ниже: 6,1-9,0 и 5,8-6,1 соответственно нормам высева 4,0 и 5,0 млн. семян/га. Это указывает на повышение стабильности продуктивности у всех сортов при обеспечении минеральным питанием в ранние фазы онтогенеза.

Зависимость величины урожайности от составляющих ее элементов продуктивности показывают приведенные в таблице 3 коэффициенты корреляции. Наибольший вклад в формирование урожайности вносят структурные элементы: масса зерна с растения ($r = 0,77^{***}$ - $0,87^{***}$) и масса 1000 зерен ($r = 0,82^{***}$ - $0,92^{***}$), что также подтверждается данными других исследователей [5]. Зависимость от развития длины стебля более низкая, усиливающаяся в варианте посева с нормой 5,0 млн. семян/га до $r = 0,57^{**}$, влияние величин продуктивной кустистости и продуктивного стеблестоя более значимо в вариантах с применением удобрений до $r = 0,51^{*}$ и $0,54^{**}$ соответственно.

Изучаемые районированные сорта по элементам продуктивности, вносящим наибольший вклад в формирование урожайности: масса зерна с растения и масса 1000 зерен, различаются незначительно. Следует отметить более высокую массу 1000 зерен у сорта Таловский 9 – до 46,8 г, против 43,8 г у сорта Приазовский 9. Показатель массы зерна с растения, рассчитанный исходя из значений массы зерна и количества растений в ценозе на m^2 , также практически не различался у сортов в вариантах без удобрений. В вариантах с применением удобрений увеличение массы зерна с растения у сортов Приазовский 9 и Таловский 9 наблюдалось при норме высева 5,0 млн., а у нового сорта Икорец более высокая продуктивность растения отмечалась в варианте с пониженной нормой – 4,0 млн./га. Показатель продуктивной кустистости однозначно выше в вариантах с пониженной нормой высева и использованием удобрений. Значительное увеличение показателя, по сравнению с посевом без удобрений, получено у сортов Приазовский 9 и Икорец в вариантах с нормой высева 5,0 млн. семян/га – 15,7-16,2% соответственно. Продуктивный стеблестой перед уборкой у сортов Приазовский 9 и Таловский 9 однозначно более высокий при норме высева 5,0 млн. семян, у нового сорта Икорец разница между вариантами высева 4,0 и 5,0 млн./га незначительна: 571,3 – 564,0 и 618,0 и 608,7 шт/ m^2 соответственно.

Таблица 3

Характеристика хозяйственных показателей (среднее за 2018-2020 гг.)

Название сорта	Нормы высева. млн. шт	Продуктивная кустистость, шт		Высота растений, см		Масса зерна с растения, г/раст.		Масса 1000 зерен, г		Стекловидность зерна, %		Количество на м ²			
		б/у	NPK	б/у	NPK	б/у	NPK	б/у	NPK	б/у	NPK	растений		продуктивных стеблей	
												б/у	NPK	б/у	NPK
Приазовский 9	4,0	1,51	1,66	58,3	58,7	1,00	1,06	44,6	44,7	39,8	35,2	356,0	377,3	535,6	606,3
	%		110,0		100,7		106,0		100,2		88,4		106,0		113,2
	5,0	1,34	1,55	56,6	64,9	1,00	1,12	43,7	43,0	34,2	29,5	438,7	420,7	598,3	654,7
	%		115,7		114,7		112,0		98,4		86,2		95,9		109,4
	ср.	1,42	1,60	57,4	61,8	1,00	1,08	44,15	43,85	37,0	32,4	397,4	399,0	567,0	630,5
Таловский 9	4,0	1,57	1,71	69,8	66,7	1,03	1,17	47,3	46,4	50,2	44,3	374,7	363,7	583,7	620,7
	%		108,9		95,5		113,6		98,1		88,3		97,1		106,3
	5,0	1,54	1,63	64,5	70,5	1,00	1,20	46,3	46,5	41,3	35,0	424,3	415,7	644,3	693,0
	%		109,1		109,3		120,0		100,4		84,7		98,0		107,6
	ср.	1,56	1,67	67,2	68,6	1,02	1,18	46,8	46,4	45,8	39,6	399,5	389,7	614,0	656,8
Игорец	4,0	1,58	1,71	59,1	56,9	1,00	1,20	44,9	45,0	33,5	29,7	352,0	376,7	571,3	618,0
	%		108,2		96,3		120,0		100,2		88,6		107,0		108,2
	5,0	1,29	1,50	56,2	59,5	0,99	1,11	44,1	45,0	33,2	28,3	437,7	432,3	564,0	608,7
	%		116,2		105,9		112,1		102,0		85,3		98,8		107,9
	ср.	1,44	1,60	57,6	58,2	1,00	1,16	44,5	45,0	33,4	29,0	394,8	404,5	567,6	613,4
НСР ₀₅		0,13	0,11	5,2	5,3	0,11	0,09	2,6	2,2	5,7	6,5	19,4	15,0	24,1	32,0
Коэффициенты корреляции															
Урожайность	4,0	0,07	0,51*	0,45*	0,39*	0,79***	0,77***	0,90***	0,82***	0,59**	0,51*	0,03	-0,03	0,11	0,45*
	5,0	0,10	0,49*	0,57**	0,48*	0,87***	0,85***	0,92***	0,86***	0,60**	0,52*	0,08	0,11	0,20	0,54*

Примечание: ***, **, * - достоверно на 0,1, 1,0 и 5,0 % уровнях значимости

В вариантах без удобрений высота растений была несколько больше в посевах с пониженной нормой. При использовании удобрений высота растений более значительно прибавлялась с увеличением нормы высева, что вероятно обусловлено недостатком освещенности в более плотном посеве.

Показатель стекловидности зерна, широко применяемый в оценочной работе, позволяет довольно эффективно различать сорта по группам использования: пивоваренного или кормового направления. Высокая стекловидность зерна ежегодно отмечается у местного кормового сорта Таловский 9 – 35,0-50,2%. Показатели стекловидности у пивоваренного и ценного сорта Приазовский 9 более низкие – 29,5-39,8%, самые низкие значения получены у нового сорта Игорец – 28,3-33,5%, районированного в качестве пивоваренного. В вариантах с пониженной нормой высева – 4,0 млн. штук всхожих семян/га стекловидность зерна выше, ее показатели при использовании удобрений снижались, более значимо в вариантах с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян/га. Это говорит о том, что использование при посеве удобрений с нормой 30 кг д.в. не вызывало избытка азота для развития растений, что важно при выращивании пивоваренных сортов.

Заключение

Таким образом, в средне засушливых условиях Воронежской области наиболее эффективна для ячменя норма высева 4,0 млн. штук всхожих семян на гектар. За годы изучения сорта местной селекции Таловский 9 и Игорец были более урожайными в этом варианте. У интенсивных сортов Приазовский 9 и Игорец прибавки на удобренном фоне 6,2 и 6,5 ц/га соответственно), были выше, чем у степного сорта Таловский 9 (до 5,0 ц/га).

Наибольший вклад в формирование урожайности вносят структурные элементы: масса зерна с растения ($r = 0,77^{***} - 0,87^{***}$) и масса 1000 зерен ($r = 0,82^{***} - 0,92^{***}$). В вариантах с пониженной нормой высева – 4,0 млн. семян стекловидность зерна выше, ее значения при использовании удобрений снижались, более значимо в вариантах с нормой высева 5,0 млн. Использование минеральных удобрений под ячмень при посеве в дозе 30 кг д.в. необходимо для повышения урожайности и качества зерна ячменя.

Литература

1. Ляхова Н.Е., Герасимов С.А. Формирование элементов структуры урожая ячменя при увеличении нормы высева в условиях Красноярской лесостепи // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015.- № 1 (61).- Т. 2. – С. 11-15.
2. Горянин О.И., Обущенко С.В., Джангабаев Б.Ж. и др. Эффективность применения удобрений в засушливых условиях Поволжья // Земледелие. – 2020. – № 8. – С. 29-33.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: «Колос». – 1985. – 351 с.
4. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 103-113.
5. Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко Н.А. и др. Новый сорт ячменя Златояр// Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. – № 2 (34). С. 84-89. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11174

References

1. Lyakhova N.E., Gerasimov S.A. Formirovanie e'lementov struktury` urozhaya yachmenya pri uvelichenii normy` vyseva v usloviyah Krasnoyarskoj lesostepi. Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. [Formation of elements of the structure of the barley crop with an increase in the seeding rate in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. Bulletin of the Kemerovo State University]. 2015, no. 1 (61), V. 2.- pp. 11-15. (In Russian)
2. Goryanin O.I., Obushhenko S.V., Dzhangabaev B.Zh. et al. E'ffektivnost` primeneniya udobrenij v zasushlivy'h usloviyah Povolzh'ya. Zemledelie. [Efficiency of application of fertilizers in arid conditions of the Volga region. Agriculture]. 2020, no. 8, pp. 29-33. (In Russian)
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: «Kolos». [Methodology of field experience. Moscow, "Kolos"], 1985, 351 p. (In Russian)
4. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Ocenka e'kologicheskoy plastichnosti i stabil`nosti sortov sel'skohozyajstvenny'h kul'tur. Sel'skohozyajstvennaya biologiya. [Assessment of ecological plasticity and stability of agricultural crop varieties. Agricultural Biology]. 1984, no. 4, pp. 103–113. (In Russian)
5. Eroshenko L.M., Romahin M.M., Eroshenko N.A. et al. Novy`j sort yachmenya Zlatoyar. Zernobobovy'e i krupyany'e kul'tury`. [A new variety of barley Zlatoyar. Legumes and Groat Crops]. 2020, no. 2 (34), pp. 84-89. (In Russian)

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА НОВЫХ ЛИНИЙ ПЛЕНЧАТОГО И ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА

М.А. КУЗЬМИЧ, доктор сельскохозяйственных наук. m-kuzmich@yandex.ru

Н.А. ДЯТЛОВА*, научный сотрудник

Л.С. КУЗЬМИЧ, кандидат биологических наук

ФГБНУ «ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

*ТУЛЬСКИЙ НИИСХ – филиал ФГБНУ ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

В мелкоделяночном полевом опыте в условиях Тульской области коллекция пленчатых овсов была более урожайной, благодаря чему сбор белка, жира, сырой клетчатки и крахмала в пересчете на гектар был выше, чем у голозерных овсов. Отдельные линии голозерного овса не уступали пленчатым по всем приведенным показателям. Примесь пленчатых зерен у голозерных овсов, в среднем не превышает 5%, а большинства линий ниже. Проведенные расчеты показали, что выход крупы из таких овсов, в пересчете на га, может быть в 2 раза выше, чем у пленчатых.

Ключевые слова: овес пленчатый, овес голозерный, выход крупы, белок, жир, крахмал.

PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF NEW LINES OF HULLED AND NAKED OATS

M.A. Kuz'mich, N.A. Dyatlova*, L.S. Kuz'mich

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

*TULA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE — BRANCH OF FSBSI FRC
«NEMCHINOVKA»

Abstract: *In a small-plot field experiment in the conditions of the Tula region, the collection of hulled oats was more productive, due to which the collection of protein, fat, crude fiber and starch per hectare was higher than that of naked oats. Individual lines of naked oats were not inferior to husky oats in all the above parameters. The admixture of filmy grains in naked oats, on average, does not exceed 5%, and most lines are lower. Calculations have shown that the yield of cereals from such oats, per hectare, can be 2 times higher than that of hulled oats.*

Keywords: hulled oats, naked oats, groats outcome, protein, fat, starch.

Введение

Последние 30 лет во всем мире происходило снижение посевных площадей и валовых сборов зерна овса. Кормление животных ячменем, кукурузой, пшеницей и комбикормом, стало более рентабельным. Для молодняка животных и птицы овес остается ценным кормом благодаря легкой переваримости и высокой усвояемости. Расширяется спрос на продукты питания содержащие овес [1]. Однако его использование на продовольственные цели сопряжено с низким выходом продукции, её высокой себестоимостью из-за необходимости шелушения зерна [2]. Создание голозерных сортов в последние годы стало актуальным направлением в селекции этой культуры. Целью наших исследований было сравнить эффективность сортов и линий пленчатого и голозерного овса по продуктивности, и потребительским показателям качества зерна для выделения наиболее перспективных источников с высокими хозяйственно ценными признаками.

Материал и методы исследований

Полевой мелкоделяночный опыт проводили на базе отдела первичного семеноводства Тульского НИИСХ - филиала ФИЦ «Немчиновка». Почва выщелоченный среднесуглинистый чернозем, имеющий следующие агрохимические показатели: содержание гумуса 6,0%, pH_{сол.} 5,54, высокая обеспеченность подвижным фосфором – 190 мг P₂O₅/кг, и повышенная подвижным калием – 122 мг K₂O /кг. Гидролитическая кислотность 7-9 ммоль в 100 г почвы. В 2019 г. предшественником была озимая пшеница, в 2020 – картофель. Под предпосевную культивацию была внесена аммиачная селитра в дозе N35. Площадь делянки 25м², повторность четырёхкратная. Семена обработали перед посевом фунгицидом Шансил трио. Норма высева 4,0 - 4,5 млн.шт./га всхожих семян, глубина заделки 3-5 см. Посев осуществлен сеялкой СН-16М. Способ посева – сплошной узкорядный. Уборку делянок проводили селекционным комбайном Wintersteiger. Анализ зерна проводили в лаборатории технологии и биохимии зерна ФИЦ «Немчиновка» на ИК анализаторе SpectraStar 2600ХТ.

Результаты и их обсуждение

Пленчатый овес. Погодные условия в 2019 были прохладными, с избыточным увлажнением почвы (ГТК = 1,4). Вегетация растений в фазы «выход в трубку – молочная спелость» проходила при пониженных температурах воздуха (июль) и сопровождалась частыми дождями с сильными ветрами. Это привело к поражению флагового листа растений септориозом, корончатой ржавчиной – до 20%, в среднем на половине площади делянки. Полегание отмечалось очаговое, 3-4 балла. В следующем году погода также была прохладной, переувлажнение почвы проявилось сильнее (ГТК=1,48). Обильные осадки в июле привели к раннему полеганию посевов в фазе «вымётывание-молочная спелость». Надлом соломины способствовал оттоку питательных веществ из зерновки, что негативно отразилось на формировании и созревании зерна овса, а также привело к недобору урожая по сравнению с предыдущим годом (табл. 1). Полученные в опыте результаты показали значительные различия между испытываемыми линиями, однако в целом показатель натуры был низким. В более урожайном 2019 году зерно было крупнее, а натура выше, но зерно оставалось некондиционным.

Таблица 1

Урожайность и качество зерна овса плёчатого

№ п/п	Сорт, линия	Урожай, т/га			Масса 1000 семян, г			Натура, г/л		
		2019	2020	Средн.	2019	2020	Средн.	2019	2020	Средн.
1	Залп, st	3,95	3,17	3,56	38,0	24,8	31,4	470	350	410
2	Яков	4,60	3,06	3,83	36,3	21,9	29,1	490	340	415
3	23h2378	4,12	3,84	3,98	35,2	33,0	34,1	500	410	455
4	2h2555	4,55	4,78	4,67	37,8	34,0	35,9	500	480	490
5	51h2377	3,11	2,72	2,92	35,9	24,3	35,9	490	335	412
6	46h2438	3,45	3,42	3,44	37,0	28,3	32,7	490	385	437
7	28h2369	3,89	2,76	3,33	37,7	26,2	32,0	475	355	415
8	45h2490	3,44	2,60	3,02	38,3	27,8	33,0	500	412	456
9	69h2450	3,35	3,81	3,58	37,8	25,4	31,6	490	405	448
В среднем		3,83	3,35	3,59	37,1	28,6	32,8	489	386	438
НСР ₀₅		0,13	0,07							

В среднем за 2 года максимальная урожайность овса получена у линии 2h2555 - 4,67 т/га, что выше, чем у стандарта Залп на 1,11 т/га. Линия 23h2378 с урожайностью около 4 т/га, также достоверно превосходила стандарт по этому показателю. Средняя урожайность

овса в нашей стране в последние 10 лет не превышала 2,0 т/га. Поэтому полученные в опыте результаты, несмотря на неблагоприятные погодные условия, свидетельствуют о значительном потенциале урожайности испытываемых линий. Изучаемые образцы в 2020 году показали высокую устойчивость к корневой гнили, головне и мучнистой росе. Действующий ГОСТ 28673-2019 на овес, регламентирующий его класс в зависимости от качества зерна, нормирует натуру в пределах 550-520 г/л для 1-3 классов.

Массовая доля белка в зерне овса по ГОСТ не нормируется. Однако в питании человека, а также в кормлении животных в нашей стране дефицит белка остается существенным. В условиях 2020 года пленчатые овсы сформировали зерно с содержанием белка в среднем 12,1%, что значительно выше, чем в предшествующем году, когда было получено всего 7,9% (табл. 2). Лучшим среди данной коллекции образцов овсов был снова номер 2h2555, показавший максимальное значение 13,3%.

Содержание жира очень сильно варьировало по годам и в меньшей степени зависело от образца. В среднем по коллекции в 2020 году жира на 1,6% было больше, чем в предшествующем году. Массовая доля клетчатки мало менялась по годам исследований, но различия между образцами были существенными. Минимальное количество клетчатки составляло 5,5 %, наивысшее – 10,8. Максимум обнаружен у линии 51h2377 – 10,8%. Среди зерновых культур овес является одним из лидеров по содержанию полисахаридов некрахмального происхождения. Раньше их называли антипитательными веществами, а сегодня, чаще всего – пищевыми волокнами, иногда диетической клетчаткой. Благодаря участию в формировании иммунитета человека пищевым волокнам придают большое значение.

Голозерный овес. Урожайность голозерного овса в 2019 году составила в среднем 2,74 т/га (табл. 3). Следует отметить линию КСИ 45-13 (61h2364), которая находится на испытании с 2015 года. На протяжении последних лет она даёт стабильные максимальные прибавки по урожайности относительно стандарта Немчиновский 61. Существенное превышение стандарта наблюдается также и у линии 16h2476.

В 2020 г. из-за переувлажнения почвы произошло сплошное прикорневое полегание растений (2 балла). Прохладная температура воздуха со 2-ой декады июля (17,3 – 17,6⁰С) спровоцировала распространение листостебельных заболеваний, таких как септориоз, корончатая ржавчина и ринхоспориоз. Наиболее устойчивой к грибным заболеваниям была линия 2/3h2267, у которой величина поражения флагового листа корончатой ржавчиной составила до 20%. На остальных линиях поражение листьев достигло 50%. Раннее полегание посевов привело к появлению подгона и снижению урожайности и массы 1000 зерен.

Из линий голозерного овса участвующих в экологическом испытании в 2020 году, три образца испытываются впервые. Урожайность всех образцов находилась в пределах 2,01-3,44 т/га. Средняя урожайность всей коллекции составила 2,38 т/га, что ниже прошлогоднего показателя. Максимальная достоверная прибавка (+1,13 т/га) получена у образца КСИ 19-18(16h2476). Несмотря на разницу в урожайности и массе 1000 зерен, наблюдаемую по годам, натурная масса голозерного овса была высокой, у отдельных образцов достигала 640-650 г/литр, т. е. соответствовала ГОСТ.

Массовая доля белка в зерне голозерного овса в первый год эксперимента была невысокой и составляла, в среднем по коллекции 8,2%: В следующем году, количество белка возросло до 13,6%. Наивысшим этот показатель был у стандарта Немчиновский 61, а также у линий 2h2532 и 2/3h2267. Как и в опытах с пленчатым овсом, наблюдается тенденция обратной зависимости массовой доли белка от размера урожая.

Содержание жира в зерне последнего урожая имело тенденцию к повышению в сравнении с первым годом, а крахмала, наоборот – к снижению (табл.4). Доля пленчатых зерен в большинстве образцов коллекции голозерных овсов была незначительной и не превышала в среднем 5%. Однако следует обратить внимание на различия этого показателя по годам. Высокоурожайная линия 16h2476 (вариант 2) в первый год эксперимента имела до трети пленчатых зерен, а на второй год – только 4%. Аналогичные значительные колебания наблюдались и у линии 57h2396 (вариант 6).

Биохимический состав зерна овса плёчатого, в %

№ п/п	Сорт, линия	Белок			Жир			Сырая клетчатка			Крахмал		
		2019	2020	Среднее	2019	2020	Среднее	2019	2020	Среднее	2019	2020	Среднее
1	Залп, st	8,1	11,9	10,0	4,4	5,6	5,0	8,9	9,1	9,0	62	40	51
2	Яков	7,2	12,2	9,7	3,8	5,6	4,7	10,6	7,7	9,2	60	45	53
3	23h2378	7,0	11,9	9,5	3,9	5,3	4,6	7,8	7,3	7,6	62	43	52
4	2h2555	9,1	13,3	11,2	3,2	3,8	3,5	7,7	5,5	6,6	59	35	47
5	51h2377	7,4	12,1	9,8	4,4	6,2	5,3	10,2	10,8	10,5	60	30	45
6	46h2438	8,7	12,4	10,6	3,0	4,8	3,9	6,5	7,4	7,0	59	34	47
7	28h2369	7,8	11,4	9,6	4,5	6,4	5,4	10,3	10,3	10,3	63	30	47
8	45h2490	8,0	12,1	10	4,5	6,6	5,6	9,5	9,8	9,6	63	32	48
9	69h2450	7,8	11,7	9,8	3,9	5,8	4,8	9,2	9,2	9,2	61	32	46
В среднем		7,9	12,1	10,0	4,0	5,6	4,8	9,0	8,6	8,8	61	36	48

Сравнительная характеристика образцов голозёрного овса

№ п/п	Сорт, линия	Урожай, т/га			Масса 1000 зерён, г.			Натура, г/л			% пленчатых зерен		
		2019	2020	Среднее	2019г	2019г	Среднее	2019г	2020г	Среднее	2019г	2020г	Среднее
1	Немчиновский 61, st	2,53	2,31	2,42	29,9	23,5	26,7	630	600	615	3,0	4,9	4,0
2	16h2476	2,99	3,44	3,21	30,2	28,0	29,1	580	625	602	21,8	4,0	12,9
3	2h2532	2,64	2,30	2,47	28,2	20,8	24,5	640	620	630	8,3	7,8	8,1
4	70h2613	2,09	2,01	2,05	31,1	23,6	27,35	650	617	633	3,3	4,0	3,6
5	52h2467	2,70	1,78	2,24	26,0	19,9	22,95	670	625	648	2,0	3,0	2,5
6	57h2396	2,08	1,84	1,96	25,9	17,6	21,75	540	585	562	20,5	3,2	11,9
7	*57h2396	-	2,47	2,47	-	19,3	19,3	-	580	580	-	2,9	2,9
8	2/3h2267	-	3,20	3,2	-	21,6	21,6	-	640	640	-	3,3	3,3
9	57h2396	2,53	2,11	2,32	28,2	20,8	24,5	650	585	618	0,5	5,0	2,8
10	61h2364	3,51	3,24	3,38	26,2	25,0	25,6	650	635	642	4,8	6,2	5,5
11	2h2348	-	2,46	2,46	-	22,3	22,3	-	610	610	-	2,4	2,4
12	54h2476	-	1,57	1,57	-	21,3	21,3	-	620	620	-	11,0	11,0
13	50h2613	-	2,28	2,28	-	21,3	21,3	-	625	625	-	5,8	5,8
В среднем		2,74	2,38	2,46	28,2	21,9	23,7	626	613	617	8,1	4,9	5,9
НСР ₀₅		0,09	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*широкорядный посев

* при пересчете на 99,2%

Биохимический состав зерна овса голозёрного, %

№ п/п	Сорт, линия	Белок			Жир			Сырая клетчатка			Крахмал		
		2019	2020	Среднее	2019	2020	Среднее	2019	2020	Среднее	2019	2020	Среднее
1	Немчинов- ский61, st	8,0	15,6	11,8	5,8	6,8	6,3	9,2	10,4	9,8	68	56	62
2	16h2476	8,4	13,0	10,7	4,4	4,9	4,6	8,6	8,1	8,4	58	53	56
3	2h2532	8,8	14,9	11,8	3,7	4,8	4,2	6,9	8,7	7,8	58	51	54
4	70h2613	8,6	13,6	11,1	3,9	5,3	4,6	7,2	8,6	7,9	61	50	56
5	52h2467	7,9	13,4	10,6	5,1	5,5	5,3	9,4	8,9	9,2	60	58	59
6	57h2396	8,1	14,1	11,1	4,6	5,4	5,0	8,8	9,0	8,9	67	57	62
7	*57h2396	-	13,4	13,4	-	5,7	5,7	-	9,4	9,4	-	60	60
8	2/3h2267	-	14,5	14,5	-	5,3	5,3	-	8,7	8,7	-	59	59
9	57h2396	8,1	13,3	10,7	4,6	5,8	5,2	8,1	9,6	8,8	71	61	66
10	61h2364	7,8	12,2	10,0	4,6	4,5	4,6	8,0	7,4	7,7	70	62	66
11	2h2348	-	13,6	13,6	-	5,4	5,4	-	8,8	8,8	-	60	60
12	54h2476	-	12,9	12,9	-	5,9	5,9	-	9,5	9,5	-	60	60
13	50h2613	-	11,9	11,9	-	5,1	5,1	-	8,1	8,1	-	61	61
В среднем		8,2	13,6	11,8	4,6	5,4	5,1	8,3	8,9	8,7	64	58	60

Таблица 5

Сравнение пленчатых и голозерных овсов по продуктивности

№ варианта	Сбор, кг/га								Выход крупы, кг/га	
	Белок		Жир		Клетчатка		Крахмал			
	пленчатый	голозерный	пленчатый	голозерный	пленчатый	голозерный	пленчатый	голозерный	пленчатый	голозерный
1	356	286	178	152	320	237	182	150	1,8	2,2
2	372	343	180	148	352	270	203	180	1,9	2,8
3	378	291	183	104	302	193	207	133	2,0	2,2
4	523	228	163	113	308	161	220	115	2,3	1,8
5	286	237	155	119	307	206	131	132	1,4	2,0
6	365	218	134	98	241	174	162	122	1,7	1,7
7	320	331	180	141	343	232	156	148	1,7	2,2
8	302	464	169	170	290	278	145	189	1,5	2,9
9	351	248	172	121	329	204	165	153	1,8	2,1
10	-	338	-	155	-	260	-	223	-	3,1
11	-	335	-	133	-	216	-	148	-	2,2
12	-	203	-	93	-	149	-	94	-	1,4
13	-	271	-	116	-	185	-	139	-	2,0
В среднем	359	290	169	125	316	214	172	148	1,8	2,22
В %	100	81	100	74	100	67	100	86	100	122

Голозерный овес в нашей стране введен в культуру земледелия недавно [3]. Первый сорт Тюменский голозерный был включен в Государственный реестр селекционных достижений в 2000 году, а к 2020 году их уже было 16. Для продвижения голозерных овсов в производство важно знать достоинства, особенности и преимущества каждого сорта. Для этого мы сравнили эффективность обеих коллекций по ряду показателей (табл. 5). Массовая доля белка и крахмала в голозерных овсах в среднем была выше, чем у пленчатых. В тоже время, по сбору белка, жира и крахмала, в пересчете на гектар, пленчатые овсы, в среднем, превосходят голозерные. Наибольший разрыв получен по сбору жира – 26%, а минимальный по сбору крахмала – 16%. Это произошло за счет более высокой урожайности пленчатых овсов. Поэтому, выращивание их на кормовые цели пока предпочтительнее. Несколько образцов голозерных линий по сбору белка, жира и крахмала вполне конкурентоспособны с пленчатыми. Однако главное преимущество голозерного овса проявляется при производстве крупяных изделий. При использовании кондиционного пленчатого овса доля пленки составляет в лучшем случае 25%, иногда доходит до 35%. В процессе шелушения зерна часть ядра дробится. При шлифовании зерна для удаления волосков образуется т. н. кормовая мучка. В результате выход готовой продукции не превышает 50% [4]. Эти потери минимальны при работе с голозерным овсом. По результатам наших исследований в среднем по коллекции голозерных овсов доля пленчатых зерен составляет менее 5%, которые легко удалить при сортировке. Количество ворсинок на ядре голозерного овса, значительно ниже, чем у пленчатого. Они удаляются в процессе шлифования. Этот прием является обязательным, т.к. ворсинки по составу идентичны лузге и значительно ухудшают пищевые качества крупы. Использование для переработки в пищевых целях овса голозерного, повысит выход готовой продукции до 90%, сбор крупы в пересчете на гектар увеличит на 20-25%, в сравнении с пленчатыми овсами. Это существенно повышает рентабельность производства крупяных изделий.

Заключение

В результате проведенных исследований изучены и выделены перспективные линии ярового овса с высокими хозяйственно ценными показателями для дальнейшей селекции.

Урожайность пленчатых овсов в среднем за 2 года составила 3,59 т/га, голозерных – 2,46 т/га. Лучшей у пленчатых овсов была линия 2h2555 с урожайностью 4,67 т/га, у голозерных -16h2476 с урожайностью 3,21 т/га. Из голозерных линий с наилучшими хозяйственно ценными признаками отмечен образец 57h2396 (элитные метёлки).

Массовая доля белка у голозерных форм составила в среднем 11,8%, что 1,8 % выше, чем у пленчатых овсов. Благодаря более высокой урожайности сбор питательных веществ с пленчатыми овсами, в основном выше, чем голозерными формами. Расчетный выход крупы, в пересчете на гектар, у голозерных овсов значительно выше, чем у пленчатых, за счет низкой доли пленчатых зерен и снижения потерь при шелушении и шлифовании зерна.

Литература

1. Шаболкина Е.Н., Анисимкина Н.В., Шевченко С.Н., Баталова Г.А., Бишарев А.А. Использование голозерного овса в хлебопечении. // Достижения науки и техники АПК. – 2019, Т. 33, – № 11. – С.74-77.
2. Бaitova С.Н., Касьянова Л.А., Нуриева Т.А. Оценка качества крупяных продуктов из зерна голозерного овса // Вестник МГУП. – 2015. – № 4, – С. 107-113.
3. Баталова Г.А. Перспективы и результаты селекции голозерного овса. // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2014. – № 2 (10). – С. 64-72
4. Бaitova С.Н., Касьянова Л.А., Дубина Т.А. Разработка технологии крупы и хлопьев из овса голозерного. // Хлебопродукты, – 2021, – № 1, – С. 59-62

References

1. Shabol'kina E.N., Anisimkina N.V., Shevchenko S.N., Batalova G.A., Bisharev A.A.. Ispol'zovanie golozernogo ovsa v khlebopechenii [Using naked oats in bakery]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019, V. 33, no.11, pp.74-77. (In Russian)
2. Baitova S.N., Kas'yanova L.A., Nurieva T.A. Otsenka kachestva krupyanykh produktov iz zerna golozernogo [Assessment of the quality of cereal products made from naked grain]. *Vestnik MGUP*, 2015, no.4, pp. 107-113. (In Russian)
3. Batalova G.A. Perspektivy i rezul'taty selektsii golozernogo ovsa [Prospects and results of breeding naked oats]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, no.2(10)2014, pp. 64-69 (In Russian)
4. Baitova S.N., Kas'yanova L.A., Dubina T.A.. Razrabotka tekhnologii krupy i khlop'ev iz ovsa golozernogo [Development of technology for cereals and flakes from naked oats]. *Khleboprodukty*, 2021, no.1, pp. 59-62 (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-137-143

УДК 631.527:633.112.1

БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА И РАЗМЕРЫ ЗЕРНОВОК ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ И МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ

Ф.В. ТУГАРЕВА, научный сотрудник

E-mail: faina-ukhova@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье приведены результаты продуктивности сортов и линий пшеницы твердой яровой, отвечающих требованиям для производства крупы и имеющих значения содержания белка более 14% и показатель натуры зерна более 780 г/л. Наиболее высокие показатели у Безенчукская нива, Безенчукская 210, Марина, Донская элегия и межвидового гибрида Фея. Выявлены существенные различия по длине и толщине зерновки, в меньшей степени – по ширине. Длиннозерными (более 8,0 мм) и наиболее крупнозерными сортообразцами являются сорта Марина, Донская элегия и селекционная линия 1506д-37. Корреляционный анализ позволил установить, что натура зерна положительно связана с содержанием крахмала ($r + 0,67$). Вместе с тем, отмечена средняя положительная связь длины зерновки с массой 1000 семян и содержанием клейковины ($r + 0,63$ и $r + 0,57$), толщины зерновки с массой 1000 семян ($r + 0,53$). Кластерный анализ сортов, селекционных линий и межвидовых гибридов по показателям качества зерна позволил сформировать 6 кластеров. Заслуживает внимания кластер № 2, в котором сгруппированы высокоурожайный сорт Донская элегия, являющийся стандартом в Центрально-Чернозёмном регионе, и селекционная линия 1461-15 (сорт Фея), полученная в результате межвидовой гибридизации. В результате структурного и кластерного анализов установлено существенное фенотипическое отличие межвидовых гибридов от сорта полбы Руно и их сходство с лучшими сортами яровой твёрдой пшеницы; выявлен новый ценный исходный материал с комплексом положительных признаков для селекции на высокую продуктивность и устойчивость к стрессам: сорта Триада, Фея, линии 1560-18, 1898-6.

Ключевые слова: пшеница яровая твёрдая, межвидовые гибриды, сорт, линия, качество зерна, размеры зерновок.

BIOCHEMICAL PROPERTIES OF GRAIN AND GRAIN SIZES OF SPRING DURUM WHEAT AND INTERSPECIFIC HYBRIDS

F.V. Tugareva

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

e-mail: faina-ukhova@mail.ru

Abstract: *The article presents the results of productivity of varieties and lines of durum spring wheat that meet the requirements for the production of groats and have a protein content of more than 14% and an indicator of grain unit of more than 780 g/l. The highest rates are in Bezenchukskaya niva, Bezenchukskaya 210, Marina, Donskaya elegiya and the interspecific hybrid Feiya. Revealed significant differences in the length and thickness of a grain, to a lesser extent in the width. Long-grain (more than 8.0 mm) and the largest-grain varieties are Marina, Donskaya elegiya and breeding line 1506d-37. Correlation analysis made it possible to establish that the grain unit is positively related to the starch content ($r + 0,67$). At the same time, there was an average positive relationship between the length of a grain and 1000 seeds weight and the gluten content ($r + 0,63$ and $r + 0,57$), thickness of a grain with 1000 seeds weight ($r + 0,53$). Cluster analysis of varieties, breeding lines and interspecific hybrids in terms of grain quality indicators made it*

possible to form 6 clusters. Cluster 2 deserves attention, in which the high-yielding variety Donskaya elegiya, which is the standard in the Central Black Earth region, and the selection line 1461-15 (Feya variety), obtained as a result of interspecific hybridization, are grouped. As a result of structural and cluster analyzes, a significant phenotypic difference between interspecific hybrids and the Runo spelled cultivar and their similarity with the best spring durum wheat cultivars was established; a new valuable starting material with a complex of positive traits for breeding for high productivity and resistance to stress was revealed: varieties Triada, Feya, lines 1560-18, 1898-6.

Keywords: durum spring wheat, interspecific hybrids, variety, line, grain quality, grain size.

Введение

Качество зерна сортов яровой твердой пшеницы, среди прочих факторов, определяется адаптационными способностями к конкретным агроэкологическим условиям. Для пшеницы важнейшим приоритетом наряду с увеличением потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, являются повышенное содержания белка в зерне и технологические показатели зерна [1, 2]. В результате комплексных исследований установлено, что новые современные сорта и селекционные линии твердой яровой пшеницы, селекционный материал межвидовых гибридов, выращенный в условиях северо-западной части Центрально-Чернозёмного региона, не уступают по урожайности и превосходят по качеству зерна сорта яровой мягкой пшеницы, что открывает реальные перспективы производства зерна для получения макаронной муки и крупы [3].

В процессе селекции твердой пшеницы в Самарском НИИСХ им. Н.М. Тулайкова создан селекционный материал, не уступающий плёнчатой полбе (сорт Руно) по питательной ценности, вкусу, запаху и консистенции каши и превосходящий её по содержанию каротиноидов, цвету, устойчивости к прорастанию на корню. Полученные селекционные линии крупяного направления отличаются высокой урожайностью (более 5 т/га), широкой нормой реакции на условия среды, адаптивностью к засухе и отзывчивостью на благоприятные условия. В связи с этим, актуально изучение возможности селекции новых сортов яровой твердой пшеницы, адаптированных к условиям Орловской области на основе подбора соответствующего селекционного материала [4].

Целью работы являлись сравнительные исследования урожайности, качества зерна и технологических особенностей зерновок лучших сортообразцов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum*) и межвидовых гибридов (*Triticum durum* × *Triticum dicoccum*) в условиях Центральной России.

Материал и методы исследований

Объект исследования: пшеница мягкая яровая сорта Дарья (контроль), Гранни, пшеница твердая яровая сорт Донская элегия (стандарт), сорта Николаша (НЦ зерна имени П.П. Лукьяненко, селекционные линии яровой твёрдой пшеницы и сортообразцы, полученные в результате межвидовой гибридизации сорта *Triticum durum* × *Triticum dicoccum* в Самарском НИИСХ им. Н.М. Тулайкова.

Экспериментальные посевы были размещены на полях селекционного севооборота ФНЦ ЗБК. Предшественник – пар. Почвы – тёмно-серые лесные, тяжелосуглинистые, средне окультуренные. Микрорельеф участка выровненный. Пахотный слой имеет среднекислую реакцию почвенного раствора $pH_{\text{сол}} - 5,0$, среднее содержание гумуса 4,9-5,1%, высокое содержание подвижного фосфора, среднее содержание обменного калия для данного типа почв. По основным физико-химическим показателям почвы являются типичными для данной природно-экономической зоны.

В конкурсном и экологическом сортоиспытании общая площадь делянки составляет 16,5 м². Учетная площадь делянки – 15 м². Размещение делянок в опыте рендомизированное и парное, повторность 3-4-кратная. Посев осуществляется селекционной сеялкой СКС-6-10. Норма высева 5 млн. всхожих зерен на гектар. Уборка урожая проведена в фазу полного созревания селекционным малогабаритным комбайном SAMPO-130. Фенологические наблюдения, учет поражения болезнями, оценку фенотипической изменчивости

количественных признаков проводятся по общепринятым и широко апробированным в научных учреждениях методикам.

Погодные условия в период роста и развития растений твёрдой пшеницы и полбы за годы исследований были различными. Если вегетационные периоды 2018 г. можно считать с недостаточным увлажнением, 2019 г. слабо засушливым (Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова – 0,79, 1,22, соответственно), то в 2017 г. и 2020 г. наблюдалось избыточное увлажнение (ГТК – 1,68 и 1,49, соответственно).

Экспериментальные данные обработаны статистическими методами с использованием компьютерных программ *Microsoft office Excel*, а также проведен дисперсионный и кластерный анализ полученных результатов. Кластерный анализ осуществлён методом определения Евклидова расстояния между кластерами с объединением по правилу невзвешенного центроидного метода (*UPGMC*) с нормированием исходных данных.

Результаты и их обсуждение

В период проведения исследований в 2017-2020 гг. существенное влияние на урожайность твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов оказали погодные условия. Вместе с тем, влияние вариантов (сортов) на общую дисперсию было значительным – 85...92%. Лучшие сорта и линии твёрдой пшеницы в конкурсном сортоиспытании существенно не уступали по урожайности сортам яровой мягкой пшеницы Дарья, Гранни, рекомендованных для выращивания в Орловской области.

По данным содержания белка и клейковины в зерне твёрдой пшеницы установлена тесная корреляционная связь $r = +0,87$. Содержание белка у сортообразцов твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов варьировало от 14,0% у сорта Триада до 15,9% у линии №1890-17, что выше, чем у сортов мягкой пшеницы. Содержание клейковины у исследованных образцов составляет от 24,8 у сортов яровой мягкой пшеницы до 29,5% у межвидового гибрида №1938-5. Самое высокое содержание белка и клейковины выявлено у трех селекционных линий твёрдой пшеницы. Наибольшее содержание крахмала отмечено у сортов мягкой пшеницы: Дарья, Гранни. По показателям качества зерна выделены следующие источники: повышенного содержания белка и клейковины (более 15,5% белка и 29% клейковины) – линии: 1890-17, 1938-5, 1560-18 (табл. 1).

Таблица 1

Качество зерна яровой пшеницы и полбы

Сорт, линия	Белок, %	Клейковина, %	Крахмал, %
Донская Элегия	14,4	26,5	62,9
Безенчукская нива	14,8	26,4	62,8
Безенчукская 210	15,4	28,5	62,2
Марина	14,5	26,3	62,9
Золотая	15,2	27,9	62,5
Триада	14,0	24,9	62,8
Николаша	14,8	26,0	62,4
1506-37	15,3	28,4	62,0
1560-18	15,8	29,0	61,8
1890-17	15,9	29,3	61,9
Безенчук-Орловская 1*	15,5	28,6	62,0
1898-6*	14,4	26,0	62,1
1461д-15 (Фея)*	14,3	26,5	63,1
1938-5*	15,7	29,5	62,1
Дарья**	13,8	24,4	63,9
Гранни**	13,9	24,8	63,6
Полба Руно	15,1	29,0	59,8
среднее	14,8	26,6	62,4
ст. отклонение	0,9	2,5	0,9

* – межвидовые гибриды *Triticum durum*×*Triticum dicoccum*, ** – мягкая пшеница

На величину натуры зерна твёрдой пшеницы влияют форма зерна, крупность, плотность, влажность, плёчатость, зрелость и выполненность зерна, масса 1000 зёрен, выравненность. Зерно выполненное, полновесное имеет повышенную натуру. Для зерна пшеницы базовая кондиция 750 г/л, ограничительная – 710 г/л. В результате исследований установлено, что большинство сортообразцов по показателю натура зерна отвечают требованиям для производства крупы имеют значения показателя более 780 г/л. Наиболее высокие показатели у сортов Безенчукская нива, Безенчукская 210, Марина, Донская элегия и межвидового гибрида Фея.

Форма зерна и семян весьма разнообразна. Зерно и семена разных культур и их сортов отличаются по форме. Существуют следующие формы зерна: шарообразная, чечевицеобразная, эллипсоид вращения; форма с различными размерами в трёх направлениях. Форма зерна и семян имеет существенное значение при очистке от примесей и сортировании. Зерно, более приближающееся по форме к шару, даёт больший выход муки, поскольку при такой форме на оболочечные частицы приходится относительно меньшая доля, чем при любой другой форме. Зерно шарообразной формы имеет более высокую натуру, так как плотнее укладывается в мерке.

Под линейными размерами понимается длина, ширина и толщина зерна и семени. Длиной считается расстояние между основанием и верхушкой зерна, шириной — наибольшее расстояние между боковыми сторонами и толщиной — между спинной и брюшной стороной (спинкой и брюшком). Совокупность линейных размеров называется крупностью. Крупное зерно даёт больший выход готовой продукции, так как в таком зерне больше эндосперма и меньше оболочек. Из трёх размеров (длины, ширины и толщины) толщина в наибольшей степени характеризует мукомольные свойства зерна. Объём зерновки рассчитывается по формуле $\frac{4}{3} \times \pi \times D/2 \times L/2 \times S/2$, где D, L, S – соответственно длина, ширина и толщина зерновки, мм. Удельная масса зерна зависит от химического состава и анатомического строения зерна и служит критерием оценки его качества. Удельная масса зерна пшеницы определяется отношением массы зерновок к их объёму и выражается в г/см³.

В результате изучения размеров зерновки перспективных сортообразцов твёрдой пшеницы выявлены существенные различия по длине зерновки, в меньшей степени – по ширине и толщине. К длиннозерным (более 8 мм) сортообразцам можно отнести сорт Марина, Донская элегия и новую селекционную линию 1506д-37 (8,3 мм). По ширине и толщине зерновки различия незначительны. Наиболее крупнозерными являются сорта Марина, Донская элегия и линии: 1506д-37, 1461-15 (Фея) (табл. 2).

Корреляционный анализ позволил установить, что натура зерна положительно связана с содержанием крахмала ($r + 0,67$). Вместе с тем, отмечена средняя положительная связь длины зерновки с массой 1000 семян и содержанием клейковины ($r + 0,63$ и $r + 0,57$), толщины зерновки с массой 1000 семян ($r + 0,53$). Объём зерновки положительно коррелирует с натурой зерна и размерами зерновок. Удельная масса зерна имеет слабую положительную связь с массой 1000 зёрен и отрицательную связь с размерами зерновок (табл. 3). Это указывает на определенную сопряженность физических показателей, которые в конечном итоге обеспечивают формирование зерна яровой твёрдой пшеницы. Отсутствие связи линейных размеров зерновки с биохимическими показателями определенным образом предполагает создание разнообразных по форме зерна сортов с высоким качеством зерна.

С целью повышения содержания белка и клейковины в процессе селекции и для улучшения качества продукции, физические и биохимические показатели зерна, связанные с онтогенезом растений, требуют детального и всестороннего рассмотрения.

Таблица 2

Линейные размеры зерновок яровой твёрдой пшеницы

Сорт, линия	Натура г/л	Размер зерновки (мм)			МТС, г
		Длина	Ширина	Толщина	
Донская элегия	795	8,3	3,3	3,0	46,0
Безенчукская нива	800	7,8	3,0	2,8	54,5
Безенчукская 210	793	7,8	3,3	2,8	46,7
Марина	794	8,1	2,9	2,9	53,7
Золотая	782	7,7	2,9	2,7	40,4
Триада	778	7,5	3,0	2,7	40,1
Николаша	775	6,8	3,1	2,8	49,4
1506-37	765	8,3	2,8	3,0	47,7
1560-18	755	7,8	2,8	2,7	40,9
1890-17	783	7,9	3,3	3,2	45,9
Безенчук-Орловская1*	750	7,7	2,9	2,6	44,0
1898-6*	777	7,5	2,9	2,5	43,9
1461д-15 (Фея)*	790	7,8	3,4	2,8	47,1
1938-5*	779	7,8	3,0	2,9	47,0
Дарья**	768	6,1	3,0	2,6	36,6
Гранни**	762	6,6	3,2	2,4	33,9
Полба Руно	542	8,8	3,0	2,7	43,7
среднее	765,8	7,4	3,1	2,8	43,5
ст. отклонение	52,3	0,7	0,2	0,2	5,5

* – межвидовые гибриды *Triticum durum* × *Triticum dicoccum*, ** – мягкая пшеница

Кластерный анализ сортов, селекционных линий и межвидовых гибридов по физическим и биохимическим показателям качества зерна позволил сформировать 6 кластеров. Заслуживает внимания кластер № 2, в котором сгруппированы высокоурожайный сорт Донская элегия, являющийся стандартом в Центрально-Чернозёмном регионе, и новая линия 1461-15 (сорт Фея). Кластер № 1 представлен сортами Безенчукская нива и Марина, хорошо зарекомендовавшим себя в Средне-Волжском регионе. В кластер № 3 вошли высокотехнологичные сортообразцы: новый сорт Триада, Золотая, Безенчук-Орловская 1 и селекционные линии, а также мультилинейная композиция на основе линий межвидовых гибридов. Кластеры № 4, № 5, включают сорта и линии яровой мягкой пшеницы. Кластер № 6 представлен сортом плёчатой полбы Руно (рисунок, табл. 4).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции линейных размеров зерновки и показателей качества зерна

Показатели	Натура зерна	Размер зерновки:			Масса 1000 зерен
		длина	ширина	толщина	
Масса 1000 зерен	0,14	0,63*	0,01	0,53	1,00
Объём зерновки	0,51	0,61 [□]	0,72 [□]	0,88*	0,25
Удельная масса зерна	-0,13	-0,52	-0,56	-0,57	0,45
Белок	-0,12	0,28	-0,20	0,19	0,11
Клейковина	-0,23	0,37	-0,12	0,18	0,28
Крахмал	0,67 [□]	-0,48	0,26	-0,07	-0,08

* – существенно на 0,05 уровне значимости

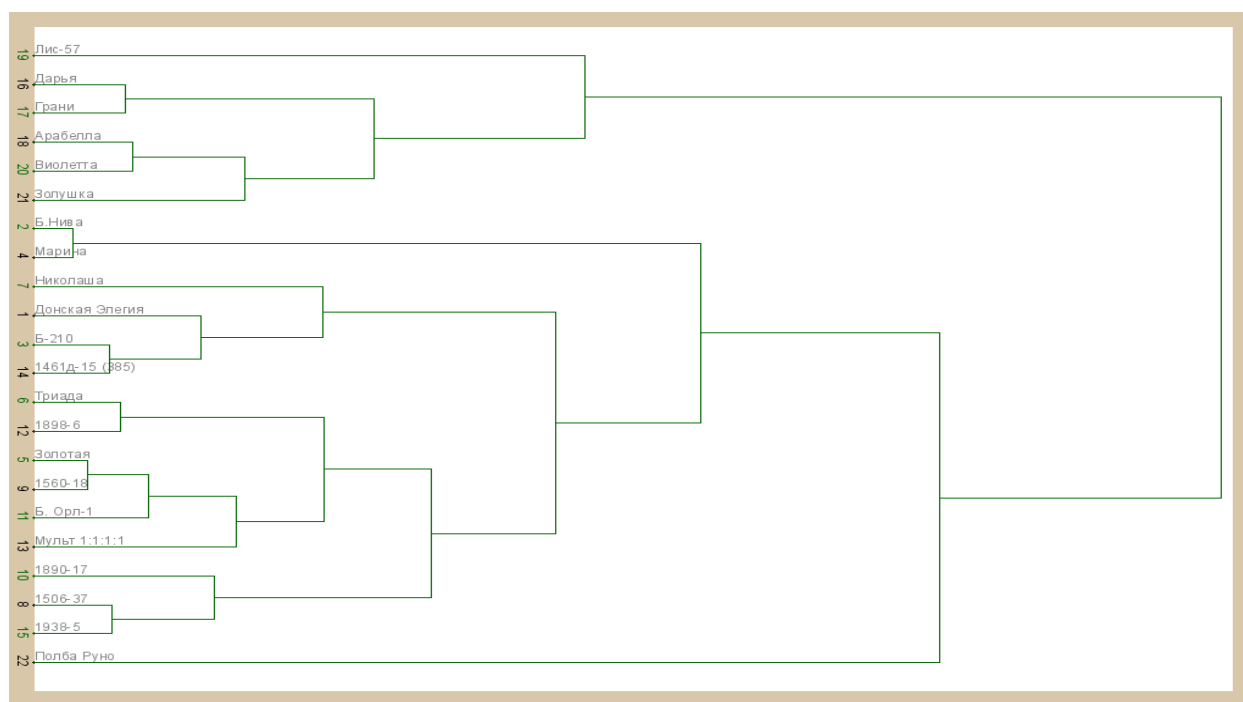


Рис. Дендрограмма кластерного анализа качества зерна сортов и линий твёрдой пшеницы, межвидовых гибридов и полбы

Таблица 4

Характеристика кластеров яровой пшеницы по физическим и биохимическим показателям зерна

№ кластера	Натура г/л	Длина зерновки, мм	Ширина зерновки, мм	Толщина зерновки, мм	МТС, г	Белок, %	Клейковина, %	Крахмал, %
1	797	7,8	3,0	2,8	54,1	14,7	26,4	62,8
2	788	7,7	3,3	2,9	47,3	14,7	26,9	62,7
3	772	7,7	3,0	2,8	43,6	15,2	27,9	62,1
4	765	6,3	3,1	2,5	35,2	13,9	24,6	63,8
5	773	6,7	3,1	2,8	39,2	13,9	21,9	62,8
6	542	8,8	3,0	2,7	43,7	15,1	29,0	59,8

Новая линия гордеиформе 1461-15 (сорт Фея), полученная в результате межвидовой гибридизации (*Triticum durum* № 682д-7×*Triticum dicoccum* к-1949), передана совместно с Самарским НИИСХ на Государственное испытание с 2021 года.

Заключение

Установлено, что современные сорта и селекционные линии твердой яровой пшеницы и селекционный материал межвидовых гибридов, выращенные в условиях Орловской области, различаются по биохимическим и физическим показателям качества зерна. По биохимическим показателям выделены следующие источники: повышенного содержания белка и клейковины (более 15,5% белка и 29% клейковины) – линии: 1890-17, 1938-5, 1560-18. Большинство сортов по показателю натура зерна отвечают требованиям для производства крупы и имеют значения показателя «натура» более 780 г/л. Наиболее высокие показатели у сортов Безенчукская нива, Безенчукская 210, Марина, Донская элегия и межвидового гибрида Фея.

При изучении размеров зерновки перспективных сортов твердой пшеницы определены существенные различия по длине зерновки. К длиннозерным (более 8 мм) сортам можно отнести сорт Марина, Донская элегия и новую селекционную линию 1506д-37 (8,3 мм). Отмечена средняя положительная связь длины зерновки с массой 1000

семян и содержанием клейковины ($r + 0,63$ и $r + 0,57$), толщины зерновки с массой 1000 семян ($r + 0,53$). Объём зерновки положительно коррелирует с натурой зерна и размерами зерновок.

В результате структурного и кластерного анализов установлено существенное фенотипическое отличие межвидовых гибридов от сорта полбы Руно и их сходство с лучшими сортами яровой твёрдой пшеницы. Выявлен новый ценный исходный материал с комплексом положительных признаков для селекции на высокую продуктивность (сорт Триада, новый сорт Фея), устойчивость к полеганию линия леукурум 1560-18.

Работа выполнена в соответствии с Программой ФНИ ГАН на 2013-2020 гг. по теме № 0636-2019-0009.

Литература

1. Сидоренко В.С., Мальчиков Н.П., Мясникова М.Г., Бударина Г.А., Наумкин Д.В., Костромичёва В.А., Старикова Ж.В., Тугарева Ф.В., Горьков А. А. Создание и выявление ценных селекционных линий крупяного направления на основе межвидовых гибридов твёрдой пшеницы и полбы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 106-115.
2. Мальчиков Н.П., Сидоренко В.С., Мясникова М.Г., Розова М.А., Мудрова А.А., Цыганков В.И., Мухитов Л.А., Тугарева Ф.В. Результаты селекции сортов яровой твёрдой пшеницы с укороченной соломиной. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 97-106.
3. V.S. Sidorenko, F.V. Tugareva, Zh.V. Starikova. Experimental verification of cluster analysis to identify valuable breeding samples of spring wheat./ IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012105. doi:10.1088/1755-1315/650/1/012105
4. Мальчиков П.Н., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Шаболкина Е.Н., Мясникова М.Г., Огаян Т.В. Перспективы улучшения крупяных качеств твердой пшеницы в процессе селекции // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2016. – №3. – С. 101-108

References

1. Sidorenko V.S., Mal'chikov N.P., Myasnikova M.G., Budarina G.A., Naumkin D.V., Kostromicheva V.A., Starikova Zh.V., Tugareva F.V., Gor'kov A. A. Sozdanie i vyavlenie tsennykh selektsionnykh linii krupyanogo napravleniya na osnove mezhvidovykh gibridov tverdoi pshenitsy i polby [Creation and identification of valuable breeding lines of cereal direction based on interspecific hybrids of durum wheat and spelled]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no. 4 (24), pp. 106-115. (In Russian)
2. Mal'chikov N.P., Sidorenko V.S., Myasnikova M.G., Rozova M.A., Mudrova A.A., Tsygankov V.I., Mukhitov L.A., Tugareva F.V. Rezul'taty selektsii sortov yarovoi tverdoi pshenitsy s ukorochennoi solominoi [The results of breeding varieties of spring durum wheat with shortened straw]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2017, no. 4 (24), pp. 97-106. (In Russian)
3. V.S. Sidorenko, F.V. Tugareva, Zh.V. Starikova. Experimental verification of cluster analysis to identify valuable breeding samples of spring wheat./ IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012105. doi:10.1088/1755-1315/650/1/012105
4. Mal'chikov P.N., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Shabolkina E.N., Myasnikova M.G., Ogayan T.V. Perspektivy uluchsheniya krupyanykh kachestv tverdoi pshenitsy v protsesse selektsii [Prospects for improving the cereal qualities of durum wheat in the breeding process]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no.3, pp.101-108 (In Russian)

ВЫДЕЛЕНИЕ НОВЫХ, УСТОЙЧИВЫХ К ТВЕРДОЙ ГОЛОВНЕ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ИСКУССТВЕННОМ ИНФЕКЦИОННО- ПРОВОКАЦИОННОМ ФОНЕ

О.Л. МЕДВЕДЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук
ORCID ID 0000-0001-6718-6506

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»
E-mail: niish1c@mail.ru., <http://www.niidokuchaeva.ru>

Объектом исследований являлись сортообразцы КСИ и ПСИ лаборатории селекции яровой пшеницы, а также устойчивый к твердой головне селекционный материал, созданный в лаборатории генетики и иммунитета растений. На 8-ми моногенных линиях, несущих гены устойчивости к патогену, показана вирулентность рас местной популяции твердой головки пшеницы, а так же агрессивность патогена и поражаемость сортов лаборатории селекции яровой пшеницы Воронежского ФАНЦ им. В.В. Докучаева. Использование искусственного инфекционно-провокационного фона для развития твердой головки, при выделении из районированных и перспективных сортов яровой пшеницы новых устойчивых к вредным организмам генотипов, показало его эффективность. Выделенные образцы 43/10, 2772(14), 2489(14), 690(16) и 1318(16) широко используются в гибридных скрещиваниях лаборатории селекции яровой пшеницы. Полученный на их основе селекционный материал успешно проходит сортоиспытание в естественных условиях проявления болезни.

Ключевые слова: пшеница яровая, твердая головня, искусственный инфекционно-провокационный фон, устойчивый селекционный материал.

SELECTION OF NEW, HARD SMUT-RESISTANT SPRING WHEAT GENOTYPES AGAINST AN ARTIFICIAL INFECTIOUS-PROVOCATIVE BACKGROUND

O.L. Medvedeva

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

Abstract: *The object of the research was the KSI and PSI cultivars of the spring wheat breeding laboratory, as well as the hard smut-resistant breeding material created in the Laboratory of Plant Genetics and Immunity. The virulence of the races of the local population of durum wheat smut, as well as the aggressiveness of the pathogen and the infectability of the varieties of the spring wheat Breeding Laboratory of the Voronezh Dokuchaev FANC were shown on 8 monogenic lines carrying genes of resistance to the pathogen. The use of an artificial infectious and provocative background for the development of hard smut, when isolating new pest-resistant genotypes from zoned and promising spring wheat varieties, has shown its effectiveness. The selected samples 43/10, 2772(14), 2489(14), 690(16) and 1318(16) are widely used in hybrid crosses of laboratory breeding of spring wheat FSBSI «V.V. Dokuchaev Federal Agrarian Scientific Center, Voronezh». The breeding material obtained on their basis successfully passes variety testing.*

Keywords: spring wheat, hard smut, artificial infectious and provocative background, sustainable breeding material.

Введение

На современном этапе развития сельскохозяйственной науки и производства проблема предотвращения потерь урожая от болезней и вредителей продолжает оставаться актуальной. В мире пригодные для получения высококачественного зерна твердой пшеницы территории остались только в России и Казахстане, расширение посевов и производство зерна этой культуры в нашей стране будут увеличиваться [1]. Первоочередной задачей селекции, наряду с высокой продуктивностью и качеством, является придание сортам иммунитета к наиболее распространенным и вредоносным патогенам и фитофagam.

Одним из недостатков возделываемых сортов яровой пшеницы является восприимчивость к твердой головне. При поражении этой болезнью снижается количество и ценность урожая, возникает опасность для здоровья человека и животных. Проблема создания устойчивых сортообразцов яровой пшеницы к твердой головне является актуальной для ЦЧР. Болезнь имеет в зоне эпизодическое, но довольно частое (от 3 до 6 раз в 10 лет) развитие. Большая часть сортов местной селекции и районированные сорта являются восприимчивыми к данному патогену. Поэтому важное значение имеет создание жестких инфекционных фонов при изучении исходного селекционного материала и отбор устойчивых форм.

Селекция на устойчивость к болезням сложнее, чем на какой-то другой хозяйственно ценный признак потому, что приходится работать с двумя культурами (растением и патогеном). При этом у патогенов непрерывно идут рассообразовательные процессы с появлением новых вирулентных рас [2, 3, 4].

В связи с перечисленным выше, нам нужно обязательно использовать искусственный инфекционно-провокационный фон с эпифитотийным развитием твердой головки. Одна из основных задач при селекции на иммунитет – накопление максимального разнообразия генофонда по факторам невосприимчивости.

Целью исследований было выделение на искусственных и инфекционно-провокационных фонах во вновь созданном селекционном материале яровой пшеницы генотипов устойчивых к твердой головне.

Материал и методы

Исследования проводились на стационарном инфекционном участке, где создавался искусственный инфекционно-провокационный фон для развития твердой головки пшеницы. Материалом для исследований служили образцы лаборатории селекции яровой пшеницы: конкурсного сортоиспытания (КСИ) и предварительного (ПСИ). За 4 года исследований изучено 344 образца.

Посев осуществляли в более ранние сроки (после 5-го апреля) ручной сажалкой (РС-20) на глубину 5 см. Делянки 3-х рядковые метровой длины. Повторность 2-х кратная. Подготовка инокулюма заключалась в обмолоте колосьев с сорусами, размолотом на мельнице и просеиванием на мелких решетках. Семена перед посевом заспорили. Нагрузка хламидоспор – 1:100 [6,7]. Индикатором эффективности и равномерности проявления болезни служил районированный восприимчивый сорт Крестьянка, который высевался через 10 вариантов опыта.

Учет поражения образцов твердой головней осуществляли в фазу молочно-восковой спелости зерна, тщательно просматривая и подсчитывая все колосья на делянке. Поражение варианта опыта определяли отношением количества больных колосьев к общему их числу по формуле:

$$П. (\%) = (Б.к. / В.к.) \times 100, \text{ где}$$

Б.к. – больные колосья на делянке, шт.

В.к. – всего колосьев на делянке, шт.

100 – перевод частей в проценты.

Для определения класса устойчивости пшеницы к видам твердой головки на искусственном инфекционно-провокационном фоне мы использовали шкалу оценки устойчивости образцов [7]:

- 0 – высокая устойчивость, поражение отсутствует;
- 1 – практическая устойчивость, поражение не превышает 10%;
- 2 – слабая восприимчивость, поражение не превышает 25%;
- 3 – средняя восприимчивость, поражение не более 50%;
- 4 – сильная восприимчивость, поражение более 50%.

Результаты исследования

Изучение реакции моногенных линий, обладающих аллелями гена устойчивости, на расовый состав местной популяции твердой головки, показало различную степень их поражаемости (табл. 1).

Таблица 1

Вирулентность рас местной популяции твердой головки пшеницы на моногенных линиях, устойчивых к патогену

Сорт-дифференциатор	Побегов, шт.											
	2017			2018			2019			2020		
	всего	поражен.	%	всего	поражен.	%	всего	поражен.	%	всего	поражен.	%
Мартин	208	81	39.0	262	93	35.5	233	69	29.6	241	56	23,0
Estacao	185	57	30.9	203	88	43.4	198	39	19,6	160	38	24,0
Адисиба	348	100	28.8	308	123	39.9	175	29	16.5	266	70	26,0
Карафутто	210	72	34.3	352	176	50.0	180	90	50.0	75	10	13,0
Местная 117	195	48	25.7	334	146	43.8	246	88	35.7	138	2	1,0
ЕАР63А	213	19	9.0	247	11	4.5	198	12	6,1	103	6	6,0
Contey	304	86	28.3	214	106	49.6	245	42	17.1	263	76	29,0
Orofen	358	6	1.7	222	13	5.9	197	24	12.1	185	2	1,0

При 4-х летнем изучении эффективными были моногенные линии ЕАР63А (Bt6) и Orofen (Bt8), Местная 117 (Bt5), проявившие практическую устойчивость и слабую восприимчивость ко всем расам местной популяции патогена.

Моногенные линии Мартин (Bt1), Estacao(Bt2), Адисиба (Bt3), Карафутто(Bt4), и Contey (Bt7) в 2017 году были средневосприимчивы, но в 2019 году агрессивность рас твердой головки спала и данные сортообразцы стали слабовосприимчивыми, образцы Карафутто(Bt4) и Мартин (Bt1) в 2018 и 2019 годах показали сильную восприимчивость к твердой головке. В условиях 2020 года моногенные линии Адисиба (Bt3) и Contey (Bt7) показали среднюю восприимчивость к твердой головке.

Сорта местной селекции за 4 года изучения проявили сильную и среднюю восприимчивость (табл. 2). В 2017 году, при среднем поражении стандарта - 58,1% из 74-х изучаемых образцов, практическую устойчивость проявили 6 образцов, остальные в основном поражаются более чем на 46%.

Таблица 2

Степень поражения твердой головкой на сортах яровой пшеницы местной селекции

Сорт	Побегов, шт.											
	2017			2018			2019			2020		
	всего	пораж. *	%	всего	пораж.	%	всего	пораж.	%	всего	пораж.	%
Воронежская 20	203	118	58,1	246	133	54,1	215	90	41,8	-	-	-
Черноземноуральская 2	198	97	49,0	154	76	49,4	187	74	39,6	156	60	38
Донская элегия	211	105	49,7	147	59	40,1	158	85	53,8	168	70	42
Воронежская 18	206	106	51,5	174	85	48,9	164	58	35,4	143	30	21

* – пораженных (здесь и далее).

В 2018 году, при среднем поражении стандарта 54,1%, практическую устойчивость из 63 образцов КСИ и ПСИ показали 22 образца (таблица 3). Образцы 43/10 и 2772(14) показали высокую устойчивость.

Таблица 3

**Практически устойчивый к твердой головне селекционный материал,
выделенный в 2017 году**

Сортообразец	Побегов, шт.			Сортообразец	Побегов, шт.		
	всего	пораж.	%		всего	пораж.	%
2017(08)	154	14	9,1	378 1189(13)	165	13	7,9
236 461(13)	112	11	9,8	380 1212(13)	142	14	9,8
366 1168(13)	198	4	2,0	352 1074(13)	121	8	6,6

Таблица 4

**Практически устойчивый к твердой головне селекционный материал,
выделенный в 2018 году**

Сортообразец	Побегов, шт.			Сортообразец	Побегов, шт.		
	всего	пораж.	%		всего	пораж.	%
390(13)	179	10	5,6	2240(14)	127	6	4,7
43/10	164	0	0	2293(14)	116	7	6,0
1645(06)	162	2	1,2	2305(14)	147	10	6,8
3232(08)	193	3	1,5	2976(14)	135	6	4,4
2139(08)	127	3	2,4	130p(14)	218	17	7,8
1260(12)	208	2	1,0	137p(14)	239	12	8,8
311 (3)	196	6	3,1	2484(14)	151	1	0,7
1168(13)	163	2	1,2	2503(14)	182	3	1,6
1179(14)	175	13	7,4	2562(14)	180	1	0,6
2239(14)	113	13	7,9	2575(14)	220	3	1,4
2600(14)	225	4	1,7	2772(14)	207	0	0
2821(14)	167	1	0,6	143p(14)	215	3	1,4

В 2019 году, при среднем поражении стандарта 42% (табл.5), из 49 образцов выделено 9 практически устойчивых к твердой головне образца. Среднее поражение вариантов опыта составило 38,4%.

В 2020 году, при среднем поражении стандарта 40%, из 84 образцов КСИ и ПСИ выделено 3 высокоустойчивых к твердой головне образца (табл. 6).

Таблица 5

**Практически устойчивый к твердой головне селекционный материал,
выделенный в 2019 году**

Сортообразец	Побегов, шт.			Сортообразец	Побегов, шт.		
	всего	пораж.	%		всего	пораж.	%
32 (13)	150	2	1,3	844(15)	152	4	2,6
1212(13)	178	4	2,2	974(15)	145	3	2,1
3232(08)	146	6	4,1	985(15)	132	9	6,8
2489(14)	138	5	3,6	966(15)	128	5	3,9
2503(14)	143	8	5,6				

Таблица 6

**Высокоустойчивый к твердой головне селекционный материал,
выделенный в 2020 году**

Сортообразец	Побегов, шт.		
	всего	пораж.	%
2489(14)	146	0	0
690(16)	123	0	0
1318(16)	136	0	0

На искусственном инфекционно-провокационном фоне твердой головни с их использованием создан практически устойчивый к твердой головне и не поражающийся бурой ржавчиной селекционный материал, который успешно применяется в селекции сортов яровой пшеницы.

Заключение

Использование искусственного инфекционно-провокационного фона твердой головни, при выделении из перспективных сортов яровой пшеницы новых устойчивых к вредным организмам генотипов, показало его эффективность.

Выделенные образцы 43/10, 2772(14), 2489(14), 690(16) и 1318(16) широко используется в гибридных скрещиваниях. Полученный на его основе селекционный материал успешно проходит сортоиспытание в естественных условиях проявления болезни.

Литература

1. Мальчиков П.Н., Сидоренко В.С., Беспалова Л.А., Мудрова А.А., Мясникова М.Г., Чახеева Т.В., Старикова Ж.В., Тугарева Ф.В. Сорт яровой твердой пшеницы Триада, рекомендованный для хозяйственного использования в Центрально-Черноземном регионе России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3(35). – С. 112-120.
2. Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Колос, – 1978. – 208 с.
3. Жуковский П.М. Генетические основы происхождения биологических рас гибридного паразита и поиска устойчивого генотипа растения-хозяина // Генетика. – 1965. – № 6 – С. 137-148.
4. Одинцова И.Г. Методы оценки общей и специфической устойчивости растений к болезням / Научн. тр. ВАСХНИЛ. – Л.: Колос – 1977. – С. 129-139.
5. Чевердин Ю.И. Изменение свойств почв юго-востока Центрального Черноземья под влиянием антропогенного воздействия: Монография. – Воронеж: Издательство «Истоки», – 2013. – 335 с.
6. Кривченко В.И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней / – М.: Колос, – 1984. – 304 с.
7. Кривченко В.И., Хохлова А.П. Головневые болезни зерновых культур // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. – М: Россельхозакадемия, – 2008. – С.32-85.

References

1. Malchikov P.N., Sidorenko V.S., Bepalova L.A., Mudrova A.A., Myasnikova M.G., Chakheeva T.V., Starikova Zh.V., Tugareva F.V. Spring durum wheat variety Triada, recommended for economic use in the Central Chernozem region of Russia. 2020, № 3(35), pp. 112-120. (In Russian)
2. Geshele E. E. Fundamentals of phytopathological evaluation in plant breeding. 2nd. Ed., Moscow, *Kolos*, 1978, 208 p. (In Russian)
3. Zhukovsky, P. M. The Genetic basis of the biological origin of hybrid races of the parasite and the search for resistant genotype of the host plant. *Genetics*, 1965, no.6, pp.137-148. (In Russian)
4. Odintsova I. G. Methods for assessing the General and specific resistance of plants to diseases. Nauchn. Tr. VASKHNIL. Leningrad, *Kolos*, 1977, pp.129-139. (In Russian)
5. Cheverdin Y. I. Change of properties of soils of the South-East of the Central Chernozem under the influence of anthropogenic influence: Monograph., Voronezh: Publishing House "Istoki", 2013, 335 p. (In Russian)
6. Krivchenko V. I. Resistance of cereal to agents of smut diseases, Moscow: *Kolos*, 1984, 304 p. (In Russian)
7. Krivchenko V.I., Khokhlova A.P. Smut diseases of grain crops. Study of genetic resources of grain crops for resistance to pests. Methodical manual, Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences, 2008, pp. 32-85. (In Russian)

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ОЗИМОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ КУРАНТ С ПОМОЩЬЮ T.TURGIDUM

Б.В. РОМАНОВ, А.А. КОЗЛОВ, А.В. ПАРАМОНОВ

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

Важным фактором повышения валового сбора зерна твёрдой пшеницы является переход на озимые более продуктивные сорта и далее улучшение их продукционного потенциала. Урожайность сорта сильно зависит от индивидуальной продуктивности каждого отдельного растения и определяется их числом на единице площади. Следовательно, необходимо создать на базе существующих сортов озимой твёрдой пшеницы новые перспективные генотипы с более высокими продукционными признаками. Для этого озимую твёрдую пшеницу можно скрестить с тургидной, у которой аналогичный геномный состав и уровень пloidности, но более высокие продукционные показатели. На этом основании проведено скрещивание относительно высокопродуктивного сорта озимой твёрдой пшеницы Курант, со сложной гибридной формой озимой тургидной пшеницы [(tur x tur) x Terra]. Уже во втором поколении, из данной гибридной комбинации {Курант x [(tur x tur) x Terra]}, были отобраны формы с более высокой массой зерна с колоса, по сравнению с исходной твёрдой пшеницей Курант. В третьем поколении превосходство по массе зерна с колоса, у выделенных генотипов, повторилось. Они практически на 30% имели преимущество по массе зерна с колоса над исходным районированным сортом Курант. В дальнейшем, при проведении структурного анализа, в F₃ выделенные формы были разделены на соответствующие краснозёрные и белозёрные генотипы или линии. Эти отобранные линии в F₄, независимо от окраски зерна, существенно превосходили исходный сорт Курант. Таким образом, при скрещивании озимой твёрдой пшеницы Курант с высокопродуктивной гибридной формой T.turgidum удалось создать более продуктивные генотипы, которые значительно превышали продукционные показатели районированного сорта озимой твёрдой пшеницы Курант.

Ключевые слова: озимая твёрдая пшеница Курант, тургидные гибридные формы, урожайность, скрещивание, масса зерна с колоса, продукционные показатели.

INCREASING THE PRODUCTION CHARACTERISTICS OF WINTER DURUM WHEAT CURANT WITH T. TURGIDUM

B.V. Romanov, A.A. Kozlov, A.V. Paramonov

FSBSI «FEDERAL ROSTOV AGRICULTURAL RESEARCH CENTER»

Abstract: *An important factor in increasing the gross yield of durum wheat grain is the transition to more productive winter varieties and further improvement of their production potential. The yield of the variety strongly depends on the individual productivity of each individual plant and is determined by their number per unit area. Therefore, it is necessary to create new promising genotypes with higher production characteristics on the basis of existing winter durum wheat varieties. To do this, winter durum wheat can be crossed with turgid wheat, which has a similar genomic composition and a level of ploidy, but higher production indicators. On this basis, a relatively high-yielding variety of winter hard wheat, Courant, was crossed with a complex hybrid form of winter turgid wheat [(tur x tur) x Terra]. Already in the second generation, from this hybrid*

combination {Courant x [(tur x tur) x Terra]}, the forms with a higher grain mass from the ear were selected, compared to the original one. Thus, when crossing winter durum wheat Courant with a highly productive hybrid form of T. turgidum, it was possible to create more productive genotypes that significantly exceeded the production indicators of the zoned variety of winter durum wheat Courant.

Keywords: winter durum wheat Courant, turgid hybrid forms, yield, crossing, grain weight per ear, production indicators.

Для увеличения валового производства твёрдой пшеницы, наряду с яровыми формами, необходимо расширять ассортимент озимых её сортов, как наиболее продуктивных. Как известно, урожайность очень сильно зависит от индивидуальной продуктивности каждого отдельного растения и определяется их числом на единице площади [1]. Поэтому увеличение их продукционных признаков играет важную роль в увеличении урожайности такого сорта в целом. Для повышения продуктивности озимой твёрдой пшеницы *Triticum durum* Desf. A^uB, 2n=28, можно скрестить её с тургидной пшеницей *T. turgidum* L. A^uB, 2n=28, у которой аналогичный геномный состав и уровень пloidности, но более высокие продукционные показатели [2, 3]. Нужно отметить, что ещё Н.И. Вавилов предлагал идею вовлечения тургидной пшеницы в селекцию при создании сортов с высокопродуктивным колосом [4]. Поэтому в настоящее время всё большее внимание уделяется фенотипическому и генетическому разнообразию коллекционных образцов, включая тетраплоидную пшеницу [5, 6, 7]. Надеюсь на то, что более продуктивная тургидная пшеница окажет благоприятное влияние на урожайные показатели озимой твёрдой пшеницы, в качестве последней использовали относительно высокопродуктивный и районированный в регионе сорт Курант [8]. Исходя из этих соображений проведено скрещивание, имевшегося в нашей коллекции видов пшениц, достаточно продуктивные гибридные формы тургидной пшеницы с современным сортом озимой твёрдой пшеницы Курант.

Цель исследования оценить влияние гибридной формы тургидной пшеницы на продукционные показатели озимой твёрдой пшеницы Курант.

Материалы и методы

Для скрещивания с Курантом использовали сложные гибридные генотипы тургидной пшеницы, которые получили вначале при скрещивании двух контрастных разновидностей *T. turgidum*: var. *martensii* (рыхлоколосая, многозёрная) с var. *salomonis* (плотноколосая, крупнозёрная), поддерживаемой в коллекции видов пшениц ФГБНУ ФРАНЦ [9]. Затем данный высокорослый гибрид (tur x tur), скрестили с короткостебельным районированным сортом тургидной пшеницы Терра. Из последней комбинации [(tur x tur) x Terra] отобраны довольно продуктивные и низкорослые генотипы, один из которых использовался для гибридизации с Курантом. Уже из вновь полученных гибридных форм комбинации {Курант x [(tur x tur) x Terra]} в F₂ были отобраны перспективные генотипы, с которыми сравнили продукционные показатели исходного Куранта. Отобранные гибридные генотипы и исходный сорт Курант высевали одновременно и в одинаковых условиях. В полную спелость отбирали по 10- 15 продуктивных побегов каждого образца и проводили структурный анализ. Математическая обработка по Б.А. Доспехову (1985), с применением стандартной программы Microsoft Excel [10].

Результаты и обсуждение

Было проведено реципрокное скрещивание Куранта с гибридной формой тургидной пшеницы, где в результате завязалось 19 зерновок. После размножения, уже во втором поколении из данной комбинации {Курант x [(tur x tur) x Terra]} были выделены крупноколосые гибридные формы (рисунок). Фенотипически отобранные гибридные формы мало отличались от растений исходного Куранта, за исключением более крупных габаритов. Возможно, из-за своего более мощного габитуса, они несколько превышали по высоте растения Куранта. Однако, это всё равно было не критично и склонности к полеганию практически не отмечалось. Из представленных на рисунке колосьев видно, что колоски и,

особенно, зерновки выделенного гибридного генотипа значительно крупнее. Соответственно, более мощный габитус гибридного организма сказался и на продукционных показателях.



Рис. Колосья, колоски и зерновки:

1. – Курант, 2. – гибрид F_2 {Курант $\times$ [(tur $\times$ tur) $\times$ Терра]}

По крайней мере, по большинству параметров гибриды превосходили Курант (табл.1). Несмотря на совпадение по числу колосков в колосе гибридные растения (2,40 г) на 1/4 имели большую массу зерна с колоса, по сравнению с исходным Курантом (1,78 г).

Таблица 1

**Продукционные характеристики исходной формы
Курант и гибрида F_2 {Курант $\times$ [(tur $\times$ tur) $\times$ Терра]}, 2018 г.**

Генотип	Длина колоса, см	Количество, шт		Масса зёрен, г
		колосков	зёрен	
Исходная форма Курант	5,6	17,2	38,5	1,78
(Курант $\times$ [(tur $\times$ tur) $\times$ Терра])	6,8	17,2	49,0	2,40
НСР ₀₅	0,6	1,8	12,1	0,60

На следующий год различия по продукционным признакам между отобранным гибридом и растениями Куранта сохранилась (табл.2). Во всяком случае, и в F_3 по такому важному селекционному признаку, как масса зерна с колоса, выделенный гибрид также существенно превышал представителей исходного Куранта. Обращает на себя внимание, что в третьем поколении длина колоса у Куранта и гибридной формы совпадают, а большее количество колосков и зёрен последнего в пределах ошибки. Однако, тем не менее, гибридный генотип имеет на 30% более высокую массу зерна с колоса, которое, по-видимому, в основном обеспечивается более крупными и тяжёлыми зерновками последнего.

Таблица 2

**Продукционные характеристики исходной формы
Курант и гибрида F₃ {Курант х [(tur х tur) х Терра]}, 2019 г.**

Генотип	Длина колоса, см	Количество, шт		Масса зёрен, г
		колосков	зёрен	
Исходная форма Курант	6,9	18,8	54,5	1,90
(Курант х [(tur х tur) х Терра])	6,9	20,8	60,0	2,75
НСР ₀₅	0,8	1,6	11,4	0,59

Очевидно, что с такими показателями продукционных признаков полученный гибрид будет, в сопоставимых условиях, существенно превосходить исходный Курант в урожайности. При проведении структурного анализа в 2019 году мы обратили внимание на разную окраску семян. Поэтому в сезоне 2019- 2020 гг гибридный генотип был разложен на краснозёрные и белозёрные формы, то есть разделён на две линии. Итоги сравнительного анализа этих линий представлены в таблице 3. Необходимо отметить, что превосходство гибридных генотипов над исходным Курантом, четко наследуется. Более того, по массе зерна с колоса, опять преимущество гибридных форм над Курантом и весьма показательно, что это также в пределах 30%.

Таблица 3

**Продукционные характеристики исходной формы
Курант и гибридов F₄ {Курант х [(tur х tur) х Терра]}, 2020 г.**

Генотип	Длина колоса, см	Количество, шт		Масса зёрен, г
		колосков	зёрен	
Исходная форма Курант	8,2	22,3	69,1	2,48
(Курант х [(tur х tur) х Терра]) зерно белое; линия 3/20-19	9,5	20,9	94,6	3,74
(Курант х [(tur х tur) х Терра]) зерно красное; линия 3/19-19	9,8	20,7	71,1	3,63
НСР ₀₅	0,4	0,9	7,2	0,41

Таким образом, при скрещивании озимой твёрдой пшеницы Курант с высокопродуктивной гибридной формой T.turgidum удалось существенно повысить продукционные показатели первой.

Литература

1. Фоменко М.А., Грабовец А.И., Олейникова Т.А. Особенности селекционного улучшения озимой пшеницы в степной зоне Ростовской области // Вестник Российской сельскохозяйственной науки – 2020 - №5 С.18-22 DOI: 10.30850/vrsn/2020/5/18-22
2. Романов Б.В., Пимонов К.И. Феномогеномика продукционных признаков видов пшеницы. Монография: п. Персиановский, – 2018. – 188 с.
3. Романов Б. В., Пимонов К. И. Гексаплоидное тритикале, созданное на базе тургидной и твёрдой пшеницы // Известия НВ АУК. – 2020. – 1(57). С. 126-134. DOI: 10.32786/2071-9485- 2020-01-13
4. Пшеницы мира. – Л.: Агропромиздат, – 1987. – 559 с.
5. Zatubekov A., Anuarbek S., Abugalieva S., Turuspekov Y. Phenotypic and genetic variability of a tetraploid wheat collection grown in Kazakhstan // Вавиловский журнал генетики и селекции.- 2020.- 24(6).- С.605- 612. DOI 10.18699/VJ20.654
6. Kaliluoto H., Kaseva J., Balek J., Olesen J.E. et al. Decline in climate resilience of European wheat // Proc. Natl. Acad. Sci. USA.- 2019; 116(1)^123-128. DOI 10.1073/pnas.1804387115.
7. Лёвкина К.В., Михальчёва Е.А. Продуктивность сортов озимой твёрдой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и профессиональное образование. – 2018. – № 3 (51). – С. 158- 164.
8. Anuarbek S., Abugalieva S., Pecchioni N., Laoido G., Maccaferri M., Tuberosa R., Turuspekov Y. Quantitative trait loci for agronomic traits in tetraploid wheat for enhancing grain yield in Kazakhstan environments. *PLoS One*. 2020;15(6):e0234863. DOI: 10.1371/journal.pone.0224863.
9. www.postagrnц.рф

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов. – М.: Колос, –1985. – 352 с.

References

1. Fomenko M.A., Grabovets A.I., Oleinokova T.A. Osobennosti selektsionnogo uluchsheniya ozimoi pshenitsy v stepnoi zone Rostovskoi oblasti [Features of breeding improvement of winter wheat in the steppe zone of the Rostov region]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2020, no.5, pp.18-22 DOI: 10.30850/vrsn/2020/5/18-22 (In Russian)
2. Romanov B.V., Pimonov K.I. Fenomogenomika produktsionnykh priznakov vidov pshenitsy. Monografiya [Phenomogenomics of production traits of wheat species. Monograph]: p. Persianovskii, 2018, 188 p. (In Russian)
3. Romanov B.V., Pimonov K.I. Geksaploidnoe tritikale, sozdannoe na baze turgidnoi i tverdoi pshenitsy [Hexaploid triticale, created on the basis of turgid and durum wheat]. *Izvestiya NV AUK*, 2020, 1(57), pp. 126-134. DOI: 10.32786/2071-9485- 2020-01-13 (In Russian)
4. Wheat of the world. Leningrad, *Agropromizdat*, 1987, 559 p. (In Russian)
5. Zatubekov A., Anuarbek S., Abugalieva S., Turuspekoy Y. Phenotypic and genetic variability of a tetraploid wheat collection grown in Kazakhstan, *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*, 2020, 24(6), pp.605- 612. DOI 10.18699/VJ20.654
6. Kaliluoto H., Kaseva J., Balek J., Olesen J.E. et al. Decline in climate resilience of European wheat, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2019; 116(1)^123-128. DOI 10.1073/pnas.1804387115.
7. Levkina K.V., Mikhail'cheva E.A. Produktivnost' sortov ozimoi tverdoi pshenitsy na svetlo-kashtanovykh pochvakh Volgogradskoi oblasti [Productivity of durum winter wheat varieties on light chestnut soils of the Volgograd region]. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i professional'noe obrazovanie - Bulletin of the lower Volga agro-university complex: science and professional education*, 2018, no. 3 (51), pp. 158- 164. (In Russian)
8. Anuarbek S., Abugalieva S., Pecchioni N., Laoido G., Maccaferri M., Tuberosa R., Turuspekoy Y. Quantitative trait loci for agronomic traits in tetraploid wheat for enhancing grain yield in Kazakhstan environments. *PLoS One*. 2020;15(6):e0234863. DOI: 10.1371/journal.pone.0224863.
9. www.rostagrnts.rf
10. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]. Moscow, *Kolos*, 1985, 352 p. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-154-157

УДК: 623,11631.527

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО СОРТА ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ АРКТУР

А.М. МЕДВЕДЕВ, член-корреспондент РАН

Т.А. ГОРЯНИНА*, А.В. НАРДИД, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

E-mail: nardid1104@gmail.com.

*ФГБНУ САМАРСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ САМНЦ РАН

В статье рассматриваются вопросы создания сорта озимой тритикале Арктур, выведенного совместно ФИЦ «Немчиновка» и Самарским НИИСХ, внесенного в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2021 г. по Средне-Волжскому региону. Приводится характеристика сорта, включая его биологические свойства и хозяйственную ценность по сравнению со стандартами, а также основные элементы технологии возделывания. Показано, что сорт Арктур относится к короткостебельным формам (80-100 см) с урожайностью в Самарской области 5,0-6,0 т/га, в Московской – свыше 10 т/га. Новый сорт обладает групповой устойчивостью к видам ржавчины, мучнистой росе, пыльной и твердой головне, толерантен к фузариозу колоса, септориозу и снежной плесени, высокоустойчив к полеганию, неблагоприятным факторам зимы, дефициту влаги в почве и атмосфере. Достоинствами сорта являются повышенное содержание белка в зерне (до 15%), крупнозерность – масса 1000 зерен 55-60 г. Сорт Арктур получен в результате скрещивания растений сорта Гермес и Авангард с многократным индивидуальным отбором из гибридных популяций лучших генотипов.

Ключевые слова: озимая тритикале, селекция, сорт, устойчивость, урожайность, качество зерна, технология возделывания.

AGROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A NEW VARIETY OF WINTER TRITICALE ARCTUR.

A.M. Medvedev, T.A. Goryanina*, A.V. Nardid*

FGBNU «FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

*FSBSI SAMARA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF SAMSC RAS

Abstract: *The article discusses the issues of creating a winter triticale variety Arctur, bred jointly by the Federal Research Center «Nemchinovka» and the Samara Research Institute of Agriculture, entered in the State Register of Breeding Achievements, approved for use from 2021 in the Middle Volga region. The characteristics of the variety are given, including its biological properties, economic value in comparison with the standards, as well as the main provisions of the cultivation technology. It is shown that the Arctur variety belongs to short-stemmed forms (80-100 cm) with a yield in the Samara region of 5.0-6.0 t/ha, in the Moscow region - over 10 t/ha. The new variety possesses group resistance to types of rust, powdery mildew, dust and hard smut, tolerant to fusarium head blight, septoria blight and snow mold, highly resistant to lodging, unfavorable winter factors, moisture deficit in the soil and atmosphere. The advantages of the variety are the increased protein content in the grain (up to 15%), coarse grain (the weight of 1000 grains is 55-60 g). The Arctur variety was obtained by crossing Hermes and Avangard plants with multiple individual selection from hybrid populations of the best genotypes.*

Keywords: winter triticale, breeding, variety, resistance, yield, grain quality, cultivation technology.

Материалы и методика исследований

Изучение мирового генофонда тритикале, получение новых линий и сортов, наблюдения и учеты, лабораторные опыты осуществлялись в 1995-2019 гг., согласно методическим указаниям Доспехова [1], Госсортокомиссии [2], ФАНЦ «Всероссийский институт ГРР им. Н.И. Вавилова» [3]. Погодные условия экспериментов в Подмосковье и Самарской области характеризовались значительным разнообразием факторов, с дефицитом влаги в Заволжье, особенно в летнюю вегетацию тритикале и обилием осадков, прежде всего, ранней весной в Московской области. В сложных условиях внешней среды, при использовании неодинаковых почв (черноземы и дерново-подзолистые суглинки), исследователям удалось получить сорт тритикале с комплексом ценных признаков.

Результаты исследований и их обсуждение

Новая культура тритикале постоянно совершенствуется в процессе селекции. Урожайность ее в мировом земледелии достигла 6-7 т/га, в Российской Федерации - в среднем 3,0 т/га с посевной площади 250 тыс. га [4, 5, 6]. В селекции тритикале широко используется генофонд культуры ВИР, насчитывающий около 4,0 тыс. сортообразцов [4]. Авторами в процессе испытания значительных объемов коллекции ФАНЦ ВИГРР имени Н.И. Вавилова выделены лучшие генотипы (сорта Гермес и Авангард), скрещивание которых обеспечило получение перспективной гибридной популяции. Многократный индивидуальный отбор в F₃-F₅ позволил получить новый короткостебельный сорт с высокими показателями продуктивности (свыше 10 т/га), качества зерна, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам. Завершение процесса селекции осуществлено в Самарском НИИСХ — филиале СамНЦ РАН в условиях жёсткой засухи. В итоге создан сорт Арктур, переданный на Госиспытание в 2019 г. и в 2021 г. рекомендованный Госсорткомиссией РФ для возделывания в аграрных предприятиях Средне-Волжского региона. Новый сорт Арктур при изучении в Самарском НИИСХ показал положительные результаты по урожайности зерна (табл. 1).

Таблица 1

Агроэкологическое испытание сорта озимой тритикале Арктур в Самарском НИИСХ

Сорт	Урожайность зерна по годам, т/га					
	2016	2017	2018	2019	Среднее, т/га	отклонение от стандарта, т/га
Кроха, st	6,20	6,63	3,07	3,51	4,87	-
Капелла	6,52	7,31	2,86	2,80	4,87	-
Спика	6,22	6,99	3,26	3,34	4,95	0,08
Арктур	7,00	7,44	3,28	3,51	5,31	0,44
НСР _{0,05}	0,32	0,37	0,41	0,47		

В среднем за четыре года (2016-2019) урожайность зерна сорта Арктур составила 5,31 т/га с превышением над стандартом Кроха – 0,44 т/га. В государственном испытании на Кошкинском ГСУ Самарской области сбор зерна в 2019 г. оказался равным 3,86 т/га, у стандарта Тальва 100 – 3,07 т/га (табл. 2).

На госсортоучастках Самарской и Ульяновской областей в 2019-2020 гг. сорт Арктур имел более высокие прибавки урожая зерна (0,6-0,5 т/га) по сравнению со стандартами, что и обеспечило внесение нового сорта в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Озимая тритикале Арктур в степных условиях Самарской области (конкурсное испытание в Безенчуке в 2015-2020 гг.) обеспечивала урожайность зерна свыше 4,5 т/га (у стандарта Кроха около 4,0 т/га), с повышенными показателями массы зерна с колоса (1,9 г), числа зерен в колосе (45), массы 1000 зерен (39,6 г), содержания белка в зерне (14,8%). Арктур относится к формам растений интенсивного типа с высокой зимостойкостью и

засухоустойчивостью, обладает устойчивостью к осыпанию зерна, хорошей обмолочиваемостью колосьев.

Таблица 2

Урожайность зерна сорта Арктур при госиспытании на Кошкинском ГСУ Самарской области

Сорт	Урожайность зерна, т/га				
	2016	2017	2019	среднее	отклонение от st
Тальва 100, стандарт	6,51	4,86	3,07	4,81	-
Кроха	6,56	5,09	-	5,82	0,64
Капелла	6,47	5,21	-	5,84	0,16
Спика	-	-	4,21	-	-
Арктур	-	-	3,86	-	-
НСР _{0,05}	0,33	0,46	0,41	-	-

Благодаря низкому стеблю растения сорта Арктур не полегают (устойчивость 9 баллов). Вегетационный период составляет 280-310 дней, на 3-4 дня короче, чем у стандарта Кроха. Высота растений в Безенчуке (Самарский НИИСХ) – 80-85 см, в Московской области (ФИЦ «Немчиновка») – 87-101 см.

Заключение

Посевы озимой тритикале сорта Арктур характеризуются высокой агроэкологической адаптивностью, в естественных условиях не поражаются видами ржавчины, мучнистой росой, пыльной и твердой головнёй, толерантны к фузариозу колоса и снежной плесени.

Агротехнические опыты, проведённые в Самарском НИИСХ, показали, что сорт Арктур выделяется высокой отзывчивостью на внесение минеральных удобрений, улучшение обработки почвы. Перед посевом тритикале целесообразно проведение протравливания семян с применением протравителя Баритон. Оптимальным сроком посева в Заволжье (Безенчук) является период с 25 августа по 25 сентября, в Подмоскovie (ФИЦ «Немчиновка») – с 01 по 10 сентября. Оптимальная норма высева – 4,0-4,5 млн. всхожих семян на гектар. Необходима пространственная изоляция посевов на семеноводческих участках - не менее 500 м от массивов озимой ржи и других сортов тритикале.

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов испытания, 5-е изд. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.
2. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. / Под общей редакцией М.А. Федина. – М.: 1988. – 121 с.
3. Мережко А.Ф., Удачин Р.А. Методические указания. – Санкт-Петербург, ВИР.: – 1999. – 32 с.
4. Медведев А.М., Медведева Л.М., Пома Н.Г., и др. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации (коллективная монография). – М.: – 2017. – 284 с.
5. Медведев А.М., Воронов С.И., Горянина Т.А., Нардид А.В. О методах и результатах создания исходного материала для селекции перспективных сортов озимой тритикале. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. – №1(33). – С. 82-87. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11160
6. Мережко А.Ф. К вопросу о принципах подбора родительских пар для скрещиваний в селекции пшеницы. ВИР. – Л.: – 1981. – С. 65-69.

References

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov ispytaniya, 5-e izdanie [Field experiment technique with the basics of statistical processing of test results, 5th edition], Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p. (In Russian)
2. Metodika gosudarstvennogo ispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krupyanykh i zernobobovykh kul'tur. Pod obshchei redaktsiei M.A. Fedin [Methodology for state testing of agricultural crops. Technological assessment of cereals, cereals and leguminous crops. Under the general editorship of M.A. Fedin], Moscow, 1988, 121 p. (In Russian)
3. Merezko A.F., Udachin R.A. Metodicheskie ukazaniya [Methodical instructions], Sankt-Peterburg, VIR, 1999, 32p. (In Russian)

4. Medvedev A.M., Medvedeva L.M., Poma N.G., et al. Ozimaya i yarovaya tritikale v Rossiiskoi Federatsii (kollektivnaya monografiya) [Winter and spring triticale in the Russian Federation (collective monograph)]. Moscow, 2017, 284 p. (In Russian)
5. Medvedev A.M., Voronov S.I., Goryanina T.A., Nardid A.V. O metodakh i rezul'tatakh sozdaniya iskhodnogo materiala dlya selektsii perspektivnykh sortov ozimoi tritikale [On methods and results of creating initial material for breeding promising varieties of winter triticale]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, Orel, 2020, no.1 (33), pp. 82-87. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11160 (In Russian)
6. Merezhko A.F. K voprosu o printsipakh podbora roditel'skikh par dlya skreshchivaniy v selektsii pshenitsy [To the question of the principles of selection of parental pairs for crosses in wheat breeding], VIR, Leningrad.: 1981, pp. 65-69. (In Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-158-164

УДК 633.19:631.524.7:524.84

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

Е.А. ГОРДИНСКАЯ ORCID ID 0000-0002-3839-7299, e-mail: elenagordinskay0@gmail.com

А.В. КРОХМАЛЬ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0002-3104-3308

А.И. ГРАБОВЕЦ, член-корреспондент РАН, ORCID ID 0000-0002-1530-7721

Н.И. БАРУЛИНА e-mail: nbarulina64@mail.ru

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

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

E-mail: dzni@mail.ru

Целью работы было определение условий реализации потенциала продуктивности новых сортов тритикале по разным предшественникам, уровня вариабельности продуктивности и отдельных ее компонентов, установление взаимосвязей между урожайностью, ее элементами и показателями качества зерна. Изучали новые сорта озимого тритикале: Приам, Блюз, Форте, Азнавур и Аргус, стандарт – сорт Каприз. Методы исследований – полевой и лабораторный. Исследования проводили в 2016-2020 гг. в условиях степной зоны северо-запада Ростовской области. Почва – чернозем южный. Предшественники черный пар и зернобобовые. Установлено, что наибольший урожай зерна по обоим предшественникам сформировал сорт Форте. Наиболее стабильным по продуктивности был сорт Блюз. Результаты оценки экологической пластичности позволяют рекомендовать сорта Каприз и Блюз размещать по худшим предшественникам, сорт Аргус на высоких агрофонах, по лучшим предшественникам, Приам, Форте и Азнавур по любым предшественникам. Выяснено, что наиболее стабильный элемент структуры урожая – масса 1000 зерен, наиболее вариабельные – масса зерна с 1 растения и с 1 колоса. Определено, что компоненты урожайности сорта Блюз варьируют в меньшей степени. Установлено, что урожайность отрицательно коррелирует с продуктивным стеблестоем, что свидетельствует о негативном влиянии загущения на урожайность. Высокая степень взаимосвязи урожайности с озерненностью колоска позволяет рекомендовать этот элемент как критерий отбора на продуктивность на ранних этапах селекционного процесса. Определены показатели качества зерна новых сортов, их изменчивость. Наиболее стабильными были содержание крахмала (коэффициент вариации C_v от 1,7 до 3,6%) и натура зерна (3,5-5,6%). Отмечена высокая зависимость числа падения от условий среды (25,6 – 48,6) у всех сортов, за исключением сорта Аргус ($C_v=7,8\%$). По хлебопекарным свойствам выделился сорт Приам.

Ключевые слова: озимая тритикале, сорт, урожайность, структура урожая, изменчивость, корреляционные связи, качество зерна.

CHARACTERISTIC OF BIOLOGICAL POTENTIAL OF WINTER TRITIKALE VARIETIES

E.A. Gordinskaya ORCID ID 0000-0002-3839-7299, e-mail: elenagordinskay0@gmail.com

A.V. Krochmal ORCID ID 0000-0002-3104-3308, e-mail: krochmal_58@mail.ru

A.I. Grabovets ORCID ID 0000-0002-1530-7721, e-mail: grabovets_ai@mail.ru

N.I. Barulina e-mail: nbarulina64@mail.ru

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

FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION «FEDERAL ROSTOV
AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER» E-mail: dzni@mail.ru

Abstract: *The aim of the work was to determine the conditions for realizing the productivity potential of new triticale varieties for different predecessors, the level of productivity variability and its individual components, to establish relationships between productivity, its elements and grain quality indicators. We studied new varieties of winter triticale: Priam, Blues, Forte, Aznavour and Argus, the standard is the Caprice variety. Research methods - field and laboratory. The research was carried out in 2016-2020 in the steppe zone of the north-west of the Rostov region. The soil is southern chernozem. Precursors are black fallow and pulses. It was found that the Forte variety formed the highest grain yield for both predecessors. The Blues variety was the most stable in terms of productivity. The results of the assessment of ecological plasticity make it possible to recommend the varieties Caprice and Blues to be placed according to the worst predecessors, the variety Argus on high agricultural backgrounds, according to the best predecessors, Priam, Forte and Aznavour according to any predecessors. It was found that the most stable element of the yield structure is the weight of 1000 grains, the most variable is the weight of grain from 1 plant and from 1 ear. It was determined that the components of the Blues variety yield vary to a lesser extent. It was found that the yield is negatively correlated with the productive stalk, which indicates the negative effect of thickening on the yield. The high degree of relationship between yield and grain size of the spikelet makes it possible to recommend this element as a selection criterion for productivity at the early stages of the breeding process. Indicators of quality of grain, new varieties, their variability have been determined. The most stable were the starch content (coefficient of variation Cv from 1.7 to 3.6%) and grain nature (3.5-5.6%). A high dependence of the falling number on environmental conditions (25.6 - 48.6) was noted in all varieties, with the exception of the Argus variety (Cv = 7.8%). The Priam variety stands out for its baking properties.*

Keywords: winter triticale, variety, yield, yield structure, variability, correlations, grain quality.

Введение

Важной задачей селекции любой зерновой культуры является создание сортов, обладающих экологической пластичностью, высокой продуктивностью и качеством зерна, устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам. В настоящее время селекция тритикале достигла значительных успехов в области создания высокопродуктивных сортов. Новые сорта этой культуры успешно конкурирует по урожайности с традиционными зерновыми культурами, такими как пшеница, рожь и ячмень. Новые сорта тритикале способны сформировать урожай до 10 т с 1 га. Ареал распространения озимых тритикале охватывает 10 регионов Российской Федерации, от Северо-Западного до Восточно-Сибирского. Такое широкое распространение тритикале на территории России свидетельствует о высоком уровне адаптивных свойств новой культуры, обусловленных присутствием в геноме тритикале полного набора ржаных хромосом [1, 2]. Преимуществом тритикале является также устойчивость культуры ко многим фитопатогенам, что позволяет получать в итоге экологически чистую продукцию.

По мнению многих ведущих ученых, тритикале в ближайшем будущем может стать одной из важнейших кормовых и продовольственных культур [3, 4]. На бедных почвах эта культуры способна обеспечить более высокий сбор зерна в сравнении с пшеницей, делая тритикале перспективной культурой в случаях дефицита средств интенсификации сельскохозяйственного производства [5].

Изначально цель скрещивания пшеницы с рожью была в создании нового хлебного злака, объединяющего в одном организме качество зерна пшеницы и высокие адаптивные свойства ржи. Однако сегодня сорт тритикале с высокими хлебопекарными свойствами, превосходящими пшеницу, пока не создан.

Зерно тритикале используется во многих отраслях перерабатывающей промышленности: в хлебопекарной, кондитерской, спиртовой, а также в комбикормовом производстве. Повышенное содержание незаменимых аминокислот в зерне обеспечивает более высокие питательные свойства хлеба из тритикале, в сравнении с пшеничным [4].

Цель настоящей работы оценить норму реакции новых сортов по продуктивности и отдельным ее элементам; установить корреляционные взаимосвязи между ними; определить технологические свойства зерна в зависимости от условий возделывания.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в 2016-2020 гг. в Федеральном Ростовском аграрном научном центре, в северо-западной степной зоне Ростовской области. Климат зоны – умеренно континентальный. Почва опытного участка представлена черноземом южным карбонатным среднесильным. В пахотном слое количество гумуса находится в пределах 3,6%.

Объект исследований – новые сорта озимого тритикале собственной селекции Каприз, Приам, Блюз, Форте, Азнавур и Аргус, сорт-стандарт – Каприз. Предшественники – черный пар и зернобобовые. Площадь делянки 21 м², повторность трехкратная, норма высева по пару 4 млн., по непаровому предшественнику 5 млн. всхожих семян на 1 га. Урожай учитывали поделочно, напрямую комбайном Сампо 130 в фазе полной спелости зерна. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-89. Содержание белка, крахмала методом инфраскопии на приборе Infratek 1241. Количество клейковины определяли по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию (М.: 1988), число падения – по методу Х. Пертена на приборе Falling Number FN 1700. Размол зерна - на мельнице Brabender. Лабораторную выпечку хлеба проводили по методике Государственной комиссии сортоиспытания. Параметры экологической пластичности, стабильности – по методу Эберхарта и Рассела. Экспериментальные данные обрабатывали методами статистического анализа методом ANOVA.

Годы проведения исследований различались по степени напряженности гидротермических стрессов. Сумма годовых осадков в 2016-2019 гг. превышала среднесуточную (451 мм) на 17-53%, в 2019/2020 составила 86% к среднесуточной. Однако распределение осадков по фазам вегетации растений было различным. Фаза колошения и цветения (май) в 2015/2016, 2016/2017 и 2018/2019 гг. протекала в условиях достаточного увлажнения (115-206%), в 2019/2020 и особенно в 2017/2018 гг. – в условиях острого дефицита влаги (76 и 44% к среднесуточной). Период налива зерна в годы исследований проходил в условиях острой засухи, количество выпавших осадков варьировало от 14 до 27,6 мм, что составляло 26-51% среднесуточного количества.

Результаты и обсуждения

Зерновая продуктивность тритикале зависит от гидротермических условий вегетации и генетических свойств сорта реагировать на изменения условий среды. Наиболее благоприятными для роста и развития озимого тритикале были 2015/2016 годы. По предшественнику черный пар все сорта сформировали урожай более 10 т/га. Лидировал по этому предшественнику сорт Аргус. По зернобобовым максимальный урожай отмечали у сорта Форте (табл. 1). В среднем за годы исследований по обоим предшественникам наибольший урожай отмечен у сорта Форте.

Таблица 1

Урожайность сортов тритикале по разным предшественникам и показатели экологической пластичности, среднее за 2016-2020 гг.

Сорт	Черный пар, т/га			Cv, * %	Зернобобовые, т/га			Cv, %	b _i **
	min	max	среднее		min	max	среднее		
Каприз	8,22	10,05	8,79	20,3	3,78	6,56	5,49	21,8	0,92
Приам	6,98	12,34	9,28	19,8	4,78	6,49	5,38	23,8	1,06
Блюз	7,99	10,77	9,44	10,6	4,57	7,30	5,85	20,8	0,90
Форте	8,01	11,90	10,12	18,0	4,46	8,35	6,26	29,0	1,04
Азнавур	7,51	11,86	9,69	16,0	4,50	8,00	5,87	28,0	0,95
Аргус	8,24	12,58	10,02	15,0	3,64	8,00	5,85	32,9	1,13

*Cv – коэффициент вариации; ** b_i коэффициент регрессии по среде

Вариабельность продуктивности исследуемых сортов по предшественнику черный пар была значительно ниже, чем по зернобобовым. Наиболее стабильным в отношении урожайности по обоим предшественникам был сорт Блюз, что свидетельствует о его экологической пластичности. Высокий коэффициент вариации (C_v) продуктивности по непаровому предшественнику имел сорт Аргус.

Для определения уровня экологической пластичности сортов был рассчитан коэффициент регрессии по среде (b_i). Из проведенного анализа следует, что сорта Каприз и Блюз лучше адаптированы к средним и худшим условиям среды ($b_i < 1$), Приам, Форте и Азнавур - наиболее пластичные ($b_i \approx 1$), сорт Аргус отзывчив на улучшение условий среды ($b_i > 1$).

Продуктивность сорта – это результирующий признак, слагаемый из реализации потенциала многих компонентов, которые так или иначе взаимосвязаны между собой. Так продуктивный стеблестой (количество продуктивных стеблей на 1 м^2) взаимосвязан с количеством растений на 1 м^2 и продуктивной кустистостью. Продуктивная кустистость в свою очередь обусловлена генетической детерминацией, погодными условиями, обеспеченностью элементами питания, агротехникой, повреждением болезнями, вредителями и т.д. Продуктивность колоса взаимосвязана с озерненностью колоса и колоска, а также с массой 1000 зерен, которая в свою очередь обеспечивается величиной фотосинтезирующего аппарата, продолжительностью и гидротермическими условиями периода налива.

Элементы структуры урожая характеризовались различным уровнем изменчивости. Наиболее стабильным элементом у всех изученных сортов была масса 1000 зерен (табл. 2). Относительно стабильным был сорт Блюз: коэффициенты вариации четырех компонентов урожая (продуктивный стеблестой, масса зерна с колоса, озерненность колоса и озерненность колоска) были самыми низкими. Высокую изменчивость элементов структуры урожая отметили у сорта Азнавур.

Таблица 2

Изменчивость элементов продуктивности сортов тритикале, среднее за 2016-2020 гг., C_v , %

Элемент продуктивности	Каприз	Приам	Блюз	Форте	Азнавур	Аргус
Продуктивный стеблестой	16,7	26,4	13,0	23,4	32,2	31,0
Продуктивная кустистость	15,7	29,1	20,0	18,6	28,3	30,6
Масса зерна с растения	28,5	46,5	34,4	26,1	53,4	40,2
Масса зерна с колоса	33,1	39,4	21,7	34,5	41,8	27,7
Масса 1000 зерен	9,5	6,5	7,5	7,3	7,5	9,5
Озерненность колоса	27,0	29,2	16,6	28	35,9	31,7
Озерненность колоска	35,8	32,7	21,4	28,4	32,4	23,2

Каждый компонент продуктивности интегрирует вклад в результирующий признак (урожай зерна), обусловленный генетической составляющей признака, генотипа и среды. Для выявления взаимосвязей между урожаем и слагающими его компонентами был проведен корреляционный анализ. Сильная отрицательная взаимосвязь урожая с продуктивным стеблестоем выявлена у сорта Каприз, средняя отрицательная – у сортов Приам и Азнавур (табл. 3). Это свидетельствует о том, что эти сорта отрицательно реагируют на загущение. Негативная реакция этих сортов на загущение компенсируется высокой сопряженностью урожая с массой зерна с колоса и массой 1000 зерен.

Сильная положительная взаимосвязь продуктивности с массой зерна с растения прослеживается у сортов Приам, Форте и Аргус, с массой зерна с колоса – у сортов Каприз, Приам, Форте, Аргус. Масса 1000 зерен, или крупность, существенно влияет на урожайность, у сортов Каприз, Приам и Блюз - в сильной, у остальных – в средней степени.

Таблица 3

**Взаимосвязь (r) урожайности с некоторыми элементами продуктивности,
(среднее за 2016-2020 гг.).**

Элемент продуктивности	Каприз	Приам	Блюз	Форте	Азнавур	Аргус
Продуктивный стеблестой	-0,733	-0,122	0,007	-0,471	-0,346	-0,011
Продуктивная кустистость	-0,580	0,603	0,594	0,611*	0,462	0,432
Масса зерна с растения	0,543	0,832*	0,638*	0,797*	0,620*	0,861*
Масса зерна с колоса	0,788*	0,726*	0,503	0,748*	0,580	0,713*
Масса 1000 зерен	0,886*	0,855*	0,789*	0,687*	0,668*	0,686*
Озерненность колоса	0,621*	0,752*	0,298	0,732*	0,520	0,828*
Озерненность колоска	0,740*	0,790*	0,188	0,605	0,551	0,776*

*связь существенна при 0,05

Взаимосвязь озерненности колоса и колоска с результирующим признаком сорта Блюз была наименее существенна. Сильная сопряженность озерненности колоска с продуктивностью установлена у сортов Каприз, Приам и Аргус, средняя – у Форте и Азнавур. Этот признак заслуживает особого внимания селекционера, как один из критериев отбора на продуктивность на любом этапе селекционного процесса, т.к. озерненность колоска можно оценить до уборки, в период восковой спелости.

Качество зерна. Понятие качества зерна включает в себя более 30 показателей, которые дополняют друг друга и в большей степени связаны между собой [6]. Немаловажным показателем качества зерна является стекловидность. Зерно по степени стекловидности делится на три группы: стекловидное, частично стекловидное и мучнистое зерно.

Таблица 4

**Показатели качества сортов озимого тритикале и вариабельность показателей (Cv),
2016-2020 гг.**

Показатель	Каприз	Приам	Блюз	Форте	Азнавур	Аргус
Стекловидность, %	79	71	74	60	67	78
Cv, %	15,4	19,9	16,9	13,2	27,2	19,8
Натура г/л	718	696	718	700	700	701
Cv, %	4,3	4,0	3,5	4,0	4,6	5,6
Белок %	13,1	13,0	13,0	12,0	12,9	11,6
Cv, %	10,1	10,3	6,2	5,9	9,7	9,2
Клейковина %	22,7	21,8	21,2	18,4	24,1	18,2
Cv, %	21,1	19,8	18,0	25,5	16,3	38,6
Крахмал %	65,9	66,3	66,3	67,6	67,9	67,7
Cv, %	2,4	3,6	2,9	1,7	1,9	2,0
Число падения, с.	283	228	267	210	243	289
Cv, %	25,6	32,5	37,3	48,6	45,2	7,8
Объем хлеба, куб. см	635	642	580	570	622	600
Cv, %	23,1	11,6	15,2	8,0	5,3	6,5
Общая хлебопекарная оценка	3,7	4	3,6	3,7	3,7	3,7
Cv, %	21,2	12,9	17,4	13,9	7,6	6,8

В мукомольном производстве принята классификация зерна пшеницы по стекловидности: менее 40% – низкостекловидное, от 40 до 60% – среднестекловидное, выше 60% – высокостекловидное [7]. Все изученные сорта, кроме сорта Форте, относятся к высокостекловидным, сорт Форте – с среднестекловидным. Изменчивость данного признака можно охарактеризовать как среднюю, лишь у сорта Азнавур она была значительной (табл. 4). Натура или вес единицы объема зерна является показателем мукомольных свойств характеризует степень выполненности зерна, а следовательно возможный выход муки. Этот показатель качества варьировал у сортов незначительно, что свидетельствует о генетической детерминации признака и слабой зависимости показателя от условий среды.

Содержание белка в зерне – одна из наиболее важных составляющих его качества. На уровень этого показателя влияют различные факторы: генетическая степень белковости (высокобелковые и низкобелковые), погодные условия в период формирования зерна и обеспеченность элементами питания растений. Самое высокое содержание белка наблюдали в 2018 году (12,2-14,0%), самое низкое – в 2020 году (10,8-11,7%). Изменчивость этого признака у сортов Блюз, Форте, Азнавур и Аргус была незначительной, у сортов Каприз и Приам – средней.

Содержание клейковины в зерне было более вариабельным, чем содержание белка. Наибольшее количество клейковины у всех сортов отмечали в 2018 году, лидировал по этому признаку сорт Азнавур (29,4%), который в среднем за 2016-2020 гг. превзошел все изученные сорта.

Наиболее стабильный признак – содержание крахмала в зерне, вариабельность его незначительна. Максимальный уровень крахмала в зерне наблюдали в 2020 году. Содержание крахмала варьировало от 68% у сорта Каприз до 70,3% у сорта Азнавур. Следует отметить, что содержание крахмала отрицательно коррелирует с содержанием белка.

Число падения – наиболее изменчивый показатель качества зерна, который зависит от условий среды. Исключение составил сорт Агрус, вариабельность показателя числа падения его незначительна. Высокую изменчивость отмечали у сортов Форте и Азнавур (табл. 4). Число падения служит косвенным показателем определения активности α -амилазы, позволяющим судить о степени прорастания зерна и пригодности его к применению в хлебопекарных целях. Лучшие показатели по числу падения были у сортов Форте (210 с), Приам (228 с) и Азнавур (243 с).

Объемный выход хлеба в период исследований у сортов Форте, Азнавур и Агрус менялся незначительно, у остальных сортов – в средней степени. Высокий показатель объема хлеба отмечен в 2018 году, лидировал сорт Агрус (700 см³), минимальный – в 2017 году у сорта Форте (490 см³).

Общая хлебопекарная оценка (ОХО) складывается из целого ряда показателей, таких как объемный выход хлеба, поверхность, форма и цвет корки, пористость и эластичность мякиша и др. Этот показатель высокостабилен у сортов Азнавур и Агрус, и средневариабелен у остальных сортов. В среднем показатели ОХО изученных сортов имеют близкие значения, варьируя от 3,6 баллов у сорта Агрус до 4,0 баллов у сорта Приам.

Заключение

В результате исследований было установлено: максимальную урожайность сформировал сорт Форте как по черному пару (10,12 т/га), так и по зернобобовым (6,26 т/га);

продуктивность сортов по предшественнику пар более стабильна (Cv 15,0-20,3 %), чем по зернобобовым (Cv 20,8-32,9 %). Сорта Каприз и Блюз можно рекомендовать по жестким предшественникам, Приам, Форте и Азнавур – пластичные сорта, сорт Агрус следует высевать по лучшим предшественникам и высокому агрофону.

Наиболее вариабельным элементом продуктивности является масса зерна с растения (Cv 26,1-53,4 %), стабильным – масса 1000 зерен (Cv 6,5-9,5%). Сорт Каприз отрицательно реагирует на загущение в сильной степени ($r = -0,733$), Форте и Азнавур – в средней ($r = -0,471$; $r = -0,346$).

Урожайность тесно коррелирует с массой зерна с растения ($r = 0,543-0,861$) и массой зерна с колоса ($r = 0,580-0,788$), озерненность колоска может служить критерием отбора на продуктивность на ранних этапах селекционного процесса.

Лучшими хлебопекарными свойствами характеризуется сорт Приам.

Литература

1. Пономарев С.Н., Пономарева М.Л., Фомин С.И., Маннапова Г.С., Гильмуллина Л.Ф. Изменчивость высоты растений и урожайности зерна коллекционных образцов озимой тритикале // Вестник Казанского ГАУ. 2020. № 2 (58). – С. 42-48. DOI 10.1273/2073-0462-2020-42-48.
2. Горянина Т.А. Сравнительная оценка сортов озимой тритикале по адаптивной способности и стабильности // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №1. – С.37-41. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10107.
3. Щипак Г.В., Святченко С.И., Ничипорук Е.А., Щипак В.Г., Щипак В.В., Вось Х., Хегарти Д. Результаты селекции тритикале на улучшение хлебопекарных свойств // Тритикале. Материалы заседания секции тритикале ОСХН он-лайн: «Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья». Ростов-на-Дону. 2021. – С. 43-65. DOI 10.34924/FRARC.2020.13.52.001.
4. Бадамшина Е.В. Целевое использование продуктов переработки зерна тритикале // Тритикале. Материалы заседания секции тритикале ОСХН он-лайн: «Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья». Ростов-на-Дону. – 2021. – С. 200-210. DOI 10.34924/FRARC.2020.93.52.001.
5. Ворончихин В.В., Пыльнев В.В., Рубец В.С., Ворончихина И.Н. Влияние экстремальных метеорологических условий выращивания на качество зерна озимой гексаплоидной тритикале в ЦРНЗ // Тритикале. Материалы 8-й Международной научно-практической конференции «Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки» - Ростов-на-Дону. – 2018. – С. 35-44.
6. Казарцева А.Т., Шеуджен А.Х., Нещадим Н.Н. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна // Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», – 2004. – 160 с.
7. Наймушина А.Ю., Яичкин В.Н. Влияние сорта на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета. – 2018, – № 3 (71)/ – С. 45-48.

References

1. Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Fomin S.I., Mannapova G.S., Gilmullina L.F. Izmenchivost' vysoty rasteniy i urozhaynosti zerna kolleksiionnykh obraztsov ozimoy tritikale [Variability of plant height and grain yield of collection samples of winter triticale]. *Bulletin of Kazan GAU*. 2020, no. 2 (58), pp. 42-48. DOI 10.1273/2073-0462-2020-42-48. (In Russian)
2. Goryanina T.A. Sravnitel'naya otsenka sortov ozimoy tritikale po adaptivnoy sposobnosti i stabil'nosti [Comparative evaluation of varieties of winter triticale for adaptive ability and stability]. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2020, Vol. 34, no. 1. pp.37-41. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10107. (In Russian)
3. Shchipak G.V., Svyatchenko S.I., Nichiporuk E.A., Shchipak V.G., Shchipak V.V., Vos Kh., Hegarty D. Rezul'taty selektsii tritikale na uluchsheniye khlebopekarnykh svoystv [Results of selection of triticale to improve baking properties]. *Triticale. Materials of the meeting of the triticale section of the OSHN on-line: "Triticale. Breeding, genetics, agrotechnics and raw materials processing technologies"*. Rostov-on-Don. 2021, pp. 43-65. DOI 10.34924/FRARC.2020.13.52.001. (In Russian)
4. Badamshina E.V. Tselevoye ispol'zovaniye produktov pererabotki zerna tritikale [Targeted use of triticale grain processing products]. *Triticale. Materials meetings of the section of triticale OSHN on-line: "Triticale. Breeding, genetics, agrotechnics and raw materials processing technologies"*. Rostov-on-Don. 2021, pp. 200-210. DOI 10.34924/FRARC.2020.93.52.001. (In Russian)
5. Voronchikhin V.V., Pylnev V.V., Rubets V.S., Voronchikhin I.N. Vliyaniye ekstremal'nykh meteouosloviy vyrashchivaniya na kachestvo zerna ozimoy geksaploidnoy tritikale v TsRNZ [Influence of extreme meteorological conditions of growing on grain quality of winter hexaploid triticale in TsRNZ]. *Triticale. Materials of the 8th International Scientific and Practical Conference "Triticale and Stabilization of the Production of Grain, Feed and Their Processing Products"* - Rostov-on-Don. 2018, pp. 35-44. (In Russian)
6. Kazartseva A.T., Sheudzhen A.Kh., Neshchadim N.N. Ekologo-geneticheskiye i agrokhimicheskiye osnovy povysheniya kachestva zerna [Ecological, genetic and agrochemical bases for improving the quality of grain]. *Maikop: GURIPP "Adygea"*, 2004, - 160 p. (In Russian)
7. Naymushina A.Yu., Yaichkin V.N. Vliyaniye sorta na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy psheynitsy v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya [The influence of the variety on the yield and grain quality of spring wheat in the conditions of the Orenburg Cis-Urals]. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2018, no. 3 (71), pp. 45-48. (In Russian)

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

А.А. МНАТСАКАНЯН, кандидат сельскохозяйственных наук
ORCID ID: 0000-0002-1214-1068, E-mail: newagrotech2015@mail.ru

ФГБНУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЗЕРНА ИМЕНИ П.П. ЛУКЬЯНЕНКО»

Основная обработка почвы – один из факторов, влияющих на плодородие почвы и урожайность возделываемых культур. Исследования по данной тематике всегда актуальны ввиду их большой значимости для каждого региона Российской Федерации. В данной статье представлен материал по изучению различных систем основной обработки почвы, их влияние на плодородие чернозема выщелоченного малогумусного сверхмощного и урожайность подсолнечника. Исследования проводились в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко» на базе агротехнологического отдела, лаборатории земледелия, расположенного в центральной зоне Краснодарского края.

В ходе исследований выявлено, что лучшие агрохимические свойства имеет почва, обрабатываемая на протяжении двух ротаций по технологии – минимальная мульчирующая с разуплотнением, где содержание органического вещества составило 3,83%, нитрификационная способность 16,2 мг/кг почвы, с содержанием $N-NO_3$ – 8,5; P_2O_5 – 64,6 и K_2O – 38,6 мг/кг почвы. Оценка изменения агрофизических свойств почвы выявила, что применение минимальных технологий на протяжении длительного периода увеличивает содержание агрономически ценных агрегатов на 4,3-5,1%, коэффициент структурности на 0,30-0,36, водопрочность на 4,8%, уступая лишь по плотности почвы в сравнении с традиционной обработкой.

Урожайность подсолнечника, полученная в ходе исследований, и учет водообеспеченности этой культуры позволил определить, что на минимальных обработках менее рационально расходуется влага. Так, на создание 1 ц зерна по минимальной мульчирующей с разуплотнением технологии потребовалось 119,5 м³ воды, по минимальной мульчирующей – 135,8 м³, тогда как на традиционной данный показатель ниже на 4,8-21,1 м³, соответственно.

Ключевые слова: система основной обработки почвы, агрохимические и агрофизические свойства почвы, водный баланс, водообеспеченность, урожайность, подсолнечник.

CHANGES IN SOIL FERTILITY INDICES OF LEACHED BLACK SOIL IN SUNFLOWER CROPS DEPENDING ON THE BASIC TILLAGE SYSTEMS

FSBSI «P.P. LUKYANENKO NATIONAL CENTER FOR GRAIN»

A.A. Mnatsakanyan, ORCID ID: 0000-0002-1214-1068

Abstract: Basic soil tillage is one of the factors affecting soil fertility and the yield of cultivated crops. Research on this topic is always relevant due to their great importance for each region of the Russian Federation. This article presents material on the study of various systems of basic soil cultivation, their effect on the fertility of leached low-humus superpowerful chernozem and the yield of sunflower. Studies were performed at FSBSI «P.P. Lukyanenko National Center for Grain» on the basis of the agrotechnological department, the laboratory of agriculture, located in

the central zone of the Krasnodar Territory.

In the course of research, it was revealed that the best agrochemical properties are possessed by the soil cultivated during two rotations according to the technology - the minimum mulching with decompaction, where the content of organic matter was 3.83%, nitrification capacity 16.2 mg/kg soil, with content $N-NO_3 - 8.5$; $P_2O_5 - 64.6$ and $K_2O - 38.6$ mg/kg soil. The assessment of changes in the agrophysical properties of the soil revealed that the use of minimal technologies over a long period increases the content of agronomically valuable aggregates by 4.3-5.1%, the structural coefficient by 0.30 - 0.36, water resistance by 4.8%, second only in soil density compared to traditional tillage.

The yield of sunflower obtained in the course of research and taking into account the water supply of this crop made it possible to determine that moisture is less rationally spent on minimal treatments. So, for the creation of 1 centner of grain according to the minimum mulching with decompaction technology, 119.5 m³ of water was required, according to the minimum mulching - 135.8 m³, while for the traditional one this indicator is 4.8-21.1 m³ lower, respectively.

Keywords: system of basic tillage, agrochemical and agrophysical soil properties, water balance, water availability, productivity, sunflower.

Введение

Подсолнечник является одной из основных масличных культур, выращиваемых в нашей стране, под ним занято более 2 млн. га. По мнению большинства учёных, основную роль в формировании урожая подсолнечника играют запасы влаги в почве, накопившиеся в осенне-зимний и ранневесенний периоды. Подсолнечник имеет достаточно мощную корневую систему, поэтому может использовать воду и питательные вещества из достаточно большого объёма почвы.

Доступным и действенным средством повышения культуры земледелия является система основной обработки почвы, которая должна быть направлена на максимальное накопление и сохранение влаги [1].

Увеличение глубины рыхления почвы изменяет мощность корнеобитаемого слоя, из которого растения могут использовать доступную влагу, что улучшает влагообеспеченность посевов. Результаты исследований Б.М. Кушенова [2] показали, что периодические глубокие отвальные обработки способствовали лучшей увлажнённости метрового слоя почвы. Исследования С.Н. Шевченко и В.А. Корчагина [3], проведенные на черноземах Среднего Поволжья показали, что безотвальная обработка почвы имеет некоторое преимущество в накоплении влаги. Е. Герасименко с соавторами [4] также указывают, что использование безотвальных систем земледелия позволяет получить больший запас влаги для растений особенно в регионах, в которых низкий уровень осадков. На основании длительных исследований на черноземе обыкновенном С.В. Рымарь [5] и В.И. Турусов и др. [6] пришли к одинаковому выводу, что ни один из способов обработки почвы существенно не улучшал водный режим, в равной степени накапливая влагу осенне-зимне-весенних осадков.

О влиянии способов обработки почвы на её структурное состояние среди ученых также нет единого мнения. По мнению Н.А. Максютова с соавторами [7], на черноземе обыкновенном и типичном минимальные обработки почвы не оказывали отрицательного действия на изменение плотности почвы. Наблюдения Г.Н. Черкасова и И.Г. Пыхтина [8] показали тенденцию увеличения плотности почвы к концу второй ротации севооборота при минимальной обработке.

По утверждению Ф.Г. Бакирова [9], минимализация обработки в сравнении со вспашкой повышает в пахотном слое общее количество агрономически ценных структурных агрегатов. По данным исследований последних лет доктор Дитмар Шмидт (2008) отмечает улучшение структуры практически всех распространенных типов почв на минимальных обработках [10].

Отвальная обработка почвы весьма энергоемка, при поверхностной же существенно сокращаются затраты на ГСМ, увеличивается производительность труда, наблюдается

снижение трудозатрат по отношению к отвальной вспашке [1].

При формировании урожая сельскохозяйственных культур важную роль играет обеспеченность почвы доступными формами элементов питания. Азот является одним из основных элементов питания для растений. Исследования А.Л. Качанина и др. [11] показали, что больше нитратного азота образуется при обработке с оборачиванием почвенного слоя и обычной глубине рыхления. По плоскорезной обработке нитратного азота в почве содержалось на 2,35 мг/кг почвы меньше, чем по вспашке. При переходе на минимальную обработку снижается интенсивность минерализации органического вещества, что, в свою очередь, чревато ухудшением азотного режима и увеличением потребности в применении азотных удобрений.

Длительные исследования Н.А. Максютова и его сотрудников [7] показали, что эффективность ресурсосберегающей минимальной обработки почвы в различных зонах неодинакова и во многом зависит от степени окультуренности почвы, её механического состава, содержания гумуса, предшественника, засоренности полей, погодных и других условий. Поэтому при освоении новых технологий важно строго увязывать их с природными и экономическими условиями.

Одним из основных районов широкого возделывания подсолнечника в нашей стране является Северный Кавказ и, в частности, Краснодарский край.

Агроклиматические условия Краснодарского края, как доказывают наука и практика, позволяют не только выращивать подсолнечник с высокой рентабельностью производства при соблюдении научно обоснованной технологии, но и в годы с благоприятным сочетанием тепла и влаги, обеспечивать получение высоких урожаев культуры [4].

Таким образом, проведенный анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что исследования по изучению систем основной обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур остаются весьма актуальной задачей.

Цель исследований: изучить влияние систем основной обработки почвы на изменение показателей почвенного плодородия чернозема выщелоченного в посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях центральной зоны Краснодарского края.

В задачи исследований входило:

- изучение влияния систем основной обработки почвы на агрохимические показатели плодородия;
- определение действия систем основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия;
- установление влияния систем основной обработки почвы на изменение водного баланса и запасов продуктивной влаги при возделывании подсолнечника.

Материалы и методы

Исследования проводились на базе агротехнологического отдела, лаборатории земледелия. Почва зоны представлена черноземом выщелоченным малогумусным сверхмощным. Климат умеренно-континентальный, умеренно-засушливый, с коэффициентом увлажнения 0,30-0,40.

Системы основной обработки почвы изучаются в стационаре, который заложен в 2008 году и состоит из шестипольного севооборота. Площадь стационара 10,2 га, площадь одного поля – 1,3 га, а элементарного участка (по способу обработки почвы) – 0,43 га. Севооборот включает чередование следующих культур: озимая пшеница, соя, озимая пшеница, подсолнечник, озимая пшеница, кукуруза на зерно.

Предшественником являлась озимая пшеница, после уборки которой почву подготавливали по трем системам основной обработки для последующего посева подсолнечника: традиционная система основной обработки почвы, предусматривающая вспашку; система мульчирующей минимальной обработки почвы с разуплотнением один раз в два года (под пропашные культуры); система мульчирующей минимальной обработки исключает глубокие обработки почвы.

Отбор почвенных образцов и их подготовку проводили согласно ГОСТу 17.4.4.02-84, патроном объёмом 200 см³ в пятикратной повторности на глубину 0-30 см. Водопрочность определяли по методике Андрианова–Качинского, агрегатный состав – методом сухого фракционирования образцов по методу Н. И. Савинова, общую пористость – расчётным путём [12, 13]. Содержание органического вещества в почве по ГОСТ 26213-94 [14]. Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты и их обсуждение

Анализ почвы для определения изменения агрохимических свойств в 0–30 см слое почвы в зависимости от систем основной обработки при возделывании подсолнечника проводили в III декаде июня месяца, данные которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические свойства почвы в 0-30 см слое в зависимости от систем основной обработки почвы под посевом подсолнечника (2018-2020 гг.)

Система основной обработки почвы	Содержание органического вещества, %	Нитрификационная способность, мг/кг	Содержание биогенных элементов, мг/кг почвы			pH _{сол.}
			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Традиционная	3,51	16,8	7,9	50,3	394,0	5,1
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	3,83	16,2	8,5	64,6	380,6	5,1
Минимальная мульчирующая	3,79	15,0	7,2	68,6	399,0	5,1
НСР ₀₅	0,13	0,7	0,3	2,1	15,1	–

Исходное содержание органического вещества, определенного в 2007 году при закладке стационара, составило 3,57%. Анализ средних данных, полученных в период с 2018 по 2020 годы (конец второй-начало третьей ротации) выявил, что на традиционной системе обработки почвы его содержание не изменилось. Тогда как на разуплотняющей и минимальной технологиях отмечено его увеличение на 0,22-0,26%, по отношению к исходному содержанию и на 0,28-0,32% в сравнении с традиционной обработкой. При вспашке идет насыщение почвы кислородом, микроорганизмы интенсивно перерабатывают органическое вещество в биогенные элементы, доступные растениям, в результате его содержание снижается. Повышение органического вещества на минимальных обработках обусловлено также сохранением пожнивных остатков на поверхности почвы.

Следует отметить, что нитрификационная способность почвы, содержание нитратного азота, обменного калия не зависели от системы основной обработки почвы. В то время как количество подвижного фосфора на минимальных мульчирующих обработках превышало на 28,4-34,4% содержание его на традиционной обработке.

С содержанием органического вещества напрямую связано изменение агрофизических свойств почвы (табл. 2). Наблюдения в ходе исследований показали, что наименьшая плотность почвы отмечена на традиционной обработке – 1,23 г/см³, что уступает на 4,1 и 5,7 минимальной мульчирующей с разуплотнением и минимальной мульчирующей обработкам почвы, оптимальной плотностью черноземных почв является 1,10-1,30 г/см³. Таким образом, исследования показали, что хотя традиционная обработка почвы по плотности и имеет существенную разницу с минимальными обработками, но полученные данные находятся в пределах допустимых значений.

Таблица 2

Агрофизические свойства почвы в 0-30 см слое в зависимости от систем основной обработки почвы под посевом подсолнечника (2018-2020 гг.)

Система основной обработки почвы	Плотность почвы, г/см ³	Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-0,0 мм), %	Коэффициент структурности почвы	Водопрочность, %	Общая пористость, %
Традиционная	1,23	60,1	1,51	59,8	52,6
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	1,28	64,4	1,81	63,4	52,7
Минимальная мульчирующая	1,30	65,2	1,87	63,8	51,4
НСР ₀₅	0,04	2,6	0,05	2,2	1,6

Наблюдения в ходе исследований показали, что наименьшая плотность почвы отмечена на традиционной обработке – 1,23 г/см³, что уступает на 4,1 и 5,7 минимальной мульчирующей с разуплотнением и минимальной мульчирующей обработкам почвы, оптимальной плотностью черноземных почв является 1,10–1,30 г/см³. Таким образом, исследования показали, что хотя традиционная обработка почвы по плотности и имеет существенную разницу с минимальными обработками, но полученные данные находятся в пределах допустимых значений.

Агрономически ценными являются почвенные агрегаты диаметром 0,25–10,0 мм, обладающие пористостью и водопрочностью. Анализ полученных данных показал, что их содержание на традиционной системе обработки почвы составило 60,1%, тогда как на минимальной с разуплотнением и минимальной мульчирующей обработках выше на 4,3 и 5,1%, соответственно.

Коэффициент структурности («К») почвы основан на количестве агрономически ценных агрегатов и используется для качественной оценки структуры. При «К» больше 1,5 считается отличное агрегатное состояние, от 1,5 до 0,67 – хорошее агрегатное состояние. На всех изучаемых вариантах опыта коэффициент структурности свидетельствует об отличном агрегатном состоянии. Однако следует отметить, что на традиционной обработке оно ближе к хорошему.

Изучаемые системы основной обработки почвы при возделывании подсолнечника неодинаково влияли на водопрочность почвенных агрегатов. Так, при традиционной системе обработки водопрочность составила 52,6%. Применение минимальных мульчирующих обработок привело к улучшению водопрочности, показатели которой превышали традиционную в среднем на 3,8%. Следует отметить, что изучаемые системы основной обработки почвы существенно не влияли на изменение общей пористости, которая варьировала от 51,4 до 52,7%.

Подсолнечник в течение вегетации потребляет из почвы значительное количество влаги. Запасы продуктивной влаги под посевом подсолнечника определяли на глубине 0–1,0 м, отбор образцов почвы проводили в начале вегетации и в конце.

На рисунке 1 представлены данные по запасам продуктивной влаги в начале вегетации.

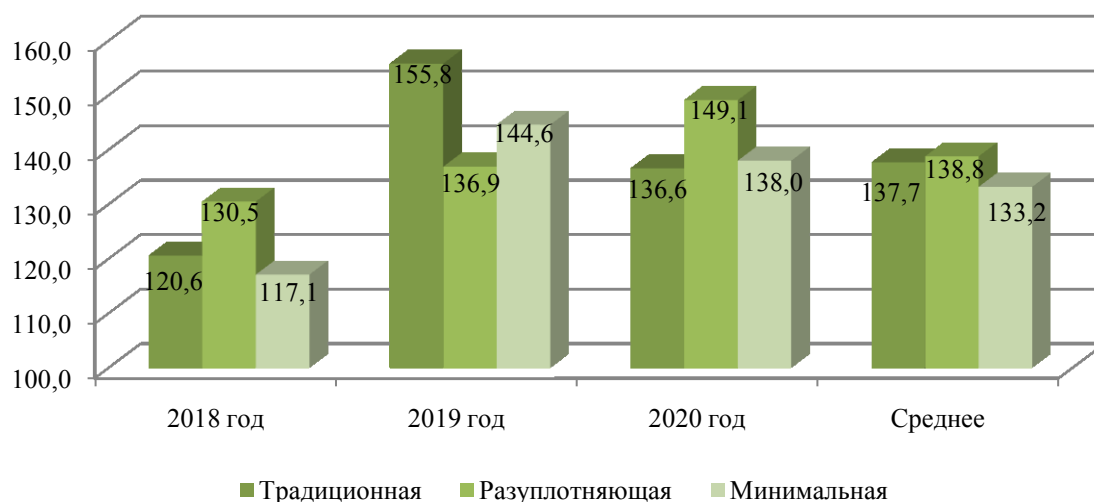


Рис. 1. Запасы продуктивной влаги под посевом подсолнечника в 0-1,0 м слое, в зависимости от системы основной обработки почвы (начало вегетации), мм

Запасы продуктивной влаги в начале вегетации формируются за счет выпавших осадков в осенне-зимний-весенний период. В исследуемые годы наиболее засушливые погодные условия сложились в 2018 году, когда запасы продуктивной влаги не зависели от обработок почвы и в среднем составили 122,7 мм, что на 23,1 мм ниже, чем в 2019 году и на 18,3 мм, чем в 2020 году. Отметим, что за исследуемый период не выявлено закономерной зависимости накопления влаги в почве от изучаемых систем основной обработки. Однако анализ средних данных показал, что на традиционной и разуплотняющей обработках запасов продуктивной влаги накопилось на 4,5 и 5,6 мм выше, чем на минимальной, соответственно.

Данные по запасам продуктивной влаги в конце вегетации озимой пшеницы наглядно представлены на рисунке 2.

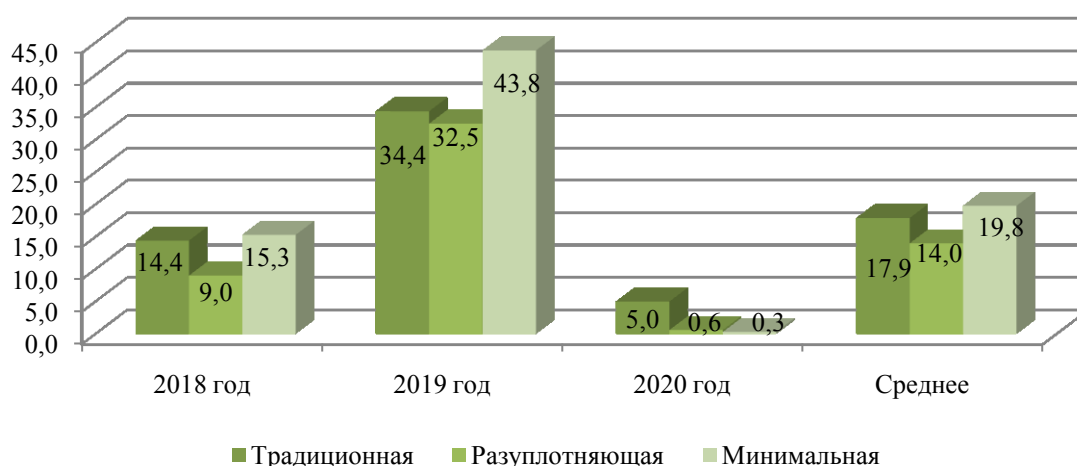


Рис. 2. Запасы продуктивной влаги под посевом подсолнечника в 0-1,0 м слое, в зависимости от системы основной обработки почвы (конец вегетации), мм

К концу вегетации подсолнечника количество продуктивной влаги в почве зависело от погодных условий исследуемого периода. Так, в наиболее засушливом 2020 году запасы продуктивной влаги в 0-1,0 м слое почвы составили в среднем по обработкам 1,97 мм, тогда как в 2018 году их количество выше на 10,93 мм, а в 2019 году – на 34,93 мм. Анализ средних данных по годам выявил, что запасы продуктивной влаги на традиционной системе обработки составили 17,9 мм, что выше разуплотняющей на 3,9 мм и ниже минимальной на 1,9 мм.

Водный баланс почвы и водообеспеченность под посевом подсолнечника в зависимости от системы основной обработки почвы представлены за 2020 год (табл. 3).

Таблица 3

Водный баланс почвы и водообеспеченность под посевом подсолнечника в зависимости от системы основной обработки почвы, 2020 год

Показатели	Система основной обработки почвы		
	традиционная	минимальная мульчирующая с разуплотнением	минимальная мульчирующая
Запасы продуктивной влаги в начале вегетации в слое 0–100 см, мм	136,6	149,1	138,0
Запасы продуктивной влаги в конце вегетации в слое 0–100 см, мм	5,0	0,6	0,3
Сумма осадков за вегетационный период, мм	189,6	189,6	189,6
Суммарное водопотребление, мм	321,2	338,1	327,3
Урожайность подсолнечника, ц/га	28,0	28,3	24,1
Коэффициент водопотребления, м ³ /ц	114,7	119,5	135,8

Рассмотрим эффективность использования влаги посевами подсолнечника, о которой можно судить по коэффициенту водопотребления. Наиболее рациональное использование влаги на традиционной системе основной обработки почвы: коэффициент водопотребления – 114,7 м³/ц. Этот показатель несколько меньше на 4,8 м³/ц на минимальной мульчирующей с разуплотнением. Следует отметить, что непроизводительное потребление продуктивной влаги подсолнечником отмечено на минимальной мульчирующей обработке, где коэффициент водопотребления на 18,4% выше, чем на традиционной обработке.

В ходе исследований было выявлено, что традиционная система основной обработки почвы способствует снижению содержания органического вещества в почве, уменьшает количество агрономически ценных агрегатов и ее водопрочность. Применение минимальных мульчирующих систем основной обработки почвы позволяет улучшить ее структуру и водопрочность. Следует отметить, что в засушливых условиях 2020 года отмечено снижение урожайности и повышение коэффициента водопотребления на минимальной мульчирующей обработке.

Заключение

Таким образом, при возделывании сельскохозяйственных культур целесообразно придерживаться разуплотняющей системы основной обработки почвы, так как данная обработка позволяет улучшить агрохимические свойства почвы, повышая содержание органического вещества до 3,83%, что выше, чем на традиционной обработке на 0,32%. Отмечено повышение содержания биогенных элементов: N-NO₃ – 12,6% (в среднем по традиционной и минимальной); P₂O₅ – 28,4% (в сравнении с традиционной).

Наблюдения выявили улучшение агрофизических свойств почвы при разуплотняющей системе основной обработки почвы, где идет увеличение содержания агрономически ценных агрегатов на 4,3% и улучшение коэффициента структурности почвы и водопрочности на 1,81 и 63,4%, соответственно. Отмечено переуплотнение почвы в сравнении с традиционной обработкой на 0,5 г/см³, однако полученные данные находятся в пределах допустимых значений.

Урожайность подсолнечника по разуплотняющей технологии такая же, что и по традиционной, но существенно, на 4,2 ц превосходит минимальную обработку. На разуплотняющей технологии коэффициент водопотребления составил 119,5 м³/ц, что на 4,8 м³/ц уступает традиционной и на 163 м³/ц превосходит минимальную обработку почвы.

Литература

1. Васюков П. П., Цыганков В. И., Кулик В. А. Система мульчирующей минимальной обработки почвы под озимую пшеницу // Земледелие. – 2011. – № 1. – С. 19-20.
2. Кушенов Б. М. Продуктивность кормовых севооборотов в зависимости от обработки почвы // Земледелие. – 2000. – № 6. – С. 15-17.
3. Шевченко С. Н., Корчагин В. А. Ресурсосберегающая технология обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья // Земледелие. – 2008. – № 3. – С. 26-27.
4. Герасименко Е., Шайкин В., Зайцева И., Бандарь А. При отказе от плуга действуют особые требования к защите растений // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 48-50.
5. Рымарь С. В. Длительное применение основной обработки и плодородие чернозема обыкновенного // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 22-23.
6. Турусов В. И., Гармашов В. М., Шевченко В. А. Возможности минимализации обработки черноземных почв в Воронежской области // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28. – № 12. – С. 5-8
7. Максютон Н. А., Кремер Г. А., Жданов В. М. Зональные особенности основной обработки почвы в Оренбургской области // Земледелие. – 2001. – № 1. – С. 17-18.
8. Черкасов Г. Н., Пыхтин И. Г., Гостев А. В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах. // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13-16.
9. Бакиров Ф. Г. Влияние ресурсосберегающих систем обработки на агрофизические и почвозащитные свойства чернозема южного и урожайность зерновых // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 19-21.
10. Дитмар Шмидт. Отказ от плуга возможен на любых почвах и культурах // Новое сельское хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 56-59.
11. Качанин А. Л. и др. Обработка почвы и её плодородие // Материалы VII Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 25-28 марта 2003 г. – Ч.1. – Белгород: БелГСХА, 2003. – С. 20-21.
12. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов // М.: – 1973. – 399 с.
13. Качинский, Н. А. Физика почвы. Часть 1. // М.: Высшая школа, 1965. – 257 с.
14. ГОСТ 26213-94. Методы определения органического вещества. Государственный стандарт союза ССР. – М.: 1991. – 8 с.

References

1. Vasyukov P. P., Tsygankov V. I., Kulik V. A. Sistema mul'chiruyushchei minimal'noi obrabotki pochvy pod ozimuyu pshenitsu [Mulching system for minimum tillage for winter wheat]. *Zemledelie*, 2011, no. 1. pp. 19-20.
2. Kushenov B.M. Produktivnost' kormovykh sevooborotov v zavisimosti ot obrabotki pochvy [Productivity of forage crop rotations depending on soil cultivation]. *Zemledelie*, 2000, no. 6, pp. 15-17. (In Russian)
3. Shevchenko S.N., Korchagin V.A. Resursosberegayushchaya tekhnologiya obrabotki pochvy na chernozemakh Srednego Povolzh'ya [Resource-saving tillage technology on chernozems of the Middle Volga region]. *Zemledelie*, 2008, no. 3, pp.26-27. (In Russian)
4. Gerasimenko E., Shaikin V., Zaitseva I., Bandar' A. Pri otkaze ot pluga deistvuyut osobyie trebovaniya k zashchite rastenii [When abandoning a plow, special plant protection requirements apply]. *Novoe sel'skoe khozyaistvo*, 2005, no. 1, pp. 48-50. (In Russian)
5. Rymar' S.V. Dlitel'noe primenenie osnovnoi obrabotki i plodorodie chernozema obyknovennogo [Long-term use of the main tillage and the fertility of ordinary chernozem]. *Zemledelie*, 2007, no. 3, pp. 22-23. (In Russian)
6. Turusov V.I., Garmashov V. M., Shevchenko V. A. Vozmozhnosti minimalizatsii obrabotki chernozemnykh pochv v Voronezhskoi oblasti [Possibilities of minimizing the cultivation of chernozem soils in the Voronezh region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, 28, no. 12, pp. 5-8 (In Russian)
7. Maksyutov N.A., Kremer G.A., Zhdanov V.M. Zonal'nye osobennosti osnovnoi obrabotki pochvy v Orenburgskoi oblasti [Zonal features of the main tillage in the Orenburg region]. *Zemledelie*, 2001, no. 1, pp. 17-18. (In Russian)
8. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. Vozmozhnost' primeneniya nulevykh i poverkhnostnykh sposobov osnovnoi obrabotki pochvy v razlichnykh regionakh [Possibility of using zero and surface methods of basic tillage in various regions]. *Zemledelie*, 2014, no. 5, pp. 13-16. (In Russian)
9. Bakirov, F. G. Vliyanie resursosberegayushchikh sistem obrabotki na agrofizicheskie i pochvozashchitnye svoystva chernozema yuzhnogo i urozhainost' zernovykh [Influence of resource-saving tillage systems on agrophysical and soil-protective properties of southern chernozem and grain yield]. *Zernovoe khozyaistvo*, 2005, no. 4, pp. 19-21. (In Russian)
10. Ditmar Shmidt. Otkaz ot pluga vozmozhen na lyubykh pochvakh i kul'turakh [Refusal of the plow is possible on all soils and crops]. *Novoe sel'skoe khozyaistvo*, 2008, no. 1, pp. 56-59. (In Russian)
11. Kachanin A.L. et al. Obrabotka pochvy i ee plodorodie. Materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-proizvodstvennoi konferentsii «Problemy sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva na sovremennom etape i puti ikh resheniya» [Soil cultivation and its fertility. Materials of the VII International Scientific and Production Conference "Problems of Agricultural Production at the Present Stage and Ways to Solve Them"], 25-28 March 2003, Part1, Belgorod: *BelGSKhA*, 2003, pp. 20-21. (In Russian)
12. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv i gruntov [Methods for studying the physical properties of soils and grounds]. Moscow, 1973, pp. 399. (In Russian)
13. Kachinskii N.A. Fizika pochvy. Chast' 1 [Soil physics. Part 1]. Moscow, *Vysshaya shkola*, 1965. 257 p. (In Russian)
14. GOST 26213-94. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva. Gosudarstvennyi standart soyuza SSR [Methods for the determination of organic matter. State standard of the USSR], Moscow, 1991, 8 p. (In Russian)