

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 3 (35), 2020 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

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

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

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

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

Косолапов Владимир Михайлович, академик РАН

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

Прянишников Александр Иванович, член-корр. РАН

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

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

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 **Черненко В.А.**

Журнал зарегистрирован в
Федеральной службе по надзору в
сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор).

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

**Журнал включен в Перечень ВАК
Минобразования России ведущих
рецензируемых научных журналов и
изданий, выпускаемых в Российской
Федерации, в которых должны быть
опубликованы основные научные
результаты диссертаций
на соискание ученой степени
доктора и кандидата наук:**
<https://perechen.vak2.ed.gov.ru>

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

Журнал включен в 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
Сайт: <https://vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 21.09.2020 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. 3 (35), 2020 year

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, Cand. 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, 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.

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

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.).

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 Telecommunications, Information Technologies and Mass Communications (Roskomnadzor).

Registration certificate

ПН №ФЦ77-77939,

dated 19.02 2020

Journal is included in the HAC List of the Russian Ministry of Education of the leading peer-reviewed scientific journals and publications published in the Russian Federation, in which the main scientific results of dissertations should be published for the degree of doctor and candidate of sciences:

<https://perechen.vak2.ed.gov.ru>

Full texts of articles in pdf format are available at:

<https://journal.vniizbk.ru>

Journal is indexed by Russian Science Citation Index (RSCI)

<http://eLIBRARY.RU>

and by international database

AGRIS FAO UN **<http://agris.fao.org>**

Editorial office, publisher, printing address:

302502, Orlovskaja oblast', Orlovskij rajon, pos. Streleckij, ul. Molodezhnaja, d.10, korp.1
phone:(4862) 40-33-15, 40-30-04

E-mail: **office@vniizbk.orel.ru**

Site: **<https://vniizbk.ru>**

Date of publication: 21.09.2020 г.

Format A4.

Font Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Printed at FSBSI «FSC LGC»

Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

Полухин А.А., Панарина В.И. Основные проблемы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур и пути их решения	5
Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур	12
Браилова И.С., Филатова И.А., Юрьева Н.И., Белоусова Ю.В. Оценка перспективных сортообразцов гороха по качеству и взаимосвязь биохимических показателей с урожайностью и массой 1000 зерен	20
Соболева Г.В., Беляева Р.В. Оценка образцов гороха из коллекции ВИР имени Н.И. Вавилова на относительную засухоустойчивость	26
Ерохин А.И., Цуканова З.Р., Латынцева Е.В. Перспективы использования Гумата Калия жидкого торфяного и фунгицида Титул Дуо, ККР для внекорневой обработки растений гороха	32
Гончаров А.В., Вольпе А.А., Меднов А.В., Калабашкина Е.В., Матвеев К.А., Абрамкина Л.П. Подбор сортов злаковых культур для смешанных посевов с горохом посевным Немчиновский 50	37
Буянкин Н.И., Краснопёров А.Г. Продуктивность бобово-злаковых смесей в разные сроки посева	44
Сеферова И.В., Перчук И.Н., Бойко А.П. Результаты изучения коллекционных образцов сои на Адлерской опытной станции ВИР в 2016-2018 гг.	51
Ержебаева Р.С., Дидоренко С.В., Абугалиева А.И., Агеенко А.В. Сравнительный анализ качества семян коллекционных образцов сои <i>Glycine max</i> (L.) Merr., выращенных в условиях орошения и без орошения юго-востока республики Казахстан	58
Голубев А.С., Борушко П.И. Эффективность применения нового гербицида на основе бентазона и тифенсульфурон-метила в посевах сои	67
Зайцев В.Н., Зайцева А.И., Мазалов В.И. Новый сорт сои Шатиловская 17	73
Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Благовещенский Г.В., Назарова Т.О., Меднов А.В., Кабашов А.Д. Продуктивность вико-злаковых смесей на сенаж и зерно в зависимости от состава и удобрений при разных погодных условиях в центральном Нечерноземье	78
Миоц О.А., Чекалин Е.И. Транспирация растений фасоли обыкновенной зернового типа в онтогенезе	84
Гуринович С.О. Селекция проса африканского (<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R.Br) в Центрально-Чернозёмном регионе России	93
Мнатсаканян А.А., Чуварлеева Г.В., Быков О.Б. Изменение показателей плодородия почвы и урожайности озимой пшеницы, сои в зависимости от систем основной обработки и применения НаноКремния	103
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 твёрдой пшеницы Триада, рекомендованный для хозяйственного использования в Центрально-Чернозёмном регионе России	112
Гармашов В.М., Корнилов И.М., Нужная Н.А. Урожайность и качество ярового ячменя на фоне различных по интенсивности обработок	121
Зарьянова З.А., Кирюхин С.В. Параметры отбора перспективного материала для селекции клевера лугового в условиях Центрально-Чернозёмного региона РФ	128
Пимохова Л.И., Яговенко Г.Л., Царапнева Ж.В., Хараборкина Н.И. Фунгицид нового поколения для защиты посева люпина узколистного	134
Грядунцова Н.В., Хмызова Н.Г. Повышение конкурентоспособности селекционных достижений, актуальность и роль экологического сортоиспытания: День поля «Шатилово – 2020»	140

ZERNOBOBOVYE I KRUPÂNYE KUL'TURY (Legumes and Groat Crops) No.3 (35), 2020 year

CONTENT

Polukhin A.A., Panarina V.I. Main problems of selection and seed production of agricultural crops and ways to solve them	5
Zotikov V.I. Domestic breeding of leguminous and cereal crops	12
Brailova I.S., Filatova I.A., Yuryeva N.I., Belousova U.V. Evaluation of perspective pea varieties by quality and relationship of biochemical indicators with yield and weight of 1000 grains	20
Soboleva G.V., Belyaeva R.V. Evaluation of pea samples from the collection of the VIR named after N.I. Vavilov on relative drought resistance	26
Erokhin A.I., Tsukanova Z.R., Latyntseva E.V. Prospects for the use of liquid peat potassium humate and fungicide Titul Duo, KKR for foliar treatment of pea plants	32
Goncharov A.V., Volpe A.A., Mednov A.V., Kalabashkina E.V., Matveenkov K.A., Abramkina L.P. Selection of varieties of cereal crops for mixed seeds with field pea Nemchinovsky 50	37
Buyankin N.I., Krasnoperov A.G. Efficiency of bean and cereal mixes in different terms of sowing	44
Seferova I.V., Perchuk I.N., Boyko A.P. Testing of soybeans collection at Adler experimental station of VIR in 2016–2018	51
Yerzhebayeva R.S., Didorenko S.V., Abugalieva A.I., Ageyenko A.V. Comparative analysis of seed quality between irrigated and non-irrigated treatments of the <i>Glycine max</i> (L.) Merr., cultivar collection samples in climate of southeastern Kazakhstan	58
Golubev A.S., Borushko P.I. Efficiency of new herbicides bentazon + thifensulfuron-methyl on soybeans	67
Zaitsev V.N., Zaitseva A.I., Mazalov V.I. New soybean variety the Shatilovskaya 17	73
Kononchuk V.V., Timoshenko C.M., Shtyrkhunov V.D., Blagoveschensky G.V., Nazarova T.O., Mednov A.V., Kabashov A.D. Productivity of vetch-cereal mixtures for haylage and grain depending on the composition and fertilizers under different weather conditions in the central Non-Chernozem region	78
Miyuc O.A., Chekalin E. I. Features of transpiration of common bean in main growth phases ...	84
Gurinovich S.O. Pearl millet selection (<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R.Br) in the central Black Earth region of Russia	93
Mnatsakanyan A.A., Chuvarleeva G.V., Bykov O.B. Changes in soil fertility and yield of winter wheat and soybeans indicators depending on the systems of basic treatment and the use of NanoSilicon	103
Malchikov P.N., Sidorenko V.S., Besspalova L.A., Mudrova A.A., Myasnikova M.G., Chakheeva T.V., Starikova Z.V., Tugareva F.V. Spring durum wheat cultivar Triada, proposed for economic use in the 5 th region of Russia	112
Garmashov V.M., Kornilov I.M., Nuzhnaya N.A. Productivity and quality of summer barley on the background of various intensity of soil tillage	121
Zar'yanova Z.A., Kiryukhin S.V. Parameters of selection of promising material for breeding red clover in the conditions of the Central Black Earth Region of the Russian Federation	128
Pimokhova L.I., Yagovenko G.L., Tsarapneva Zh.V., Kharaborkina N.I. A new fungicide for narrow-leaved lupin crops protection	134
Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. Increasing the competitiveness of breeding achievements, relevance and role of ecological variety testing: Field Day «Shatilovo – 2020»	140

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

А.А. ПОЛУХИН, доктор экономических наук, ORCID ID: 0000-0002-6652-1031,

E-mail: dirzbc@yandex.ru

В.И. ПАНАРИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-8038-343X,

E-mail: ver1183@yandex.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Раскрыты основные проблемы в системе селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, начавшиеся еще в кризисных 90-х гг. К ним относятся: высокая степень изношенности материально-технической базы; кадровый дефицит; отсутствие взаимосвязи между селекционерами и производителями сельскохозяйственной продукции; недостаточное государственное финансирование научных разработок в сфере генетики и селекции. Результатом таких негативных тенденций стал успешный приход на российский рынок иностранных компаний с более конкурентоспособным посадочным и посевным материалом, а также грамотно выстроенной маркетинговой политикой. Представлены результаты анализа Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию по таким показателям как: доля сортов зарубежной селекции, процент отечественных и иностранных оригинаторов/патентообладателей. В результате чего показано, что за последние восемь лет выявлен рост зарубежных оригинаторов сортов. По-прежнему высока доля западно-европейских сортов, особенно по отдельным сельскохозяйственным культурам – сахарной свёкле, рапсу, кукурузе, подсолнечнику, картофелю и сои. Показано, что из десятки сортов-лидеров по объёмам высева производители отдают предпочтение российским сортам в основном по таким культурам как озимая пшеница, рожь, овёс, гречиха и рис. Определены основные направления совершенствования отрасли.

Ключевые слова: селекция, семеноводство, сорт, сельское хозяйство, господдержка.

MAIN PROBLEMS OF SELECTION AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS AND WAYS TO SOLVE THEM

A.A. Polukhin, V.I. Panarina

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: The main problems in the system of selection and seed production of crops, which began in the crisis 90s, are revealed. These include a high degree of deterioration of the material and technical base; staff deficit; lack of communication between breeders and agricultural producers; insufficient state funding for scientific developments in the field of genetics and selection. The result of such negative trends was the successful arrival on the Russian market of foreign companies with more competitive planting and sowing material, as well as well-constructed marketing policy. The article presents the results of the analysis of the State Register of Breeding Achievements, approved for use by such indicators as: the share of varieties of foreign selection, the percentage of domestic and foreign originators / patent holders. As a result, it is shown that over the past eight years, there has been an increase in foreign originators of varieties. The share of Western European varieties is still high, especially for certain agricultural crops - sugar beets, rapeseed, corn, sunflowers, potatoes and soybeans. It is shown that out of dozens of leading varieties in terms of sowing volumes, producers prefer Russian varieties mainly

in such crops as winter wheat, rye, oats, buckwheat and rice. The main directions of improving the industry have been determined.

Keywords: breeding, seed growing, variety, agriculture, government support.

Российской Федерацией с 2014 года, после введения санкций со стороны зарубежных стран, взят курс на импортозамещение в различных отраслях экономики. Не остался в стороне и агропромышленный комплекс, где особое внимание уделяется развитию отечественной селекции и семеноводству. Так как импортозамещение предусматривает производство не только собственных продуктов, но и семенного материала для выращивания сельскохозяйственных культур. Государством разработан ряд мер поддержки отечественной селекции и семеноводства: «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы» и «Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» [1]. Обеспеченность страны высокопродуктивными сортами и гибридами сельскохозяйственных культур позволит получать стабильно высокий урожай. Особое значение необходимо придать организациям, основной деятельностью которых является генетические и селекционные исследования. В первую очередь необходимо создать и улучшить материально-техническую основу научно-исследовательским институтам и опытным станциям, а также сортоучасткам государственной системы испытания сортов [2]. До распада СССР в 1991 году все участники селекционного процесса были объединены в единую централизованную государственную систему и взаимосвязаны между собой. На тот момент времени около 400 учреждений занимались селекцией сельскохозяйственных растений [3, 4]. Однако оптимизация учреждений и их преобразование, происходившие в 90-х гг. оказали отрицательное влияние на развитие отрасли. Отечественная селекция и семеноводство стали уступать свои позиции, что привело к появлению на российском рынке зарубежных организаций, успешно занявших свободную нишу. Широкому распространению западно - европейских сортов и гибридов способствовали не только их высокие потребительские качества, но и грамотно продуманный маркетинг. Иностранные компании предоставляют не только семенной и посадочный материал, но и обеспечивают выезд своих специалистов к клиентам с целью подбора оптимальной технологии возделывания культуры, осуществляют доставку своей продукции до покупателя, приглашают на обучающие конференции, Дни поля, опытные делянки и т.п. [5]. На сегодняшний день самыми крупными иностранными компаниями в России являются: «Syngenta», «DuPont Pioneer», «Limagrain», «Bayer», «Bejo Zaden», «Monsanto» и др.

На современном этапе анализ доли сортов допущенных к использованию на территории Российской Федерации показал, что по отдельным культурам количество сортов иностранной селекции остается достаточно высоким (табл. 1).

Таблица 1

Доля сортов зарубежной селекции, допущенных к использованию на территории Российской Федерации в 2020 году (по состоянию на 12.03.20)

Сельскохозяйственные культуры	%	Сельскохозяйственные культуры	%
<i>Зерновые и зернобобовые культуры</i>		<i>Технические культуры</i>	
пшеница	9,6	лен-долгунец	15,2
рожь	11,9	сахарная свёкла	84,2
ячмень	26,3	масличные культуры, в том числе:	
овёс	10,6	соя	39,2
кукуруза	69,6	рапс	70,8
просо	-	горчица	8,9
гречиха	3,6	подсолнечник	64,3
рис	4,3	<i>Картофель</i>	47,0
тритикале	19,8		
зернобобовые культуры	15,0		

* Рассчитано авторами на основе данных Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» [6].

К ним относятся: сахарная свёкла (84,2%), рапс (70,8%), кукуруза (69,9%), подсолнечник (64,3%), картофель (47,0%) и соя (39,2%).

Также значительна доля иностранных оригинаторов сортов в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию (рис. 1). Причем с годами этот показатель только растёт. Если в 2012 году он составлял 22%, то к 2020 году он вырос до 39%. В свою очередь доля отечественных оригинаторов наоборот с годами только уменьшается: в 2012 году их доля была 78%, а к 2020 году сократилась до 61%.

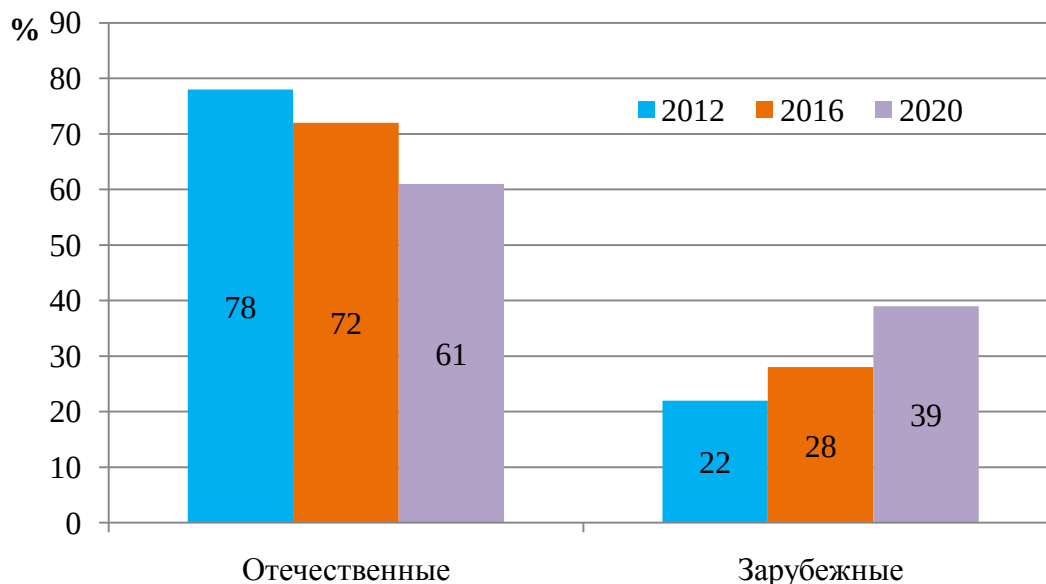


Рис. 1. Динамика доли отечественных и зарубежных оригинаторов/патентообладателей сортов в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию

* Рассчитано авторами на основе данных Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» [6, 7, 8].

Кроме того, по данным Минсельхоза РФ в 2019 г. доля отечественных сортов в общем объеме высеянных семян составила 62,7% [9]. Анализ данных Россельхозцентра по рейтингу 10 сортов/гибридов лидеров сельскохозяйственных культур по объемам посева в России показал, что по отдельным культурам лидирующие позиции занимают западно-европейские сорта (табл. 2) [10].

Так, зарубежные сорта гороха, попавшие в десятку лидеров по объемам посева, составляют 64,4%; сои – 57,8%; подсолнечника – 73,7%; сахарной свёклы – 73,8%; рапса ярового – 65,2% и картофеля – 84,7% (из них 5,7% приходится на немецкий сорт и 79,0% – на совместные сорта). Тогда как российские сорта озимой пшеницы, ржи, овса, гречихи и риса в топ 10 являются бесспорными лидерами по данному показателю.

Причиной такого положения является высокая конкурентоспособность на отечественном рынке семян западно-европейских сортов по отдельным сельскохозяйственным культурам. Все потому что за годы выхода из кризисных 90-х гг. в результате различных преобразований и реорганизаций сократилось не только количество научных учреждений, занимающихся, прежде всего, селекцией, но и значительно ухудшилась их материально-техническая и технологическая база; произошло естественное уменьшение кадрового потенциала вследствие недостаточного наличия молодых научных работников; нарушены механизмы взаимоотношений между производителями и потребителями семян.

Таблица 2

**Топ 10 сортов/гибридов лидеров сельскохозяйственных культур по объемам
высева в России в 2019 году**

Культура	Сорт	Страна происхождения	Тысяч тонн
Пшеница озимая	Скипетр, Гром, Таня, Алексеевич, Юка, Московская 56, Безостая 100, Ермак, Московская 39, Московская 40	Россия	1454,2
Пшеница яровая	Омская 36, Новосибирская 31, Ирень, Уралосибирская, Эскада 109, Эскада 70, Икар	Россия	678,9
	Тризо, Гранни, Дарья	Германия; Австрия, Россия; Россия, Беларусь	171,7
Рожь	Памяти Кунакбаева, Саратовская 6, Саратовская 7, Чулпан 7, Фаленская 4, Марусенька, Тетра короткая, Тантана, Татьяна, Московская 12	Россия	132,0
Ячмень яровой	Прерия, Ача, Раушан, Саша, Биом, Нур, Зазерский 85, Владимир	Россия	512,0
	Вакула, Грейс	Россия и Украина; Германия	122,3
Ячмень озимый	Рубеж, Иосиф, Стратег, Кузен, Спринтер, Хуторок, Эспада, Кондрат, Ерема	Россия	68,7
	Достойный	Россия и Украина	11,6
Овес	Ровесник, Конкур, Саян, Скакун, Талисман, Яков, Кречет, Корифей, Лев, Рысак	Россия	289,9
Тритикале озимая	Консул, Башкирская короткостебельная, Корнет, Немчиновский 56, Торнадо, Хлебоборб, Нина, Сирс 57, Тит	Россия	13,56
	Свислочь	Беларусь	1,01
Горох	Аксайский усатый 55, Ямальский, Фокор, Аксайский усатый 7, Фараон, Спартак	Россия	66,4
	Рокет, Саламанка, Джепот; Мадонна; Вельвет; Готик	Дания; Германия; Чехия; Австрия	119,5
Соя	Белгородская 7, Даурия, Аннушка, Умка, Алена, Ланцетная, Свапа, Зуша	Россия	54,8
	ОАК Пруденс, Максус, Опус, Кофу; Припять,	Канада; Беларусь	75,0
Гречиха	Девятка, Дикуль, Инзерская, Дизайн, Светлана, Темп, Диалог, Дружина, Ирменка, Землячка	Россия	33,7
Рис	Рапан, Полевик, Танго, Фаворит, Хазар, Флагман, Диамант, Виктория, Сонет, Регул	Россия	38,1
Кукуруза	РОСС 199, Краснодарский 291 АМВ, Краснодарский 194 МВ, Краснодарский 385 МВ, Катерина СВ, Росс 140 СВ	Россия	17,8
	П 8521, П 9241; СИ Феномен, ДКС 4014	США; Швейцария;	6,1
Подсолнечник	Енисей, Кулундинский 1	Россия	3,1
	НК Неома, НК Фортими, Сумико, Санай МР, П 64 ЛЕ 25, ПР 64 Ф 66, П 63 ЛЕ 10, ЕС Белла	Швейцария; США; Франция	8,7
Сахарная свёкла	Крокодил, Леопард	Россия	0,33
	Дубравка КВС, Брависсима КВС, Андромеда КВС; БТС 980; ХМ 1820, Неро; Шериф, Баккара	Германия; США; Дания; Франция	0,93
Картофель	Невский, ВР 808, Удача	Россия	43,2
	Гала, Розара	Германия и Россия; Нидерланды и Россия; Германия	238,9
	Ред Скарлет, Леди Клер, Коломба, Инноватор, Королева Анна		
Лен-долгунец	Томский 17, Грант, Томский 18, Тверской, Альфа, Тверца, С 108, Дипломат, Импульс	Россия	2,37
	Мерелин	Нидерланды	0,29
Рапс яровой	Юбилейный, Надежный 92,	Россия	1,18
	Кампино, Сальса КЛ, Абилити; НИКСХ 213 КЛС, Гриффин; Герос, Хантер; Неман	Германия; Австрия; США; Беларусь	2,21
Рапс озимый	Элвис, Лорис, Сармат, Северянин	Россия	0,6
	Мерседес, Ксенон, Гиколор, Едимакс КЛ; Сэмми; ПР 44 Д 06	Германия; Австрия; США	0,39

Заработная плата научных сотрудников не привлекает молодежь в аспирантуру и докторантуру, происходит серьезный разрыв в передаче опыта. Порядка 250 опытных сельскохозяйственных учреждений оснащены средствами механизации для проведения селекционного процесса, сортоиспытания и первичного семеноводства на 40-45%, а изношенность парка составляет 65-70% [11]. Все это приводит к большим затратам труда и средств, снижению точности и качества работ и как следствие увеличиваются сроки выведения новых сортов до 8-11 лет [12]. По сравнению с иностранными коллегами отечественная наука в области селекции и семеноводства технически отстает. Слабая динамика инновационного развития отечественной селекции обусловлена низкой эффективностью бюджетного и рыночного финансирования [13].

В структуре государственного финансирования сельскохозяйственные науки с середины 2000-х гг. занимали предпоследнее место, значительно отставая от традиционно лидирующих технических (73,4 %) и естественных (17,4 %) наук [14]. В 2016 году на исследования и разработки в области сельскохозяйственных наук приходилось 1,5% внутренних затрат, тогда как к примеру в Республике Беларусь этот показатель в то же время составлял 5,8%, в Казахстане – 10,3%, в Украине – 5,4% [15]. Однако, благодаря поддержки Государства ситуация начинает меняться. В 2019 году было выделено 156 млн. рублей на возмещение части прямых понесенных затрат на создание и модернизацию селекционно-семеноводческих центров в растениеводстве [16], Минобрнауки открыло 100 новых лабораторий в сфере сельскохозяйственных наук, в последние годы создано 45 федеральных научных центров и 30 междисциплинарных научных центров [9].

Тем не менее, проблемы, возникшие еще в 90-х годах 20 века в отрасли селекции и семеноводства, остаются актуальными и по сегодняшний день и требуют дальнейших преобразований:

- с целью получения конкурентноспособных сортов и увеличения производства семян следует вести селекцию и семеноводство на высоком агротехническом уровне;
- проводить переоснащение и модернизацию материально-технической базы;
- разрабатывать механизмы реализации научно-исследовательских разработок в производство;
- сокращать сроки создания сортов и гибридов;
- формировать федеральные и региональные страховые фонды семян и гибридов;
- на законодательном уровне ввести обязательную выплату лицензионных платежей за использование интеллектуального труда селекционера – роялти;
- вести активную подготовку молодых научных кадров и стимулировать работу научно-технического персонала, прежде всего, в государственных научно-исследовательских организациях, занимающихся генетикой, селекцией и семеноводством сельскохозяйственных культур.

Реализация этих мер позволит реализовать научный потенциал, инновационную направленность соответствующих учреждений, и что чрезвычайно важно, устраним зависимость сельского хозяйства от импорта семян по важнейшим культурам.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. N 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы» (с изменениями на 16 июля 2020 года).
2. Зотиков В.И., Грядунова Н.В., Наумкина Т.С., Сидоренко В.С. Зернобобовые культуры в экономике России // Земледелие. 2014. № 4. – С. 6-8.
3. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/100/939.htm> (дата обращения: 15.05.2020).
4. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры - важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). – С. 6-13.
5. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Сидоренко В.С. Состояние и перспективы развития селекции и семеноводства зернобобовых культур // Земледелие. 2011. № 6. – С. 8-10.

6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 680 с.
7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 384 с.
8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 504 с.
9. Главное агрономическое совещание [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nsss-russia.ru/2020/02/01/glavnoe-agronomicheskoe-soveshhanie/#more-9088> (дата обращения: 02.06.2020).
10. Информационный листок Россельхозцентра №7 2020 Исх. №1-8/193 от 10.02.2020 [Электронный ресурс]. URL: https://rosselhoccenter.com/files/users/42/Moskva/2020/INFLIST/Информационный_листок__7_1_412b9.pdf (дата обращения: 1.06.2020).
11. Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е. Приоритетная техника для селекции и первичного семеноводства // Сельский механизатор. 2017. № 3. – С. 14-15.
12. Кем А.А., Шевченко А.П. Механизация полевых операций в селекционно-семеноводческой работе. Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. – 102 с.
13. Гончаров С.В. Селекция озимой пшеницы: в поисках совершенствования механизма финансирования // Вестник ВГАУ. 2016. №3 (50). – С. 18-32.
14. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» [Электронный ресурс]. URL: <https://rosinformagrotech.ru/fntp> (дата обращения: 15.05.2020).
15. Справка о состоянии научных исследований, проводимых в интересах сельского хозяйства и агропромышленного комплекса России [Электронный ресурс]. URL: https://fntp-mcx.ru/content/files/documents/spravka_o_sostoianii_130e8.pdf (дата обращения: 21.06.2020).
16. В Минсельхозе обсудили совершенствование мер поддержки отечественной селекции и семеноводства [Электронный ресурс]. URL: <https://rosinformagrotech.ru/ob-institute/news/v-minselkhoze-obsudili-sovershenstvovanie-mer-podderzhki-otechestvennoj-selekcii-i-semenovodstva> (Дата обращения: 21.06.2020).

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 iyulya 2012 g. N 717 "O Gosudarstvennoj programme razvitiya sel'skogo hozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'skohozyajstvennoj produkcii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013 - 2020 gody" (s izmeneniyami na 16 iyulya 2020 goda) [On the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of the Markets of Agricultural Products, Raw Materials and Foods for 2013 – 2020. Resolution of the Government of the Russian Federation of July 14, 2012, no. 717].
2. Zotikov V.I., Gryadunova N.V., Naumkina T.S., Sidorenko V.S. Zernobobovye kul'tury v ekonomike Rossii [Legumes in the Russian economy]. *Zemledelie*. 2014, no. 4, pp. 6-8. (In Russian).
3. Bol'shaja soverskaja jenciklopedija [Great Soviet Encyclopedia] [Electronic resource]. URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/100/939.htm> (accessed: 15.05.2020).
4. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Naumkin V.V. Zernobobovye kul'tury - vazhnyi faktor ustoichivogo ekologicheskii orientirovannogo sel'skogo khozyaistva [Pulses are an important factor in sustainable agriculture]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 1 (17), pp. 6-13. (In Russian).
5. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Sidorenko V.S. Sostoyanie i perspektivy razvitiya selekcii i semenovodstva zernobobovykh kul'tur [State and prospects for the development of breeding and seed production of leguminous crops]. *Zemledelie*, 2011, no. 6, pp. 8-10. (In Russian).
6. Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenij, dopushhennykh k ispol'zovaniju. Vol. 1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie). [State register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. «Plant varieties»]. – М.: *FGBNU «Rosinformagroteh»*, 2020. – 680 p.
7. Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenij, dopushhennykh k ispol'zovaniju. Vol. 1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie). [State register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. "Plant varieties"] – М.: *FGBNU «Rosinformagroteh»*, 2012. – 384 p.
8. Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenij, dopushhennykh k ispol'zovaniju. Vol. 1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie). [State register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. "Plant varieties"] – М.: *FGBNU «Rosinformagroteh»*, 2016. – 504 p.
9. Glavnoe agronomicheskoe soveshhanie (Main agronomic meeting) [Electronic resource]. URL: <https://www.nsss-russia.ru/2020/02/01/glavnoe-agronomicheskoe-soveshhanie/#more-9088> (accessed: 02.06.2020).
10. Informacionnyj listok Rossel'hozcentra №7 2020 Ish. №1-8/193 ot 10.02.2020 [Electronic resource]. URL: https://rosselhoccenter.com/files/users/42/Moskva/2020/INFLIST/Informacionnyj_listok__7_1_412b9.pdf (accessed: 1.06.2020).
11. Izmajlov A.Ju., Evtjushenkov N.E. Prioritetnaja tehnika dlja selekcii i pervichnogo semenovodstva [Priority equipment for breeding and primary seed production]. *Sel'skij mehanizator* - Rural machine operator, 2017, no. 3, pp. 14-15. (In Russian).

12. Kem A.A., Shevchenko A.P. Mehanizacija polevyh operacij v selekcionno-semenovodcheskoj rabote [Mechanization of field operations in selection and seed production]. Omsk: FGBOU VO Omskij GAU – FSBEI HE OmskSAU, 2018, 102 p. (In Russian).
13. Goncharov S.V. Selekcija ozimoj pshenicy: v poiskah sovershenstvovanija mehanizma finansirovanija [Winter wheat breeding: in search of improving the financing mechanism] // *Vestnik VGU - Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 2016, no. 3 (50), pp. 18-32. (In Russian).
14. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 25 avgusta 2017 g. № 996 «Ob utverzhdenii Federal'noj nauchno-tehnicheskoi programmy razvitija sel'skogo hozjajstva na 2017 – 2025 gody» (On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017 – 2025. Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 No. 996) [Electronic resource]. URL: <https://rosinformagrotech.ru/fntp> (accessed: 15.05.2020).
15. Spravka o sostojanii nauchnyh issledovanij, provodimyh v interesah sel'skogo hozjajstva i agropromyshlennogo kompleksa Rossii (Information on the state of scientific research carried out in the interests of agriculture and the agro-industrial complex of Russia) [Electronic resource]. URL: https://fntp-mcx.ru/content/files/documents/spravka_o_sostoianii_130e8.pdf (accessed: 21.06.2020).
16. V Minsel'hoze obsudili sovershenstvovanie mer podderzhki otechestvennoj selekcii i semenovodstva (The Ministry of Agriculture discussed the improvement of measures to support domestic breeding and seed production) [Electronic resource]. URL: <https://rosinformagrotech.ru/ob-institute/news/v-minselkhoze-obsudili-sovershenstvovanie-mer-podderzhki-otechestvennoj-selekcii-i-semenovodstva> (Accessed: 21.06.2020).

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

В.И. ЗОТИКОВ, член-корр. РАН, доктор сельскохозяйственных наук
ORCID ID 0000-0001-5713-7444,
E-mail: zotikovzbbk@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Необходимость внедрения проекта селекционной программы ФНЦ ЗБК по улучшению качества семян и использования сортов отечественной селекции сельскохозяйственных культур определяют особую роль зернобобовых и крупяных в решении глобальных вопросов продовольственной программы и промышленной экономике РФ. Представлены результаты работы по селекции зернобобовых и крупяных культур, количественные результаты новых сортов отечественной селекции гороха, сои, гречихи, проса. Важнейшей задачей первичного семеноводства является ускоренное производство семян элиты за счёт упрощения схем первичного семеноводства в сочетании с приёмами быстрого размножения семян и современными способами сохранения типа сорта. В настоящее время предлагается при производстве оригинальных семян параллельно с системой Государственного испытания целесообразно вести семеноводство перспективного сорта, что позволит сразу после его внесения в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, иметь такое количество семян, которое обеспечило бы под этим сортом 10-20% структуры посевных площадей в конкретном регионе. Определены основные проблемы и направления совершенствования селекционной работы по развитию и внедрению новых интенсивных сортов (сортосмене и сортообновлению), в недостатке специализированной техники для своевременного выполнения агротехнических приёмов по посеву, уходу и качественному проведению уборочных работ.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, крупяные культуры, селекция, горох, соя, гречиха, просо посевное, пайза, сорт, семеноводство, семена, зерно.

DOMESTIC BREEDING OF LEGUMINOUS AND CEREAL CROPS

V.I. Zotikov
E-mail: zotikovzbbk@mail.ru

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The need to implement the draft breeding program of the FSC ZBK to improve the quality of seeds and the use of varieties of domestic breeding of agricultural crops determine the special role of legumes and cereals in solving global issues of the food program and the industrial economy of the Russian Federation. The results of work on the selection of leguminous and cereal crops, the quantitative results of new varieties of domestic selection of peas, soybeans, buckwheat, millet are presented. The most important task of primary seed production is the accelerated production of seeds of the elite by simplifying the schemes of primary seed production in combination with methods of rapid seed multiplication and modern methods of preserving the type of variety. At present, in the production of original seeds, in parallel with the system of the State Test, it is advisable to carry out seed production of a promising variety, which will allow, immediately after its introduction into the State Register of Breeding Achievements, allowed for use,*

to have such an amount of seeds that would provide 10-20% of the sowing structure areas under this variety in a particular region. The main problems and directions for improving breeding work on the development and introduction of new intensive varieties (variety change and variety renewal), in the lack of specialized equipment for the timely implementation of agrotechnical methods for sowing, management and high-quality harvesting work have been identified.

Keywords: leguminous crops, cereal crops, selection, peas, soybeans, buckwheat, millet, paiza, variety, seed production, seeds, grain.

Зернобобовые и крупяные культуры имеют большое продовольственное, кормовое и агротехническое значение. Генофонд зерновых бобовых культур и их диких родичей, содержащийся в коллекции ВИР, представляет репрезентативную выборку мирового разнообразия бобовых, употребляемых преимущественно на зерно. Коллекция, создаваемая в течение 84 лет, насчитывает более 47,3 тыс. образцов, представленных уникальными экспедиционными сборами, местными сортами, селекционным материалом, сортами, собранными со всего мира. В производственных целях используются в основном горох, соя, фасоль, чечевица, вика, люпин, кормовые бобы и последнее время нут.

Из группы крупяных культур наибольшее распространение в мире имеют рис, гречиха обыкновенная, просо посевное. В меньшей степени используются другие просовидные культуры: чумиза, могар, пайза и просо африканское.

Всем известно, что зернобобовые культуры являются ценными по содержанию белка – 20-27%, 8 незаменимых аминокислот (лизин, триптофан, метионин и др.), богаты микроэлементами, минеральными веществами. Кроме того, зернобобовые культуры имеют большое агрономическое значение за счёт симбиотической азотфиксации, обогащают почву доступными формами азота и в целом являются одним из лучших предшественников для большинства культур севооборота. Важная роль принадлежит зернобобовым культурам в системе кормопроизводства. В зерне гороха содержится от 100-300 грамм сырого протеина в пересчёте на 1 к.е.

Группа крупяных культур имеет особое значение в питании, особенно диетическом, вполне может использоваться на кормовые цели в птицеводстве, в первую очередь это относится к просовидным злакам: чумизе, могару, пайзе и просу африканскому. Последние две культуры пригодны для производства сена, сенажа и силоса.

В РФ наибольшее производственное значение имеют горох и соя. Россия занимает второе место в мире после Канады по производству гороха на зерновые цели, на её долю приходится от 10-20% мирового производства (10 млн. т). Площадь посева в нашей стране колеблется по годам и в среднем составляет 1,5-1,7 млн. га (рис. 1).

Ещё более ценной в питательном отношении является соя, хотя по использованию её относят к техническим культурам. В зерне сои содержится до 50% белка, 20-23% масла, продукты производства сои используются в пищевой промышленности для изготовления «белого лепестка», в качестве наполнителей в различных изделиях [1].

Велика роль культуры в производстве концентрированных и комбинированных кормов. Поэтому не случайно площади посева сои за последние 5 лет резко увеличились и достигли 3 млн. га (3083 тыс. га в 2019 г.) и превысили суммарную площадь посева всех зернобобовых культур – 2162 тыс. га, (рис. 1).

Рост посевных площадей гороха и сои обусловлен использованием в производстве новых сортов, адаптированных к природно-климатическим условиям различных регионов страны. Эффективная селекционная работа научных учреждений способствовала стабильному росту продуктивности, повышению качества зерна, росту валовых сборов до 3336, 8 тыс. тонн зерна бобовых культур и 4344 тыс. тонн соевых бобов [2].

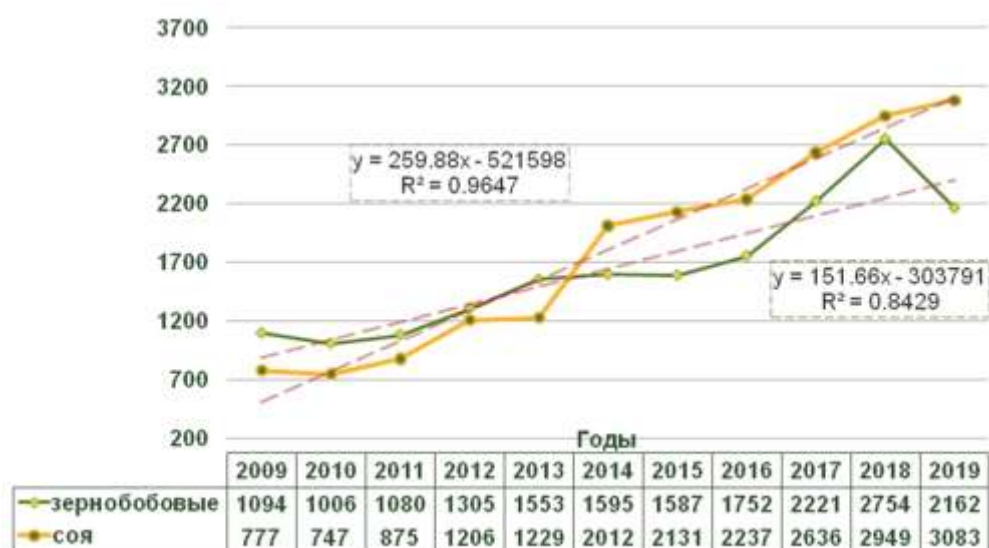


Рис. 1. Посевные площади РФ зернобобовых культур и сои, тыс. ц/га

В создание конкурентоспособных сортов внесли значительный вклад около 40 научных учреждений, входящих в систему РАН, Министерства науки и высшего образования РФ, Министерства сельского хозяйства РФ.

В Госреестр селекционных достижений внесено 68 сортов селекции ФНЦ ЗБК по 11 зернобобовым культурам, в т.ч. 18 сортов гороха, 11 – фасоли. 8 – сои, 10 – вики яровой и др.

Сорта иностранной селекции, как по зернобобовым культурам, так и по сое не имели существенных преимуществ, более того, они уступали по качественным показателям, продуктивности, устойчивости к стрессовым факторам, содержанию белка, срокам созревания и уборки (табл. 1).

Таблица 1

Количество сортов находящихся в Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 2019 году

Культуры	Всего сортов	Российской селекции	Иностранной селекции		
			Всего сортов	Ближнего зарубежья	Дальнего зарубежья
ЗЕРНОБОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ	253	213	40	10	30
Горох зимующий	6	6			
Горох полевой (пелюшка)	18	18			
Горох посевной	148	115	33	7	26
в т.ч. ценный	45	34	11	2	9
Чечевица	27	22	5	1	4
в т.ч. ценная	25	20	5	1	4
Фасоль	25	24	1	1	
в т.ч. ценная	21	20	1	1	
Чина	5	5			
Нут	24	23	1	1	
в т.ч. ценный	18	17	1	1	

Селекция гороха последних лет отличалась созданием принципиально новых морфотипов. Более 60% сортов короткостебельные, детерминантные, с усатым типом листа, с неосыпающимися семенами. Все они отличаются объединением ряда рецессивных генов, что резко повышает требования к их семеноводству. Сложная генетическая основа таких

сортов увеличивает возможности биологического засорения, что требует чаще производить сортосмену и сортообновление. Важнейшей задачей первичного семеноводства в этом случае является ускоренное производство семян элиты за счёт упрощения схем первичного семеноводства в сочетании с приёмами быстрого размножения семян и современными способами сохранения типа сорта. В настоящее время при производстве оригинальных семян параллельно с системой Государственного испытания целесообразно вести семеноводство перспективного сорта, что позволит сразу после его внесения в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, иметь такое количество семян, которое обеспечило бы под этим сортом 10-20% структуры посевных площадей в конкретном регионе. Только в этом случае семеноводства будет занимать центральное место в повышении продуктивности агроценозов.

Следует отметить, что потенциал продуктивности и особенно качества продукции зернобобовых культур и сои реализуется в производстве далеко не полностью. Главные причины заключаются в медленном внедрении новых интенсивных сортов (сортосмене и сортообновлении), недостатком специализированной техники для своевременного выполнения агротехнических приёмов по посеву, уходу и качественному проведению уборочных работ [3, 4, 5].

Учитывая существенные изменения климата, связанные с повышением температуры, аридности, учатившимися экстремальными явлениями, следует правильно подходить к выбору культур и сортов, разработке сортовых технологий, особенно для скороспелых и засухоустойчивых культур. Целесообразно расширить площади посева под такими культурами, как фасоль, экспорт которой составляет около 75% от потребления, нут, отличающийся не только засухоустойчивостью, но и жаровыносливостью, чина – ценная культура с высокими кормовыми достоинствами, чечевица – исконно российская культура с высоким содержанием легкодоступных белков.

Диверсификация зернобобовых культур в растениеводстве позволит существенно улучшить обеспечение населения и животноводства растительным белком, создаст благоприятные условия для других культур севооборота, особенно озимой пшеницы.

Крупяные культуры гречиха и просо, несмотря на небольшие площади посева, играют существенную роль в формировании продовольственной корзины населения. Их недостаточное производство в отдельные годы сопровождается резким повышением рыночных цен и ажиотажным спросом (2010 г.).

За последние годы площади посева гречихи возросли до 1 692 тыс. га (рис. 2). Более стабильно удерживаются посевные площади проса. Они составляют в среднем 500-600 тыс. га и только в 2013 г. увеличились до 826 тыс. га. Однако их снижение в период с 2017 г. по 2019 г. привело к скачку цен на пшено и дефициту семян. Как для гречихи, так и для проса характерна высокая вариабельность валового сбора зерна и практически отсутствует динамика роста урожайности. Она колеблется по годам у гречихи 10-12 ц/га, проса 12-15 ц/га. Аналогичная ситуация наблюдается в Китае, в странах Евросоюза и в соседней Украине. Основной причиной низкой продуктивности этих культур является: не соблюдение технологий возделывания особенно сроков уборки, что сопровождается большими потерями, использование интенсивных сортов с длительным и неодновременным созревaniem, большой долей семян массовых репродукций в сортовых посевах.

В Госреестре РФ сортов, допущенных к использованию: 52 сорта гречихи и 58 сортов проса посевного, однако в производстве в структуре посевных площадей используются до 50% сортов допущенных к использованию 20-30 лет назад. Экономия средств на сортосмене приводит к негативным последствиям по продуктивности культур и снижению качества зерна.

В ФНЦ ЗБК только за последние 5 лет в Госреестр включено 5 сортов гречихи с детерминантным типом роста, дружно созревающих, с увеличенной (32-34 г) массой 1000 зерен, высоким выходом крупы (70-74%) и содержанием белка на уровне 13-16%.

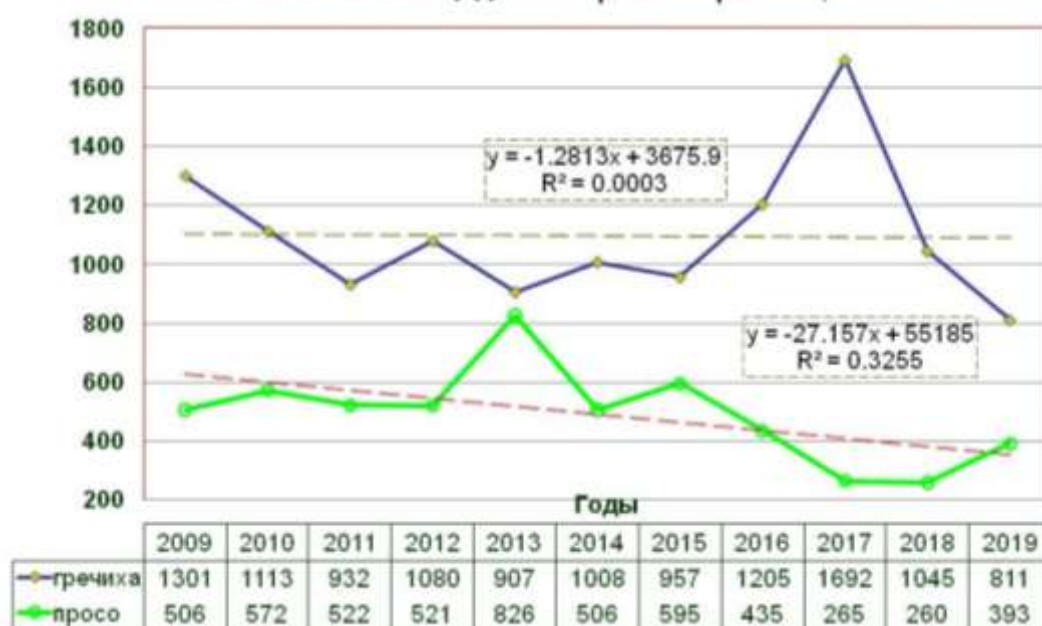


Рис. 2. Посевные площади РФ проса и гречихи, тыс. га

В ФНЦ ЗБК создан целый спектр сортов проса посевного, генетически разнородного, различного по направлениям использования, внесённых в Госреестр по основным регионам прососеяния, в том числе в северном и сибирском ареалах возделывания культуры (табл. 2).

В частности сорта Квартет, Спутник обеспечивают получение высококачественной крупы при выращивании в Центральной России и странах западной Европы (Швейцария, Германия) и зафиксирована урожайность зерна более 7 т/га у сорта Квартет и более 8 т/га у сорта Спутник. Сорт Альба, первый практически голозерный сорт, не требующий затрат на обрушение. Имеет повышенное содержание белка и масла в зерне, предназначен для птицеводства. Сорт Казачье сочетает крупнозёрность с высокой урожайностью, как в Центральных, так и южных регионах РФ.

Таблица 2

Характеристика новых сортов проса по качеству зерна

Показатель	Сорта			
	Квартет	Спутник	Казачье	Альба
Морфотип:				
форма метелки	развесистая	развесистая пониклая	сжатая	развесистая
окраска зерна	красная	красная	кремовая	белая
Генотип	Pw_1Pw_1 Pw_2Pw_2 $i^{pl}i^{pl}yy$	Pw_1Pw_1 Pw_2Pw_2 $i^{pl}i^{pl}yy$	pw_1pw_1 Pw_2Pw_2 $i^{pl}i^{pl}YY$	Pw_1Pw_1 Pw_2Pw_2 $I^{pl}I^{pl}yy$
Урожайность зерна, т/га	3,75	3,90	4,27	4,13
Масса 1000 зерен, г	7,3	7,4	8,4	7,0
Натура зерна, г/л	764	767	733	729
Пленчатость, %	14,8	14,5	15,2	5,7
Выход крупы, %	82	82	81	91
Содержание белка, %	9,4	11,2	11,2	11,5
Содержание крахмала, %	68,8	69,1	69,0	68,8
Содержание масла, %	4,7	4,5	4,3	5,2

Передовые хозяйства Орловской области стабильно получают урожай гречихи на уровне 25-30 ц/га. Подобный уровень продуктивности получен при испытании новых сортов гречихи в Швейцарии в период 2016-2018 гг. В целом в ФНЦ ЗБК за последние годы создана серия высокоурожайных сортов гречихи и проса, адаптированных к широкому диапазону почвенно-климатических условий, способных давать высокие урожаи зерна не только на сортоучастках, но и в производственных условиях.

Поиском рынков мы занимаемся и по просу, есть спрос на экологически чистую продукцию в Швейцарии, Австрии, Германии, где наши сорта проходят испытание и весьма успешно. Из изученных сортов проса в 2-х пунктах Швейцарии 4 сорта селекции ФНЦ ЗБК оказались самыми продуктивными с урожайностью более 40 ц/га. Максимальная урожайность в 2019 г. отмечена у пластичного сорта Казачье – 55 ц/га. Сорта селекции США, Польши, Украины и других стран были более позднеспелыми и уступали по урожайности, а в отдельные годы вообще не созревали и убирались на кормовые цели. В настоящее время в ЕС (Германия) по предыдущим испытаниям зарегистрирован сорт Крупноскорое, подготовлены к регистрации (через год) сорта Квартет, Казачье. В Швейцарии уже действуют технологические линии для переработки экологического зерна проса на крупу и муку.

Для мобилизации, сохранения и использования генетических ресурсов зернобобовых и крупяных культур ежегодно осуществляется скрининг более 2000 сортообразцов. Реализация селекционной программы по основным зернобобовым и крупяным культурам включает:

- всестороннее изучение (лучшие сорта, ценные формы) и создание исходного материала (мутанты, регенеранты, рекомбинанты);
- расширение признаковых и пребридинговых коллекций;
- выбор ценного селекционного материала, включая выявление доноров хозяйственно-полезных признаков для решения поставленных задач;
- организация селекционного процесса для создания высокоурожайных сортов с устойчивостью к стрессам и улучшенным качеством продукции, а также расширение генетической базы нового оригинального исходного материала ФНЦ ЗБК.

ФГБНУ ФНЦ ЗБК на протяжении значительного периода времени реализует программы по селекции и семеноводству сортов зернобобовых, крупяных, зерновых и кормовых культур, является правообладателем и оригинатором 108 сортов, допущенных к использованию в различных субъектах РФ, обладает 50 патентами на селекционные достижения по 21 культуре, в том числе в 2016-2018 гг. получено 18 патентов на новые сорта. Центр располагает значительной коллекцией генотипов различных сельскохозяйственных культур с высокими показателями продуктивности, комплексом хозяйственно-ценных признаков, устойчивостью к био и абиострессорам, имеется существенный задел селекционного материала.

За последние 2 года Центром введено в хозяйственный оборот более 60 объектов интеллектуальной собственности, по которым заключено в 2018 г. 55 неисключительных лицензионных договора с хозяйствами 25 регионов РФ на право использования сортов гороха, гречихи, проса, вики посевной, сои, чечевицы и других культур.

Ежегодно в системе ФНЦ ЗБК производится 0,5-0,7 тыс. т оригинальных семян, 4-4,5 тыс. т элиты, более 5 тыс. т репродукционных семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур.

В ходе изложения состояния производства зернобобовых и крупяных культур неоднократно акцентировалось внимание на вопросах селекции и семеноводства. На рисунке 3 представлена схема селекции и производства оригинальных семян, которая типична для всех научных учреждений, но имеет некоторые особенности, характерные для конкретных зернобобовых и крупяных культур.

Фундаментальные исследования являются теоретической основой разработки наукоёмких селекционно-семеноводческих технологий и применения в решении задач продовольственной программы.

Селекционно-семеноводческий центр должен представлять собой современное, высокотехнологичное производство семян и посадочного материала с определённой последовательностью этапов воспроизводства или создания сорта или гибрида сельскохозяйственных растений, включая начальные этапы семеноводческого процесса. Эта концепция является основой для ускоренного размножения семян нового сорта параллельно с государственным сортоиспытанием.

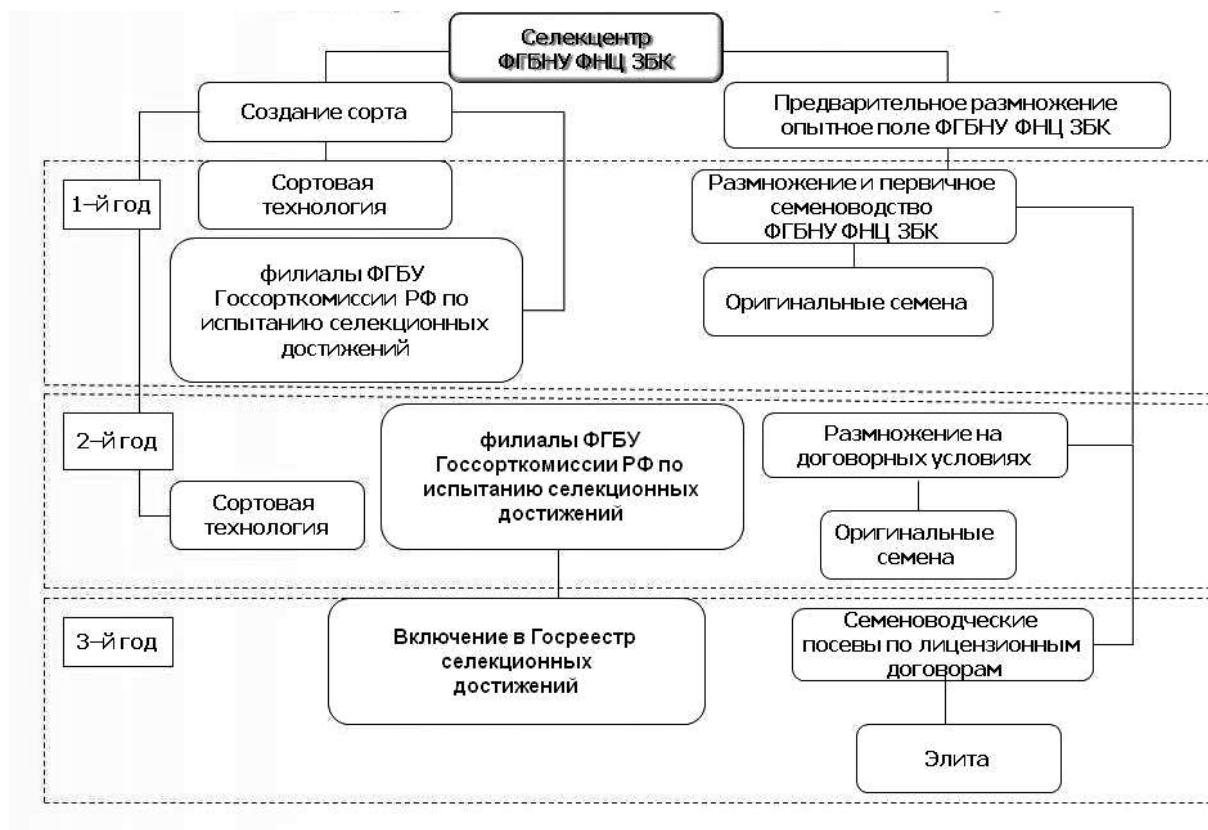


Рис. 3. Схема производства семян новых сортов

Заключение

Для организации устойчивого развития растениеводства важно правильно размещать зернобобовые, включая сою, и крупяные культуры по основным природно-климатическим зонам РФ. Определить их оптимальное соотношение с учетом рыночной востребованности и производственной рентабельности. Соблюдать научное чередование бобовых культур в севообороте для сохранения на должном уровне плодородия почв и получения высоких и стабильных урожаев. Создать эффективную систему семеноводства новых сортов зернобобовых и крупяных культур, пользующихся большим спросом на рынке семян.

Основным фактором увеличения урожайности и стабилизации производства зернобобовых и крупяных культур является не только создание, но и ускоренное использование в производстве новых скороспелых и высокоурожайных сортов адаптированных к конкретным природно-климатическим условиям регионов страны.

Необходимым условием этого является обеспечение учреждений селекционной и семеноводческой техникой для развития рентабельного промышленного семеноводства.

Все эти меры позволят обеспечить рост урожайности, повышение качества семян, зерна и увеличить экономическую эффективность производства зернобобовых и крупяных культур.

Литература

1. Посевные площади сельскохозяйственных культур по Российской Федерации / http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/sx/posev_pl1.xls (дата обновления 03.04. 2020 г.) (дата обращения: 15.04 2020).

2. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунцова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры – 2018. – № 2 (26). – С. 4-9.
3. Рекомендации по проведению весенних полевых работ в Орловской области в 2020 году / А.М. Задорин, В.И. Зотиков, А.А. Зеленов и др. // Орел: ФГБНУ ФНЦ ЗБК, 2020. – 56 с.
4. Зотиков В.И., Цуканова З.Р., Молошенок А.А. Реализация биологического потенциала и особенности семеноводства современных сортов гороха посевного // Зернобобовые и крупяные культуры – 2019. – № 2 (30). – С. 20-26. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11083.
5. Каракотов С.Д., К анализу сортовых различий сои в производственном испытании ООО «Дубовицкое» АО «Щелково Агрохим» // Зернобобовые и крупяные культуры – 2019. – № 2 (30). – С. 57-62. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11089.

References

1. *Posevnye ploshchadi sel'skokhozyaistvennykh kul'tur po Rossiiskoi Federatsii* [Sown area of agricultural crops in the Russian Federation]. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/sx/posev_pl1.xls (updated 03.04.2020) (accessed: 15.04 2020).
2. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Razvitie proizvodstva zernobobovykh kul'tur v Rossiiskoi Federatsii [Development of the production of leguminous crops in the Russian Federation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no 2 (26), pp. 4-9. (In Russian)
3. Rekomendatsii po provedeniyu vesennikh polevykh rabot v Orlovskoi oblasti v 2020 godu [Recommendations for conducting spring field work in the Oryol region in 2020]. A.M. Zadorin, V.I. Zotikov, A.A. Zelenov et al. Orel: FGBNU FNTs ZBK, 2020, 56 p. (In Russian)
4. Zotikov V.I., Tsukanova Z.R., Moloshonok A.A. Realizatsiya biologicheskogo potentsiala i osobennosti semenovodstva sovremennykh sortov gorokha posevnogo. [Realization of biological potential and features of seed production of modern varieties of common peas.]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 2 (30), pp. 20-26. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11083. (In Russian)
5. Karakotov S.D. K analizu sortovykh razlichii soi v proizvodstvennom ispytanii ООО «Dubovitskoe» АО «Shchelkovo Agrokhim» [To the analysis of varietal differences in soybeans in the production test of LLC «Dubovitskoe» JSC «Shchelkovo Agrokhim»]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 2 (30), pp. 57-62. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11089. (In Russian)

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА ПО КАЧЕСТВУ И ВЗАИМОСВЯЗЬ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С УРОЖАЙНОСТЬЮ И МАССОЙ 1000 ЗЕРЕН

И.С. БРАЙЛОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0001-5844-4614

И.А. ФИЛАТОВА, старший научный сотрудник, ORCID ID 0000-0002-5706-7332

Н.И. ЮРЬЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0003-3481-4128

Ю.В. БЕЛОУСОВА, научный сотрудник, ORCID ID 0000-0002-5706-7332

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЛОСЫ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА

E-mail: niish1c@mail.ru

Селекция на качество продукции является одной из важнейших задач создания новых более ценных не только по количеству, но и по качеству получаемой продукции сортов. В статье приведены трехлетние данные по результатам изучения биохимических показателей (белок, сахар, крахмал) и урожайности 57 образцов гороха, взятых из питомника конкурсного сортоиспытания. Исследования проводили в отделах генетики и иммунитета и селекции зернобобовых культур НИИСХ ЦЧП имени В.В. Докучаева. Основной целью нашей работы было проанализировать, оценить и выбрать лучшие по изучаемым признакам образцы, выделившиеся в период 2017-2019 гг. У всех испытуемых образцов содержание белка в зерне было не ниже 20%. Выявлены образцы с высокими показателями по содержанию белка в зерне: 61/18 – 25,5%, 67/18 и 27/19 по 24,9%. Максимальный сбор протеина с единицы площади составил 6,5 ц/га у линии 67/18 и 6,7 ц/га – 58/18. Высокими показателями по количеству сахара характеризовались образцы: 92/13 – 5,1 % и 109/13 – 5,2%, это на 44% больше средних значений по всем изучаемым образцам и на 37% выше, чем у лучшего по содержанию сахара местного сорта-стандарта Дударь. Обнаружены высоко крахмальные образцы: 71/17 – 54,0%, 70/17 – 54,3%. Данные образцы представляют особый интерес и будут использоваться в дальнейшей селекционной работе по повышению качественных показателей при создании новых сортов гороха. Установлена высокая степень взаимозависимости между показателями «урожайность» и «сбор белка» $r = 0,944 \pm 0,077$ и низкая степень влияния у показателей «масса 1000 зерен» и «количество белка в зерне» $r = -0,432 \pm 0,212$.

Ключевые слова: горох, сортообразцы, белок, крахмал, масса 1000 зерен, урожайность, корреляция.

EVALUATION OF PERSPECTIVE PEA VARIETIES BY QUALITY AND RELATIONSHIP OF BIOCHEMICAL INDICATORS WITH YIELD AND WEIGHT OF 1000 GRAINS

I.S. Brailova, I.A. Filatova, N.I. Yuryeva, U.V. Belousova

V.V. DOKUCHAEV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE
OF CENTRAL-CHERNOZEM ZONE

E-mail: niish1c@mail.ru

Abstract: Selection for product quality is one of the most important tasks of creating new, more valuable, not only in quantity, but also in the quality of varieties produced. The article presents three-year data on the results of a study of biochemical parameters (protein, sugar, starch) and the yield of 57 pea samples taken from a competitive variety testing nursery. The studies were

carried out in the departments of genetics and immunity and the selection of leguminous crops of the V.V. Dokuchaev Scientific Research Institute of Agriculture of the Central Black Earth Strip. The main goal of our work was to analyze, evaluate and select the best samples for the studied characteristics, which were distinguished in the period 2017-2019. In all test samples, the protein content in the grain was not lower than 20%. Samples with high protein content in the grain were revealed: 61/18 - 25.5%, 67/18 and 27/19 for 24.9%. The maximum protein yield per unit area was 6.5 centners / hectare for the 67/18 line and 6.7 centners / hectare for 58/18. Samples were characterized by high indices for the amount of sugar: 92/13 - 5.1% and 109/13 - 5.2%, which is 44% higher than the average values for all test samples and 37% higher than the best local sugar varieties of the standard Dudar. High starchy samples were found: 71/17 - 54.0%, 70/17 - 54.3%. These samples are of particular interest and will be used in further breeding work to improve quality indicators when creating new varieties of peas. A high degree of interdependence between the indicators "yield" and "protein collection" $r = 0.944 \pm 0.077$ and a low degree of influence in the indicators "mass of 1000 grains" and "amount of protein in grain" $r = -0.432 \pm 0.212$ were established.

Keywords: peas, varieties, protein, starch, mass of 1000 grains, productivity, correlation.

Горох является одним из самых известных, распространенных, полезных и питательных представителей семейства зернобобовые. У данной культуры самый богатый источник растительного белка, обладающий многочисленными вкусовыми и полезными свойствами. При благоприятных условиях выращивания зернобобовые культуры формируют белок без затрат дефицитных и дорогостоящих минеральных азотных удобрений. Поскольку белок – это азот, включенный в биологический синтез, то общий объем производства растительного белка ограничивается уровнем обеспеченности растений азотными удобрениями и содержанием азота в почве. Бобовые же культуры дают сверхлимитированный, дополнительный белок, включая биологический круговорот азота воздуха, недоступный для других культур [1]. Также все еще актуальным вопросом в современном мире является сочетание количества, качества и диверсификации использования продукции. В настоящее время горох одна из максимально «утилизируемых» культур. Собственно, биомасса может использоваться как сидерат, улучшающий структуру пахотного горизонта и обогащающий его органическим веществом. Семена в фазу молочной спелости и биологической зрелости применяются в пищевой промышленности и используются на кормовые цели. Разрабатываются методики извлечения крахмала гороха из семян, оболочек зерна, зародыша и применения его в различных отраслях [2].

По данным профессора Н.Н. Иванова, в семенах гороха в среднем содержится до 28,7% белков, до 45,5% крахмала, до 7% сахаров и много других питательных веществ. Причем, по содержанию белков семена бобовых культур богаче зерна хлебных злаков в 2-3 раза [3]. По своим физико-химическим свойствам крахмалы, выделенные из гороха, отличаются от крахмалов, полученных из картофеля и ячменя, например, способностью к желатинизации, строением крахмальных зерен и др. [4]. В зародышах семян зернобобовых культур накапливается значительное количество сахаров, представленных в основном сахарозой, а в оболочках семян синтезируется много клетчатки и пентозанов.

По некоторым литературным данным показатель содержания белка в составе зерна гороха взаимосвязан с показателем веса 1000 зерен [5]. Показатель «масса 1000 зерен» является важным индикатором, определяющим урожайность. Он является генетически наследуемым признаком, изменяющимся в зависимости от условий внешней среды, агротехники возделывания, от влияния болезней и вредителей и определяет качество и количество собираемого зерна [6].

Целью исследований являлась оценка перспективных линий гороха по комплексу биохимических показателей и выявление корреляционной зависимости различной степени связи между полученными качественными и количественными показателями изучаемых образцов.

Материалы и методика исследований

Материалом для изучения служили сортообразцы, взятые в питомнике конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции зернобобовых культур. Изучаемые образцы включали в себя усатые и облиственные формы, относящиеся в основном к группе среднеспелых. Исследования проведены в 2017–2019 гг.

Как уже говорилось ранее, одним из наиболее важных факторов, определяющих качество гороха, является содержание в нем белка. Высокий или низкий уровень белка зависит от биологических характеристик сорта, агротехники возделывания и погодноклиматических условий.

Погодные условия 2017 года складывались достаточно благоприятно для получения дружных всходов и дальнейшего роста и развития изучаемых сортообразцов гороха. За период вегетации выпало 148 мм осадков, а сумма активных температур составила 1333 °С, что вполне удовлетворяет потребностям культуры. Было отмечено увеличение длины вегетационного периода у гороха на 10-14 дней. Это связано с некоторым понижением температуры воздуха продолжавшейся на протяжении практически всей вегетации. ГТК составил 1,1.

Неблагоприятным для роста и развития гороха стал 2018 год. Для получения дружных всходов и стартового роста растений количество влаги в почве было достаточное (за апрель выпало 58 мм осадков, что соответствует 181% от нормы). Но за период с 1 мая и до 16 июля, когда у большинства образцов уже отмечена полная спелость, выпало всего 24 мм осадков. При сумме активных температур 1357°С ГТК составил 0,2, что соответствует экстремальной засухе. В связи с этим, продолжительность вегетационного периода в 2018 году сократилась на 5-7 дней по сравнению со среднепогодными значениями и составила 68-70 дней.

Погодные условия 2019 года в течение практически всего вегетационного периода для изучаемых образцов гороха сложились крайне неблагоприятно. За данный период выпало всего 75 мм осадков при сумме активных температур – 1313°С, ГТК – 0,6. Весь комплекс погодных условий стал причиной ускоренного налива и созревания зерна, скорее даже иссушения. В связи с этим, период от всходов до полной спелости занял, в среднем, 66 дней (с 1 мая по 5 июля), это на 10-14 дней короче оптимального.

Биохимическая оценка качества семян гороха проводилась в отделе генетики и иммунитета. В образцах определялось содержание белка, крахмала и сахаров. Количество белка определяли по методу Кьельдаля, определение аммонийного азота (сырого белка) проводилось после дигестии с серной кислотой и последующим фотометрированием (по методу ЦИНАО) с салициловой кислотой [7]. Для пересчета процента азота на сырой протеин использовался коэффициент 6,25. Определение крахмала осуществляли по тесту на сахара поляриметрическим методом [8]. Сахара анализировали титриметрическим методом с медным реактивом [9]. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТу ISO 520-2014. Статистическая обработка данных проведена с использованием программы Excel и приложения CXSTAT.

Результаты и обсуждение

В целом, за 3 года исследований по комплексу биохимических показателей у 57 изучаемых образцов наблюдался довольно широкий диапазон варьирования.

Сравнительный анализ качества изучаемого материала позволил выделить лучшие образцы. Максимальное значение накопления белка было у линий 61/18-25,5%; 67/18-24,9%; 27/19-24,9% и у сортов Таловец 70-25,5% (усатого типа); Дударь-24,0% (листочкового типа) (табл. 1). Данные образцы превышают показатели среднего значения на 4,4%-10,9%.

Следует также отметить, что 2019 год оказался самым благоприятным для синтеза белка в зерне гороха, но самым неблагоприятным по сбору зерна в сравнении с другими годами исследования. Содержание белка в этом году в семенах было несколько выше и варьировало в пределах 22,1%-26,1%, а в другие годы исследования – (особенно в 2017 году) заметно снижалось и находилось в пределах от 19,2% до 23,7%.

Таблица 1

Продуктивность и качество лучших образцов гороха, выделившихся по биохимическим показателям

Название образца	Белок, %	Сбор белка, ц/га	Сахара, %	Крахмал, %	Масса 1000 зерен, шт	Урожайность, т/га
92/13	21,1	3,9	5,1	46,9	203	1,86
109/13	21,1	4,0	5,2	47,8	201	1,90
92 + 94/13	22,9	4,7	4,4	47,8	186	2,07
45/16	22,2	4,5	4,3	49,8	218	2,01
61/16	22,1	3,8	3,5	50,4	189	1,71
60/17	22,3	4,6	4,2	47,3	240	2,05
64/17	22,8	4,9	3,5	49,3	203	2,13
71/17	20,8	5,5	2,7	54,0	200	2,63
70/17	20,9	5,6	2,9	54,3	200	2,67
61/18**	25,5	5,2	3,6	50,9	193	2,05
45/18**	23,6	3,4	3,2	46,4	175	1,45
55/18**	22,1	4,6	4,1	49,2	180	2,06
56/18**	23,5	5,1	3,8	46,9	196	2,18
58/18**	23,5	6,7	2,9	47,4	196	2,87
67/18**	24,9	6,5	2,9	49,4	196	2,61
27/19*	24,9	4,5	2,6	46,6	196	1,79
91/19*	23,6	3,9	2,9	52,3	177	1,66
Фокор	22,7	4,3	3,1	52,6	170	1,88
Дударь	24,0	5,4	3,8	51,5	157	2,25
Таловец 70	25,5	4,3	3,1	47,9	159	1,69
Среднее	23,0	4,8	3,6	49,4	192	2,08
Ошибка средней	0,31	0,19	0,16	0,53	4,11	0,08
Доверительный интервал, 95%	22,4-23,7	3,9 – 5,6	3,3 – 3,9	48,2-50,4	183-200	1,91-2,25

Примечание: * данные за 2019г; **данные за 2018, 2019 гг.

Что касается урожайности, 2019 год значительно уступал по этому показателю предыдущим годам в среднем на 30-45%. За все 3 года исследования самая высокая урожайность сформировалась у перспективных линий, которые принадлежат к усатому морфотипу: 58/18-2,87 т/га; 67/18-2,61 т/га; 70/17-2,67 т/га и 71/17-2,63 т/га. Продуктивность этих линий превышает средние значения на 25%-38%.

Максимальный сбор белка был у линий 58/18-6,7 ц/га и 67/18-6,5 ц/га. Обеспечить получение столь значимых результатов стало возможным при совокупности высоких значений у показателей «урожайность» и «количество белка в зерне»: 58/18-23,5% и 2,87 т/га; 67/18-24,95 и 2,61 т/га соответственно.

Наибольшее накопление сахаров наблюдалось у образцов 92/13- 5,1% и 109/13-5,2%, но по другим биохимическим показателям (по содержанию белка и крахмала) они значительно уступали показателям среднего значения.

По результатам накопления самого высокого процентного содержания крахмала выделились образцы: 61/16-50,4%; 61/18-50,9%; 91/19-52,3%; 70/17-54,3%, 71/17-54,0% и сорта Фокор – 52,6%; Дударь – 51,5%.

Масса 1000 зерен по годам варьировала от 138 г (2019 г.) до 219 г (2017 г.). Наиболее крупное зерно за годы исследования сформировалось у перспективных линий 60/17 – 240 г и

45/16 – 218 г, а наиболее мелкое зерно формировалось у сортов местной селекции Таловец 70 – 159 г и Дударь – 157 г.

Для многих ученых селекционеров особый интерес представляют взаимосвязи между количественными и качественными показателями. Полученные результаты нами представлены в таблице 2.

Таблица 2

Корреляционные взаимосвязи биохимических показателей с урожайностью и массой 1000 зерен (2017-2019 гг.)

Показатели	Белок	Сбор белка	Сахар	Крахмал	Масса 1000 зерен
Урожайность	- 0,180 ± 0,231	0,944 ± 0,077	- 0,262 ± 0,227	0,332 ± 0,222	0,245 ± 0,228
Масса 1000 зерен	- 0,432 ± 0,212	0,119 ± 0,234	0,291 ± 0,226	- 0,198 ± 0,231	-

Выявлена высокая степень положительного влияния между показателями «урожайность» и «сбор зерна» $r = 0,944 \pm 0,077$. Продуктивность сорта на 89,1 % определяет величину сбора белка с единицы площади, что согласуется с результатами других исследователей [10]. Отмечена низкая отрицательная взаимосвязь на уровне 19 % между массой 1000 зерен и количеством белка в зерне $r = - 0,432 \pm 0,212$. В целом по совокупности анализируемых образцов гороха зафиксирована очень слабая отрицательная корреляционная взаимосвязь между показателями: «урожайность» и «количество белка в зерне» $r = - 0,180 \pm 0,231$; «урожайность» и «количество сахара в зерне» $r = - 0,262 \pm 0,227$; «масса 1000 зерен» и «количество крахмала в зерне» $r = - 0,198 \pm 0,231$. Слабая положительная теснота связей была между показателями: «урожайность» и «количество крахмала в зерне» $r = 0,332 \pm 0,222$; «масса 1000 зерен» и «количество сахара в зерне» $r = 0,291 \pm 0,226$; «масса 1000 зерен» и «сбор зерна» $r = 0,119 \pm 0,234$.

Заключение

В результате трехлетнего изучения в период с 2017 по 2019 годы в конкурсном сортоиспытании из 57 изучаемых образцов по комплексу биохимических показателей выделились 20 перспективных. Из них самые высокобелковые: линии 61/18-25,5%; 67/18-24,9%; 27/19-24,9% и сорт Таловец 70. Данные образцы достоверно превысили средние показатели по белку на 4,4-10,9%. Образцы с максимальным накоплением сахаров 92/13-5,1% и 109/13-5,2%, значительно превысили средние показатели на 41,7-44,0%. И лучшие образцы по показателям содержания крахмала: 61/16=50,4%; 61/18 – 50,9%; 91/19 – 52,3%; 70/17-54,3% 71/17-54,0% и сорта Фокор – 52,6%; Дударь – 51,5% превосходили среднее значение на 3,4-9,9%. Наибольший сбор белка за все годы исследований установлен у образцов 61/18-5,2 ц/га; 56/18-5,1ц/га; 58/18-6,7 ц/га; 67/18-6,5; 71/17-5,5 ц/га; 70/17-5,6 ц/га, и областного сорта Дударь – 5,4 ц/га.

Также была установлена корреляционная взаимосвязь сильной, средней, слабой степени, либо полное ее отсутствие между количественными и качественными показателями исследуемого селекционного материала. На основании этих данных самая сильная зависимость наблюдалась между показателями сбор белка – урожайность ($r = 0,944 \pm 0,077$) и отрицательная зависимость средней степени между содержанием белка – массой 1000 зерен ($r = - 0,432 \pm 0,212$) Между остальными изучаемыми показателями теснота связей была очень слабая или вовсе отсутствовала.

Литература

1. Звягинцев М. Горох как источник белка и лучший предшественник для зерновых // Аграрное обозрение. – № 5. (51). – 2015. – С 28-36.
2. Шелепина, Н.В. Использование продуктов переработки зерна гороха в пищевых технологиях // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – Том 6. – № 4 – 2016 – С 110-118. DOI 10.21285/2227-2925-2016-6-4-110-118.
3. Зиядов Э.О., Орипов Д.М., Вафоева М.Б. Показатели качества сортов и сортообразцов гороха на богаре // Инновационная наука. – 2019. – № 10 – С 23-26.

4. Greenwood, C.T. Studies on the biosynthesis of starch granules. 2. The properties of the components of starches from smooth-and wrinkled-seeded peas during growth / C.T. Greenwood, J. Thomson // *Biochemical Journal*. – 1962. – vol.82. – № 1. – P.156-164.
5. Эшмирзаев К. Наследование число бобов гибридами нута // Материала IX конференции молодых ученых Узбекистан по с/х. – Ташкент. – 1978. – С.101-105.
6. Шапошникова Ю.В., Коробова Н.А. Корелляционная зависимость между продуктивностью и основными ее элементами у сортов зернового гороха // *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, – 2019. – vol.6-1 – С 62-66. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11249.
7. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений // – М.: Колос. – 1985. – 255 с.
8. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Мурри И.К. Методы биохимического исследования растений // – М. Сельскохозяйственная литература. – 1952.– 520 с.
9. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений // Киев: «Наукова думка». – 1976. – 336 с.
10. Ашиев А.Р., Хабибулин К.Н., Скулова М.В., Дорохова Д.П. Взаимосвязи количественных признаков и качественных показателей урожайности новых линий гороха // *Зерновое хозяйство России*. 2018. – № 6 (60). – С. 13-16. DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-13-16.

References

1. Zvyagintsev M. Peas as a source of protein and the best precursor for cereals. *Agrarian review*. no 5. (51). 2015. pp. 28-36. (In Russian)
2. Shelepina N.V. Use of pea grain processing products in food technologies. *University news*. Applied chemistry and biotechnology. -6.-no.4-2016-pp.110-118. DOI 10.21285/2227-2925-2016-6-4-110-118. (In Russian)
3. Ziyadov E.O., Oripov D.M., Vafoeva M.B. Quality Indicators of varieties and cultivars of peas on bogar. *Innovative science*. 2019. No. 10 pp 23-26. (In Russian)
4. Greenwood C.T. Studies on the biosynthesis of starch granules. 2. the properties of the components of starches from smooth-and wrinkled-seeded peas during growth. C.T. Greenwood, J. Thomson. *Biochemical Journal*. 1962. vol. 82. no. 1.pp. 156-164.
5. Eshmirzaev K. Inheritance of the number of beans by chickpea hybrids. Material of the IX conference of young scientists of Uzbekistan on agriculture-Tashkent, 1978, pp. 101-105. (In Russian)
6. Shaposhnikova Y.V., Korobova N.A. Corellia dependence between productivity and its main elements in varieties of grain peas. *International Journal of Humanities and Natural Sciences* 2019. vol. 6-1, pp 62-66. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11249 (In Russian)
7. Pleshkov B.P. Practicum on plant biochemistry. Moscow: *Kolos*. 1985. 255 p. (In Russian)
8. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Smirnova-Ikonnikova M.I., Murri I. K. Methods of biochemical research of plants. M. *Agricultural literature*. 1952. 520 p. (In Russian)
9. Pochinok H.N. Methods of biochemical analysis of plants. Kiev: "*Naukova Dumka*". 1976. 336 p. (In Russian)
10. Ashiev A. R., Khabibulin K. N., Skulova M. V., Dorokhova D. P. Interrelations of quantitative signs and qualitative indicators of productivity of new pea lines. *Grain economy of Russia*. 2018. no 6 (60). pp. 13-16. DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-13-16. (In Russian)

ОЦЕНКА ОБРАЗЦОВ ГОРОХА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

Г.В. СОБОЛЕВА, Р.В. БЕЛЯЕВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: alniksobolev@rambler.ru

В статье представлены результаты изучения 30 образцов гороха из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова различного эколого-географического происхождения по устойчивости к осмотическому стрессу и ряду хозяйственно-значимых признаков. Оценку коллекции на осмоустойчивость осуществляли на растворах сахарозы с осмотическим давлением 16 атм. Показателями, отражающими реакцию растений на устойчивость к водному дефициту, являлись: относительный уровень устойчивости (всхожесть семян в растворе сахарозы в % к контролю), индекс роста корня (длина зародышевого корешка на сахарозе в % к контролю), индекс роста побега (длина побега на сахарозе в % к контролю). Различия изученных образцов по реакции на осмотический стресс наиболее четко проявились по показателю – индекс роста корня. Согласно проведенному ранжированию из 30 коллекционных номеров было выделено всего 4 среднеустойчивых и 1 высокоустойчивый образец. Группу среднеустойчивых образцов гороха составили как красноцветковые листочковые морфотипы к-3315 (Местный, Кировская обл.), к-3611 (Памир), так и белоцветковые листочковые морфотипы к-8237 (Атлант, Краснодарский край), к-8520 (Рамонский 90, Воронежская обл.). У высокоустойчивого образца к-7759 (162/76, Украина) цветки белые, лист обычный.

Ключевые слова: горох, коллекционный образец, раствор сахарозы, осмоустойчивость, продуктивность.

EVALUATION OF PEA SAMPLES FROM THE COLLECTION OF THE VIR NAMED AFTER N.I. VAVILOV ON RELATIVE DROUGHT RESISTANCE

G.V. Soboleva, R.V. Belyaeva

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

E-mail: alniksobolev@rambler.ru

Abstract: The article presents results of study of 30 pea samples from the collection of the VIR named after N.I. Vavilov of various ecological and geographical origin in terms of resistance to osmotic stress and a number of economically significant traits. The collection was assessed for osmotic stability on sucrose solutions with an osmotic pressure of 16 atm. The indicators reflecting the reaction of plants to resistance to water deficit were: the relative level of resistance (seed germination in sucrose solution in % to control), root growth index (length of the germinal rootlet on sucrose in % to control), shoot growth index (shoot length on sucrose in % to control). The differences between the studied samples in response to osmotic stress were most clearly manifested in terms of the root growth index. According to the conducted ranking, out of 30 collection numbers, only 4 medium-resistant and 1 highly resistant sample were allocated. The group of moderately resistant pea specimens consisted of both red-flowered leafy morphotypes k-3315 (Mestnyi, Kirov region), k-3611 (Pamir), and white-flowered leafy morphotypes k-8237 (Atlant, Krasnodar Territory), k-8520 (Ramonsky 90, Voronezh region). The highly resistant specimen k-7759 (162/76, Ukraine) has white flowers, an ordinary leaf.

Keywords: peas, collection sample, sucrose solution, osmotolerance, productivity.

Согласно классификации Н.И. Вавилова [1] горох относится к группе наименее засухоустойчивых зернобобовых культур, уступая по данному показателю чечевице, нуту, чине и фасоли. Между тем, в последние десятилетия, в связи с глобальным потеплением климата, в основных зонах выращивания гороха в период вегетации растений наблюдается рост температурного фона и увеличивается частота и продолжительность засух.

При этом показано, что в результате селекционно-генетической работы потенциальная урожайность гороха достигла 3,0-4,5 т/га, однако устойчивость к стрессовым факторам среды, особенно к засухе, существенно снизилась [2]. Необходимо также учитывать, что селекция гороха в настоящее время ориентирована на создание безлисточковых (усатых) сортов, так как это позволяет в значительной степени решить проблему полегаемости и повысить технологичность сорта. Однако, в сравнении с листочковыми морфотипами сорта гороха с усатым типом листа более подвержены стрессовым факторам среды и, в частности, водному дефициту. Поэтому, особую актуальность приобретает создание высокопродуктивных, технологичных, засухоустойчивых сортов гороха.

Исходя из того, что засухоустойчивость – сложный комплекс признаков и адаптаций селекция на данный признак крайне затруднена. Результативность работы в этом направлении в значительной степени зависит от широкого спектра исходного материала. Наиболее ценным источником генетического разнообразия исходного материала является мировая коллекция ВИР им. Н.И. Вавилова [3].

Среди большого разнообразия методов экспресс-оценки относительной засухоустойчивости наиболее успешно используется определение всхожести семян в растворах с осмотически активными веществами, чаще всего с сахарозой [4,5]. Способность семян прорасти в условиях смоделированной «физиологической засухи» отражает наличие высокой сосущей силы, обеспечивающей мощное развитие корневой системы и всего растения.

Цель исследований – выявить среди коллекционных образцов гороха различного эколого-географического происхождения устойчивые к осмотическому стрессу генотипы для дальнейшего их использования в качестве исходного материала в селекции засухоустойчивых сортов.

Материал и методы исследований

Материалом для проведения скрининга на устойчивость к осмотическому стрессу служили 30 образцов различного эколого-географического происхождения из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова. Семена урожая 2018 года, размножены в лаборатории генетики и биотехнологии ФНЦ ЗБК. Оценку коллекции осуществляли на растворах сахарозы с осмотическим давлением 16 атм. согласно методике ВНИИЗБК [6]. Контроль – вода. Показателями, отражающими реакцию растений на устойчивость к водному дефициту, являлись: относительный уровень устойчивости (всхожесть семян в растворе сахарозы в % к контролю), индекс роста корня (длина зародышевого корешка на сахарозе в % к контролю), индекс роста побега (длина побега на сахарозе в % к контролю). Оценку всех показателей проводили на 7 сутки. Ранжирование генотипов по осмоустойчивости проводили согласно методическому руководству ВИР [7]. Для изучения морфологических признаков и элементов продуктивности коллекцию высевали в поле согласно методическим указаниям ВИР [8].

Результаты и обсуждение

Всхожесть семян является первой критической и наиболее чувствительной фазой в жизненном цикле растений. Поэтому, способность семян прорасти в растворах осмотиков служит косвенным показателем относительной засухоустойчивости (рис.).

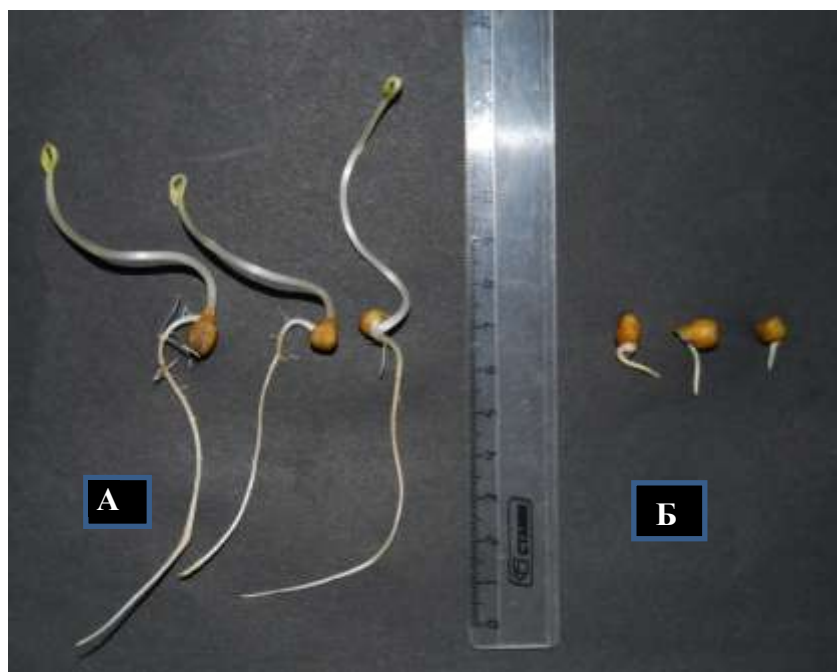


Рис. Сравнительная оценка прорастания семян образца к-263 (Махорг, Афганистан).
А – контроль, Б – раствор сахарозы с осмотическим давлением 16 атм.

Установлено, что уровень относительной устойчивости у изученных образцов был достаточно высоким и колебался от 75 до 100%, за исключением образцов к-4685 (Dwarf Gray Sugar, США) и к-9460 (380/04, Тюменская обл.) у которых данный показатель составил 45 и 50% соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Уровень осмоустойчивости и показатели начального роста корня и побега у 7-ми суточных проростков образцов гороха в условиях осмотического стресса

№ п/п	№ по каталогу ВИР	Образец	Место происхождения	Уровень устойчивости, %	Индекс роста, %	
					корня	побега
1	2	3	4	5	6	7
1	к-263	Мохорг	Афганистан	100	14,36	5,74
2	к-914	Field peas	США	100	15,09	0
3	к-963	Виктория (бело-розовая)	Германия	75	13,44	0
4	к-1015		Монголия	100	6,93	0
5	к-1610	Аглицкий	Россия, Ярославская губерния	100	15,51	0
6	к-2347	К 57	Грузия	100	13,03	13,45
7	к-2433		Мексика	80	20,25	0
8	к-2478		Сирия	100	23,77	0
9	к-2483		Колумбия	90	14,12	0
10	к-3315	Местный	Россия, Кировская область	100	43,63	2,24
11	к-3611		Памир	100	39,75	9,11
12	к-3963	Марко-3	Украина	100	24,44	0
13	к-4287	Kneifel erbsen buchsbaum schnabel	Германия	100	13,01	0
14	к-4457	Невский-9	Россия, Ленинградская область	90	8,30	0

Продолжение табл. 1						
15	к-4685	Dwarf Gray Sugar	США	45	14,62	0
16	к-4830	Линия-81	Латвия	100	17,36	0
17	к-5415		Эфиопия	100	22,19	13,86
18	к-5759		Италия	100	14,39	0
19	к-5924	Cukrowy Karlowy	Польша	100	13,18	0
20	к-6468	Местный	Судан	90	19,16	0
21	к-6647	Selektion INRA	Марокко	100	15,44	0
22	к-7159	Местный	Кения	100	22,68	0
23	к-7687	Peliroy	Нидерланды	90	24,22	0
24	к-7759	162/76	Украина	100	83,67	0
25	к-7815	Прогресс	Украина	78	32,01	0
26	к-7925	II/134 Redustus	Болгария	100	26,28	0
27	к-8237	Атлант	Краснодарский край	100	56,44	0
28	к-8520	Рамонский 90	Воронежская область	100	43,58	0
29	к-8754	Kirke	Эстония	100	23,03	0
30	к-9460	380/04	Тюменская область	50	17,79	0

У образцов Махорг (Афганистан), к-2437 (Грузия), к-3315 (Россия), к-3611 (Памир), к-5415 (Эфиопия) наблюдалось развитие стебля у проростков.

Общеизвестно, что горох может избегать губительного действия засухи благодаря корневой системе, проникающей глубоко в почву. Поэтому, важным диагностическим показателем осмоустойчивости является относительный рост зародышевого корешка. В связи с этим проведен сравнительный анализ роста зародышевого корешка. Индекс роста корня у изученных образцов варьировал в широких пределах от 6,93% (к-1015) до 83,67% (к-7759), что позволило провести ранжирование генотипов, так как по уровню устойчивости, определенному по всхожести семян в растворе сахарозы изученные образцы различались незначительно.

Согласно полученному ранжированию из 30 коллекционных номеров было выделено всего 4 среднеустойчивых и 1 высокоустойчивый образец (табл. 2).

Таблица 2

Устойчивость образцов гороха к осмотическому стрессу по индексу роста зародышевого корешка

Группа	Интервал устойчивости, %	Образцы
I-Слабоустойчивые	6,93-32,51	к-263, к-914, к-963, к-1015, к-1610, к-2437, к-2433, к-2478, к-2483, к-3963, к-4287, к-4457, к-4685, к-4830, к-5415, к-5759, к-5924, к-6468, к-6647, к-7159, к-7687, к-7815, к-7925, к-8754, к-9460
II-Среднеустойчивые	32,52-58,09	к-3315, к-3611, к-8237, к-8520
III -Высокоустойчивые	58,10-83,67	к-7759

Группу среднеустойчивых образцов гороха составили как красноцветковые листочковые морфотипы к-3315 (Местный, Кировская обл.), к-3611 (Памир), так и белоцветковые листочковые морфотипы к-8237 (Атлант, Краснодарский край), к-8520

(Рамонский 90, Воронежская обл.). У высокоустойчивого образца к-7759 (162/76, Украина) цветки белые, лист обычный. Все средне- и высокоустойчивые образцы, ранжированные по индексу роста корня характеризовались 100% уровнем устойчивости по всхожести семян в растворе сахарозы.

Для объективной оценки генотипов важное значение имеет анализ основных хозяйственно-значимых признаков. В связи с этим, в условиях полевого опыта проведена сравнительная оценка 30 коллекционных образцов по морфологическим показателям и элементам структуры урожая. Результаты исследования выделенных по осмоустойчивости образцов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты структурного анализа растений коллекционных образцов, выделившихся по устойчивости к осмотическому стрессу

№ образца по каталогу ВИР	Вегет. период, суток	Длина стебля, см	Число междоузлий		Число бобов, шт.	Масса растения, г	Число семян, шт.	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г
			всего	прод.					
Среднеустойчивые									
к-3315	84	101,8	27,5	6,7	13,5	10,6	50,5	4,0	79,2
к-3611	74	68,1	23,0	5,2	6,6	8,5	28,3	3,5	123,6
к-8237	60	66,0	20,0	5,0	8,0	14,1	30,5	7,1	232,7
к-8520	74	64,0	22,0	7,0	12,0	19,7	38,0	6,9	181,5
Высокоустойчивые									
к-7759	63	59,0	18,0	3,0	6,0	8,4	23,0	4,0	173,9

Проведенный анализ выявил значительные различия по величине морфологических признаков и элементов продуктивности у осмоустойчивых образцов. Продолжительность вегетационного периода у образцов изменялась в достаточно широких пределах от 60 (к-8237) до 84 суток (к-3315). Максимальная длина стебля (101,8 см) была у растений образца к-3315. У остальных образцов варьировала от 59,0 до 68,1 см. Число бобов на растение колебалось от 6,0 шт. (к-7759) до 13,5 шт. (к-3315). Наибольшее число семян (55,5 шт.) сформировали растения образца к-3315, а наименьшее (23,0 шт.) – к-7759. По массе 1000 семян образцы подразделялись только на мелкосеменные (к-3315, к-3611) и среднесеменные (к-7759, к-8237, к-8520). Наиболее важным признаком, характеризующим образцы, является семенная продуктивность (масса семян с растения). Масса семян с растения изменялось от 3,5 г (к-3611) до 7,1 г (к-8237).

По комплексу проанализированных признаков особо следует выделить белоцветковый листочковый образец к-8237 (Атлант, Краснодарский край), который характеризовался коротким вегетационным периодом, короткостебельностью, но при этом достаточно высокой продуктивностью, массой 1000 семян и относительной засухоустойчивостью.

Заключение

Установлено, что для предварительной экспресс оценки селекционного материала гороха на засухоустойчивость в растворах осмотически активных веществ необходим комплексный анализ таких физиологических параметров, как относительный уровень устойчивости и индекс роста корня. Различия изученных образцов по реакции на осмотический стресс наиболее четко проявились по показателю – индекс роста корня. В результате проведенных исследований выделены четыре среднеустойчивых коллекционных образца: к-3315 (Местный, Кировская обл.), к-3611 (Памир), к-8237 (Атлант, Краснодарский край), к-8520 (Рамонский 90, Воронежская обл.) и один высокоустойчивый - к-7759 (162/76, Украина), которые могут быть использованы в качестве исходного материала в селекции гороха на засухоустойчивость.

Литература

1. Вавилов Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов. Избранные сочинения. Генетика и селекция. - М.: Колос, – 1966. – С.102-113.
2. Амелин А.В., Чекалин Е.И. Адаптивные способности растений гороха и их изменения в результате селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2019. - №2 (30).- С. 4-14. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11081.
3. Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Суворова Г.Н. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019.- №180 (2). – С.109-123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123.
4. Соболева Г.В., Уваров В.Н. Использование физиологических методов в селекции гороха на засухоустойчивость // Земледелие, 2015.-№4. – С.37-39.
5. 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.
6. Долгополова Л.Н., Лаханов А.П. Методика комплексной оценки засухоустойчивости гороха и вики. Орел, – 1977. – 24 с.
7. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство) // под ред. Удовенко Г.В. – Ленинград: ВИР, – 1988. – 228 с.
8. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания // Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынтцев С.В., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Александрова Т.Г., Яньков И.И., Егорова Г.П., Герасимова Т.В., Другова Е.В. – СПб.: ООП «Копи-Р. Групп», – 2010. – 141с.

References

1. Vavilov N.I. Mirovye resursy zasukhoustoichivyykh sortov. Izbrannyye sochineniya. Genetika i selektsiya [World resources of drought-resistant varieties. Selected Works. Genetics and breeding]. Moscow, Kolos, 1966, pp.102-113. (In Russian)
2. Amelin A.V., Chekalin E.I. Adaptivnye sposobnosti rastenii gorokha i ikh izmeneniya v rezul'tate selektsii [Adaptive abilities of pea plants and their changes as a result of selection]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury*, 2019, no.2 (30), pp. 4-14. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11081. (In Russian)
3. Vishnyakova M.A., Aleksandrova T.G., Buravtseva T.V., Burlyaeva M.O., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V., Suvorova G.N. Vidovoe raznoobrazie kollektsii geneticheskikh resursov zernobobovykh VIR i ego ispol'zovanie v otechestvennoy selektsii (obzor) [Species diversity of VIR collection of genetic resources of legumes and its use in domestic breeding (review)]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 2019, no.180 (2), pp.109-123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123. (In Russian)
4. 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)
5. Filatova I.A., Brailova I.S. Otsenka perspektivnykh selektsionnykh obraztsov i kollektsii gorokha na otnositel'nyuyu zasukhoustoichivost' [Evaluation 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)
6. Dolgoplova L.N., Lakhanov A.P. Metodika kompleksnoi otsenki zasukhoustoichivosti gorokha i viki [Methodology for an integrated assessment of drought tolerance of peas and vetch]. Orel, 1977, 24 p. (In Russian)
7. Diagnostika ustoichivosti rastenii k stressovym vozdйствиям (metodicheskoe rukovodstvo) pod red. Udovenko G.V. [Diagnostics of plant resistance to stress (methodological guide), Udovenko G.V. ed.] Leningrad: VIR, 1988, 228 p. (In Russian)
8. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhraneniye i izucheniye: metodicheskie ukazaniya [The collection of the world genetic resources of cereal legumes VIR: replenishment, conservation and study: guidelines]. Vishnyakova M.A., Buravtseva T.V., Bulyntsev S.V., Burlyaeva M.O., Semenova E.V., Seferova I.V., Aleksandrova T.G., Yan'kov I.I., Egorova G.P., Gerasimova T.V., Drugova E.V. SPb.: OOP «Kopi-R. Grupp», 2010, 141 p. (In Russian)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ ЖИДКОГО ТОРФЯНОГО И ФУНГИЦИДА ТИТУЛ ДУО, ККР ДЛЯ ВНЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ГОРОХА

А.И. ЕРОХИН, З.Р. ЦУКАНОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук
Е.В. ЛАТЫНЦЕВА

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
E mail: office@vniizbk.orel.ru

Применение препаратов отдельно и совместно с фунгицидами для внекорневых (листовых) подкормок позволяет улучшить количественные и качественные показатели урожайности культуры. В лабораторно-полевом опыте обработка вегетирующих растений гороха Фараон проведена Гуматом Калия жидким (торфяным) в дозе – 600 мл/га (одним препаратом), а также с добавлением фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га. Растения гороха обрабатывали в фазе бутонизации – начало цветения. Объём воды для приготовления рабочих растворов препаратов составлял – 250-300 л/га. В исследованиях установлено, что обработка вегетирующих растений гороха Фараон препаратом Гуматом Калия жидким (торфяным) (одним) и совместно с фунгицидом Титул Дуо, ККР увеличивает зелёную массу растений на 23-39 г, (8,2-13,9%), сухую массу растений – на 6,8-9,5 г, (11,1-15,4%) по сравнению с контрольным вариантом. Лучшие результаты получены от совместного применения препаратов. Применение препарата Гумата Калия жидкого (торфяного) -600 мл/га на растениях увеличивает урожайность гороха к контролю на 0,17 т/га (6,9%). Прибавка урожайности гороха от совместного применения препаратов (Гумата Калия жидкого (торфяного) и фунгицида Титул Дуо, ККР) превышала контрольный вариант, в среднем за 2017-2019 гг. на 0,25 т/га или 10,2%, а элементы продуктивности растений – от 5,4 до 20,0% и массу 1000 семян на 1,0-1,2%.

Ключевые слова: Гумат Калия жидкий (торфяной), Титул Дуо, ККР, растения, обработка, урожайность.

PROSPECTS FOR THE USE OF LIQUID PEAT POTASSIUM HUMATE AND FUNGICIDE TITUL DUO, KKR FOR FOLIAR TREATMENT OF PEA PLANTS

A.I. Erokhin, Z.R. Tsukanova, E.V. Latyntseva

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

E mail: office@vniizbk.orel.ru

Abstract: *The use of preparations separately and together with fungicides for non-root (foliar) dressing allows us to improve the quantitative and qualitative indicators of crop yield. In a laboratory-field experiment, the treatment of growing plants of Pharaoh peas was carried out with liquid Potassium Humate (peat) at a dose of 600 ml/ha (one preparation), as well as with the addition of the fungicide Titul Duo, KKR - 0.35 l/ha. Pea plants were treated in the budding phase - the beginning of flowering. The volume of water for the preparation of working solutions of preparations was 250-300 l/ha. In studies it was found that the treatment of growing plants of peas Pharaoh with the preparation of Potassium Humate liquid (peat) (one) and together with the fungicide Title Duo, KKR increases the green mass of plants by 23-39 g, (8.2-13.9%), dry plant weight - by 6.8-9.5 g, (11.1-15.4%) in comparison with the control option. The best results are obtained from the combined use of drugs. The use of liquid (peat) Potassium Humate -600 ml/ha on plants increases the yield of peas to control by 0.17 t/ha (6.9%). The increase in the yield of peas*

from the combined use of preparations (Potassium humate liquid (peat) and the fungicide Titul Duo, KKR) exceeded the control variant, on average for 2017-2019, by 0.25 t/ha or 10.2%, and the elements plant productivity – from 5.4 to 20.0% and the mass of 1000 seeds by 1.0-1.2%.

Keywords: liquid potassium humate (peat), Titul Duo, KKR, plants, treatment, yield

Потенциальная продуктивность перспективных сортов гороха может быть реализована только при высоком качестве посевного материала. Получение семян с высокими посевными качествами и урожайными свойствами повышает полевую всхожесть, способствует появлению дружных всходов и увеличению урожайности. Потребность в зелёной массе гороха, в большинстве регионов страны, также имеет большое значение, как и в зерне [1, 2].

Нехватка традиционных форм органических и минеральных удобрений заставляет изыскивать новые формы препаратов и включать их в современные агрономические технологии. В настоящее время значительная роль отводится различным методам повышения иммунной системы растений, что немаловажно в связи с масштабными изменениями метеорологических условий [3].

В последние годы получены новые многокомпонентные жидкие гуминовые препараты, которые совместно с фунгицидами способствуют повышению эффекта стимуляции роста и развития растений. Применение препаратов на растениях позволит снизить пестицидную нагрузку в агроценозах, повысить иммунитет растений, увеличить урожайность и улучшить качество выращенной продукции [4, 5].

Цель исследований – определить перспективы совместного применения Гумата калия жидкого торфяного и фунгицида Титул Дуо, ККР для внекорневой обработки растений гороха.

Материал и методы проведения исследований

Исследования проведены на сорте гороха посевного Фараон. Полевые опыты были заложены на тёмно-серой, лесной среднесуглинистой почве, с мощностью гумусового горизонта – 25-30 см. Размер делянок – 10 м², повторность четырёхкратная, размещение делянок – рендомизированное. Посев делянок проведён в оптимальные сроки, применительно к условиям Орловской области, селекционной сеялкой СКС-6-10. Норма высева – 1,2 млн. всхожих семян на гектар. В полевых условиях обработка вегетирующих растений гороха препаратом Гуматом Калия жидким (торфяным) проведена в фазу бутонизации начало цветения, из расчёта – 600 мл препарата на гектар, а также с добавлением фунгицида – Титул Дуо, ККР в дозе – 0,35 л/га. Объём воды для приготовления рабочих растворов препаратов – 250-300 л/га.

Гумат Калия жидкий (торфяной) – комплексное органоминеральное удобрение. Основное действующее вещество препарата – это физиологически активные формы калиевых солей гуминовых кислот (гуматы калия). В состав препарата входят также аминокислоты, углеводы, водорастворимые карбоновые кислоты (щавелевая, янтарная, яблочная, лимонная), элементы минерального питания и микроэлементы. Препарат производится на основе чистого сырья – низинного торфа, который сохраняет в своём составе большое количество биологически активных веществ – продуктов жизнедеятельности микроорганизмов и природные стимуляторы роста растений [6].

Титул Дуо, ККР – системный фунгицид для борьбы с широким спектром болезней на посевах зерновых, зернобобовых культур, содержит 200 г/л пропиконазола +200 г/л тебуконазола. При обработке посевов поступает в растение через листья и стебель [7].

Во время вегетации изучена динамика роста растений, проведены учёты зелёной и сухой массы. Период времени между проведённой обработкой растений и учётом зелёной массы составлял в среднем от 19 до 25 дней в зависимости от года исследований. Для структурного анализа урожая перед уборкой с каждой делянки были отобраны образцы растений. Уборку гороха проводили прямым комбайнированием. Полученный при уборке урожай учитывали по деляночно. Данные по урожайности приведены к стандартной

влажности и 100% чистоте. Результаты опытов по урожайности обработаны математически, методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1968, 1985).

Результаты исследований

Применение многокомпонентных жидких препаратов отдельно и совместно с фунгицидами для внекорневых (листовых) подкормок позволяет улучшить иммунную систему растений и устойчивость их к различным видам заболеваний, в современных условиях защитить растения от воздействия экологических стрессов, улучшить количественные и качественные показатели урожайности культуры. В лабораторно-полевом опыте с контрольных и опытных участков были отобраны образцы растений гороха сорта Фараон, для анализа на продуктивность по накоплению зелёной и сухой массы. Данные по опыту приведены в таблице 1. Установлено, что применение на растениях гороха в фазу бутонизации – начало цветения, одного препарата Гумата Калия жидкого (торфяного) увеличивает зелёную массу растений, по сравнению с контрольными растениями, на 23,0 г (8,2%). От совместного применения препаратов: Гумата Калия жидкого (торфяного) в дозе – 600 мл/га и фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га, зелёная масса опытных растений гороха превышала зелёную массу контрольных – на 39,0 г или 13,9%.

Таблица 1

Влияние совместного применения препаратов Гумата Калия жидкого (торфяного) и фунгицида Титул Дуо, ККР на зелёную и сухую массу растений гороха сорта Фараон, среднее за 2017-2019 гг.

Варианты опыта	Зелёная масса 10 растений, г	Прибавка к контролю		Сухая масса 10 растений, г	Прибавка к контролю	
		г	%		г	%
Контроль - необработанные растения	280,3	-	-	61,5	-	-
Гумат Калия жидкий (торфяной)-600 мл/га-обработка растений	303,3	23,0	8,2	68,3	6,8	11,1
Гумат Калия жидкий (торфяной)-600 мл/га+Титул Дуо, ККР-0,35 л/га, обработка растений.	319,3	39,0	13,9	71,0	9,5	15,4

Накопление сухой массы обработанными растениями гороха препаратом Гуматом Калия жидким (торфяным) составило к контролю – 6,8 г (11,1%), а в варианте опыта при комплексном применении препаратов (Гумат Калия жидкий (торфяной)+Титул Дуо, ККР) - 9,5 г или 15,4% (табл. 2).

Таблица 2

Влияние совместного применения препаратов Гумата Калия жидкого (торфяного) и фунгицида Титул Дуо, ККР на урожайность гороха Фараон при внекорневой обработке растений

Варианты опыта	Урожайность т/га				Прибавка к контролю	
	2017	2018	2019	Средняя	т/га	
					т/га	%
Контроль – необработанные растения	3,34	1,89	2,13	2,45	-	-
Гумат Калия жидкий (торфяной)-600 мл/га-обработка растений	3,50	2,04	2,32	2,62	0,17	6,9
Гумат Калия жидкий (торфяной)-600 мл/га +Титул Дуо, ККР-0,35 л/га	3,62	2,12	2,35	2,70	0,25	10,2
НСР ₀₅	0,10	0,11	0,08	-	-	-

Применение препарата Гумата Калия жидкого (торфяного) в дозе– 600 мл/га на растениях в фазу бутонизации – начало цветения повышает урожайность гороха по

сравнению с необработанными растениями контрольного варианта – на 0,17 т/га или 6,9%. При добавлении к Гумату Калия жидкому (торфяному) фунгицида Титул Дуо, ККР-0,35 л/га, превышение урожайности над контролем, в данном варианте составило 0,25 т/га или 10,2 %.

Определение структурного анализа обработанных растений, с применением препаратов Гумата Калия жидкого (торфяного) одного и при добавлении фунгицида Титул Дуо, ККР, свидетельствует об увеличении количества бобов (в среднем с одного растения) к контролю на 20,0%, семян – на 5,4-9,2%, массы семян – на 6,5-10,5%. Масса 1000 семян превышала контроль – на 1,0-1,2% (табл. 3).

Таблица 3

Влияние совместного применения препаратов Гумата Калия жидкого (торфяного) и фунгицида Титул Дуо, ККР на элементы продуктивности гороха Фараон при внекорневой обработке растений, среднее за 2017-2019 гг.

Варианты опыта	Количество бобов в с растения, шт.	Количество семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
Контроль - необработанные растения	5,0	18,4	3,99	216,8
Гумат Калия жидкий (торфяной)-600 мл/га-обработка растений	6,0	19,4	4,25	219,0
Гумат Калия жидкий (торфяной)-600 мл/га +Титул Дуо, ККР-0,35 л/га, обработка растений.	6,0	20,1	4,41	219,4

Таким образом, установлено, что совместное применение гуминового препарата Гумата Калия жидкого (торфяного) и фунгицида Титул Дуо, ККР при внекорневой подкормке растений гороха, является эффективным приёмом увеличения элементов продуктивности растений и урожайности гороха.

Выводы

1. Применение на растениях гороха сорта Фараон в фазу бутонизации-начало цветения, препарата Гумата Калия жидкого (торфяного) в дозе-600 мл/га (одного) и совместно с фунгицидом Титул Дуо, ККР-0,35 л/га увеличивает зелёную массу растений на 8,2-13,9%, сухую массу растений – 11,1-15,4%.

2. Обработка растений одним препаратом Гуматом Калия жидким (торфяным), повышает урожайность гороха Фараон, по сравнению с контрольным вариантом, в среднем за 2017-2019 гг. на 0,17 т/га (6,9%). При добавлении к препарату Гумату Калия жидкому (торфяному) фунгицида Титул Дуо, ККР урожайность гороха превышала контроль на 0,25 т/га или 10,2%. У обработанных растений отмечено увеличение количества бобов, семян (в среднем с одного растения) на 5,4-20%, массы семян с растения на 6,5-10,5%, масса 1000 семян превышала контроль на 1,0-1,2%.

Литература

- Путинцев А.Ф., Платонова Н.А., Ерохин А.И., Кирсанова Е.В., Цуканова З.Р., Борзёнок Г.А., Офицерова О.А., Казьмин В.М. Технология предпосевной обработки семян и посевов зерновых, зернобобовых и крупяных культур биологически активными препаратами. // Методические рекомендации – Изд.: Орел. ООО ПФ «Картуш». – 2005. – 18 с.
- Национальный стандарт Российской Федерации. Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия. Изд. Москва. Стандартинформ, 2005. – С. 1-19.
- Озерецковская О.Л. Индуцирование устойчивости растений // Аграрная Россия. Научно-производственный бюллетень. – 1999. – № 1(2). – С.4.
- Ерохин А.И., Цуканова З.Р. Снижение дозы фунгицида Скарлет, МЭ при обработке семян гороха гуминовым препаратом // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1 (33). – С.35-39. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11152
- Ильин Е.А. Гумат Калия жидкий (торфяной). Комплексное органо-минеральное удобрение «ООО Флексом». Изд. – М., – 2005. – 56 с.

6. Ерохин А.И., Зотиков В.И. Улучшение посевных качеств семян и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур на основе применения гуминовых препаратов и защитно-стимулирующих составов: рекомендации. Изд.: Орёл. ФГБНУ ВНИИЗБК. – 2015. – 48 с.
7. Каталог продукции. «АО ЩёлковоАгрохим». – 2018. – С. 174.

References

1. Putintsev A.F., Platonova N.A., Erokhin A.I., Kirsanova E.V., Tsukanova Z.R., Borzenkova G.A., Ofitserova O.A., Kaz'min V.M. Tekhnologiya predposevnoi obrabotki semyan i posevov zernovykh, zernobobovykh i krupyanykh kul'tur biologicheski aktivnymi preparatami. Metodicheskie rekomendatsii [Technology of pre-sowing treatment of seeds and crops of grain, leguminous and cereal crops with biologically active preparations]. *Izd.g. Orel. OOO PF «Kartush»*, 2005, 18 p. (In Russian)
2. Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. Semena sel'skokhozyaistvennykh rastenii. Sortovye i posevnye kachestva. Obshchie tekhnicheskie usloviya [National standard of the Russian Federation. Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing qualities. General specifications]. *Izd. Moskva. Standartinform*, 2005, pp, 1-19. (In Russian)
3. Ozeretskorskaya O.L. Indutsirovanie ustoichivosti rastenii [Induction of plant resistance]. *Agrarnaya Rossiya. Nauchno-proizvodstvennyi byulleten'*. 1999, no. 1(2), p.4. (In Russian)
4. Erokhin A.I., Tsukanova Z.R. Snizhenie dozy fungitsida Skarlet, ME pri obrabotke semyan gorokha guminovym preparatom [Reducing the dose of fungicide Scarlet, ME when treating pea seeds with a humic preparation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 1 (33), pp.35-39. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11152 (In Russian)
5. Il'in E.A. Gumat Kaliya zhidkii (torfyanoi). Kompleksnoe organo-mineral'noe udobrenie «OOO Fleksom» [Potassium humate liquid (peat). Complex organo-mineral fertilizer "OOO Fleksom"]. *Izd. Moscow*, 2005, 56 p. (In Russian)
6. Erokhin A.I., Zotikov V.I. Uluchshenie posevnykh kachestv semyan i povyshenie produktivnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na osnove primeneniya guminovykh preparatov i zashchitno-stimuliruyushchikh sostavov: rekomendatsii [Improving the sowing qualities of seeds and increasing the productivity of agricultural crops through the use of humic preparations and protective-stimulating compounds: recommendations]. *Izd. Orel, FGBNU VNIIZBK*, 2015, 48 p. (In Russian)
7. Katalog produktsii «AO ShchelkovoAgrokhim» [Product catalog of JSC ShchelkovoAgrokhim]. 2018, p.174. (In Russian)

ПОДБОР СОРТОВ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ С ГОРОХОМ ПОСЕВНЫМ НЕМЧИНОВСКИЙ 50

А.В. ГОНЧАРОВ, А.А. ВОЛЬПЕ, А.В. МЕДНОВ, Е.В. КАЛАБАШКИНА, кандидаты
сельскохозяйственных наук

К.А. МАТВЕЕНКО, Л.П. АБРАМКИНА

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

E-mail: agrokokino@yandex.ru

Горох – наиболее известная однолетняя бобовая кормовая культура. При подборе сортов гороха и злаковой культуры для совместных посевов необходимо учитывать длину их вегетационного периода, т.к. несовпадение во времени их биологической зрелости может привести к значительным осложнениям во время уборки, и в том числе, к потере урожая и ухудшению его качества. При конструировании смешанных посевов необходимо экспериментально установить количество растений каждого компонента на единицу площади.

Ключевые слова: горох посевной, овес, яровая пшеница, ячмень, смешанный посев, толерантность.

SELECTION OF VARIETIES OF CEREAL CROPS FOR MIXED SEEDS WITH FIELD PEA NEMCHINOVSKY 50

A.V. Goncharov, A.A. Volpe, A.V. Mednov, E.V. Kalabashkina, K.A. Matveenko,
L.P. Abramkina

FGBNU FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

Abstract: Peas are the most famous annual bean fodder crop. When selecting pea varieties and cereal crops for mixed sowing, it is necessary to take into account the length of their growing season, since the mismatch in time of their biological maturity can lead to significant complications during harvesting, including loss of yield and deterioration of quality. When designing mixed crops, it is necessary to experimentally establish the number of plants of each component per unit area.

Keywords: Peas, oats, spring wheat, barley, mixed sowing, tolerance.

Общая площадь под зернобобовыми культурами (горох, нут, вика, кормовые бобы) по данным за 2019 год составляет 2161,6 млн. га. Доля посевных площадей под зернобобовыми культурами в РФ, в частности под горохом, как основной продовольственной культурой составляет 1249,4 млн. га. В Московской области посевные площади посевного и полевого (пелюшки) гороха составляют 660 тыс. га. Валовый сбор зерна гороха в РФ составляет 2362,4 тыс. тонн, при средней урожайности 19,6 ц/га. Урожайность зерна в Московской области и валовый сбор зерна составляет 12,9 ц/га и 8,4 тыс. тонн соответственно [1].

Доля посевных площадей под зернобобовыми культурами и в частности под горохом является недостаточным для простого воспроизводства растительного белка для нужд населения и животноводства.

В условиях Средней России производство зернобобовых культур позволяет сократить внесение азотных минеральных удобрений под основные культуры севооборота на 15-20%. После их уборки остается 2,3-6,7 т/га корневых и пожнивных остатков, в которых содержатся азот, фосфор и калий. Прибавки урожая зерновых после зернобобовых культур

составляют до 25%. Органический азот снижает загрязнение окружающей среды нитратами. Азотфиксация признана наиболее дешевым и экологически чистым источником азота в земледелии. Для лучшего развития растений в т. ч. и в начальный период рекомендуются обработка семян гороха штаммами *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* 245a, 250a.

Издавна были известны примеры успешного возделывания гороха в смеси с разными культурами (злаковыми, крестоцветными и др.) на кормовые цели и семена. Вопросы производства кормов из таких смесей, решать удается довольно легко, но при получении семян гороха в смесях возникает ряд проблем [2, 3, 4].

Чтобы зернобобовые способствовали биологической интенсификации земледелия, их урожайность должна быть не менее 2,0-2,5 т/га. Практика подтверждает, что при соблюдении комплекса необходимых агротехнических мероприятий и внедрении перспективных технологических приемов такая урожайность реальна и выводит эту группу культур на уровень высокой рентабельности [5, 6].

В настоящее время актуальной задачей остается совместимость сортов на зернофураж злаковых культур (овес, ячмень, яровая пшеница) с зернобобовыми культурами в первую очередь посевной, полевой горох и яровая вика. Селекция новых сортов злаковых и зернобобовых культур, направленная в первую очередь на повышение урожайности зерна, оставляет в стороне создание агроценозов для получения сбалансированных кормов по протеину и незаменимым аминокислотам. Создание устойчивых агроценозов позволяет увеличить сбалансированную кормовую базу для сельскохозяйственных животных. Также создание толерантных горохово – ячменных и других бобово – злаковых смесей позволяет устойчиво заниматься семеноводством зернобобовых культур в Нечерноземной зоне РФ.

При подборе поддерживающих культур и сортов необходимо стремиться к тому, чтобы укосная спелость наступала одновременно у обоих компонентов. Лучше всего это удастся при сочетании гороха с овсом. Горохо-овсяная смесь на зеленый корм в прифермерских севооборотах может служить также покровной культурой для клевера. В получении семян смешанные посевы облегчают механизированную уборку урожая и обеспечивают их высокие посевные качества. При подборе компонентов для смешанного агрофитоценоза необходимо сочетание количества растений каждого компонента на единицу площади для получения оптимальной площади листовой поверхности и не вызывало отрицательного эффекта конкуренции растений за свет, влагу и питательные вещества [7, 8].

Горох, как и другие зернобобовые культуры, в совместных посевах имеют преимущества перед одновидовыми. Смешанные посевы имеют более высокие и устойчивые урожаи, так как потеря урожая у одной культуры восполняется за счет другой.

Азотное питание злакового компонента в такой смеси улучшается за счет гороха или другого бобового компонента смеси. Растения злаковых культур за счет потребления азота усвояемого бобовыми культурами имеют более мощное растение и содержание белка в зерне увеличивается по сравнению с одновидовыми посевами [9].

В задачи исследований входило: выявить реакцию сорта гороха Немчиновский 50 в совместном посеве с овсом, яровой пшеницей и ячменем, оценить качество смесей, определить оптимальное соотношение компонентов.

Материал и методы исследований.

Исследования проводились в 2018 и 2019 году с использованием внесённого в Госреестр селекционных достижений 2019 г. нового сорта гороха Немчиновский 50. Он отличается высокой урожайностью и высоким качеством зеленой массы, технологичностью и во многом превосходит зарубежные аналоги. Немчиновский 50 также превосходит ранее внесенный в реестр сорт посевного гороха Немчиновский 100 как по крупности зерна, так и по урожайности зеленой массы.

Опыт закладывали с нормой высева 1,5 млн. всхожих зерен гороха в чистом виде и в смеси; 3 млн. всхожих зерен злака в смеси и 5 млн. всхожих зерен злака в одновидовом посеве.

В качестве поддерживающих культур высевали только что выведенный скороспелый сорт яровой пшеницы Лиза, овес Залп и ячмень Московский 86.

Опыт закладывали в селекционном севообороте рядом с поселком Соколово Московской области. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая на моренном суглинке. После уборки предшественников в пахотном (0-20 см) слое содержалось: гумуса 1,5-1,7 %, P_2O_5 и K_2O (0,2н HCl по Кирсанову) 160-300 и 130-220 мг/кг соответственно, pH_{KCl} – 5,3-6,7, Нг (по Каппену-Гильковицу) – 0,94-2,62 мг-экв/100 г. Почва хорошо окультуренная, под посев вносились минеральные удобрения NPK в дозе 48 кг д.в. на 1 га. Площадь делянки 10 м² в 4 – х кратной повторности. Посев осуществлялся в конце апреля порционным аппаратом сеялки ССК – 6-10. Система обработки почвы общепринятая для региона.

Фенологические наблюдения, замеры и учеты проводили по Методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (ч. 2,1989) [4, 10]. Уборку проводили при полном созревании растений селекционном комбайном «Хеге – 125».

Годы исследований (2018-2019 гг.) отличались различным уровнем увлажнения и температурного режима с крайне неравномерным по-декадным и по-месячным распределением, что существенным образом сказывалось на величинах урожайности надземной биомассы и зерна.

При сумме осадков 289,4 мм среднесуточная температура воздуха, постепенно нарастала с 9,3-13,8 °C в мае до 15,5-18,2 °C в июне и июле, что, тем не менее, было ниже среднегодовых величин на 3,1-0,4 °C и на 0,1-2,1 °C соответственно по периодам. Величины гидротермического коэффициента по Селянинову (ГТК) при этом также отражали неустойчивый характер увлажнения, изменяясь от 0,88-0,39 во 2-й половине мая до 2,73-5,71 во второй декаде июня и в первой декаде июля месяца. Избыток влаги в почве, особенно в июне – первой декаде июля месяца не оказывал отрицательного влияния на азотфиксацию и способствовал формированию довольно высокой урожайности надземной массы и зерна.

Вегетационные периоды 2018 и особенно – 2019 года отличались проявлением засухливости. Но, если в течение активной вегетации чистых и смешанных посевов зернобобовых культур с участием гороха в 2018 году дефицит осадков первой его половины сопровождался пониженными температурами воздуха, что уменьшало испаряемость и не приводило к заметному снижению накопления биомассы, и не ухудшало условий формирования зерна, то в 2019 году, более выраженный недостаток осадков при существенно более высоких среднесуточных температурах воздуха, как будет показано выше, заметно снижал азотфиксацию, а с ней и величины урожайности надземной массы и зерна.

Метеорологические условия двух лет серьезно отразились на продуктивном стеблестое как зернобобовых, так и злаковых культур, закладке растениями репродуктивных органов. У злаковых культур уменьшилось число продуктивных стеблей и выход зерна с колоса, а у зернобобовых – количество фертильных узлов и завязываемость бобов.

Среднемесячные величины ГТК в течение мая-августа в среднегодовом исчислении постепенно уменьшались от 0,40 -1,69 в мае-июне до 1,64-0,85 в июле-августе. В условиях 2018 года они составляли 0,66-0,87 и 1,99-0,51 соответственно по периодам, а в 2019 году варьировали в диапазоне 1,04-0,76, постепенно уменьшаясь от начала к концу вегетации. В среднем за вегетацию ГТК составляли 1,96, 1,00 и 0,84 соответственно по годам и при норме 1,52.

Характеристика посевного гороха Немчиновский 50 (Патент №10111 от 27.11.2019 г.)

Сорт возделывается в одновидовых и смешанных посевах: на зеленую массу – с овсом или ячменем, на зерно – с белой горчицей. Может быть использован на зерно как парозанимающая культура, в смеси с овсом на сено и зеленое удобрение под посев озимых или яровых культур.

Биологические особенности. Подвид горох посевной (*Pisum sativum* L.) разновидность усатый, с признаком неосыпаемости (циррозум – тенакс). Сорт среднеспелый, с вегетационным периодом 75-85 дней от всходов до созревания бобов. Формирует неполегающий стеблестой при посеве со среднеспелыми сортами овса (Козырь и др.) и ячменя (Раушан и др.). Оптимальная температура для прорастания 13-15⁰С, для налива зерна 18-20⁰С. Сумма активных температур выше 10⁰С-1600-1800⁰С. Морфологические признаки гороха посевного Немчиновский 50 и урожайность в конкурсном сортоиспытании в смеси с овсом Залп приведены в таблице 1, 2.

Таблица 1

Морфологические признаки

№п/п	Показатели	Значение
1	Разновидность	циррозум – тенакс (zirrosum – tenax)
2	Всходы	на 7 – 12 день
3	Окраска листьев	зеленая
4	Окраска цветка	белая
5	Длина боба	Средняя 5,5 – 6,5 см
6	Ширина боба	Средняя 0,6 – 0,8 см
7	Крупность по объему	средний
8	Форма семян	округлая
9	Окраска семенной кожуры	светлая
10	Окраска семядолей	желтая

Стебель средней высоты (80-120 см), зеленой окраски, обладает крупными усами с хорошо развитыми прилистниками, не израстает. Облиственность средняя, число междоузлий 13-16. Цветки крупные на коротких цветоносах. Боб светло – коричневый, слабоизогнутый. Количество семян в бобе 8, реже 10. Семена средней крупности (масса 1000 семян 180-200 г) желтой окраски, рубчик закрыт семяножкой, что обуславливает неосыпаемость семян при растрескивании бобов. Содержание белка в зерне 26-27,5%.

Хозяйственно ценные признаки. Высокоурожайный среднерослый сорт, не израстает. Формирует выровненный стеблестой, неполегающий при посеве со среднеспелыми сортами овса (Козырь и др.) или ячменя (Раушан). Урожайность за годы конкурсного сортоиспытания: семян в смеси с овсом 40,8 ц/га, в т. ч. 22,0 ц/га гороха. Сбор сырого протеина 8 ц/га. Дружное одновременное созревание семян позволяет применять прямое комбайнирование, что облегчает семеноводческую работу.

Сорт устойчив к поражению аскохитозом и фузариозом. Апробационные признаки позволяют легко поддерживать чистоту сорта.

Таблица 2

Урожайность сорта в конкурсном сортоиспытании, 2017-2019 гг.

Показатели	Значение	
	Немчиновский 50	Немчиновский 100
Число лет в выборке, n	3	3
Средняя урожайность, за число (n) лет, ц/га		
зерна: смеси	40,8	36,8
гороха	22,0	21,8
овса	18,8	25,0
зеленой массы: смеси	312,0	298,5
гороха	260,0	241,2

Результаты исследований

Метеорологические условия 2018 года были неблагоприятными для зернобобовых и злаковых культур. После посева в начале мая количество выпавших осадков было на 30% меньше среднееголетних значений, что затормозило рост и развитие растений: у зернобобовых культур в фазу 3-5 настоящих листьев, а у злакового компонента в фазу начало кущения. В дальнейшем недостаток влаги и конкуренция злаковых культур за элементы питания повлияли на их урожайность, как в чистом, так и в смешанном посеве.

В 2019 году метеорологические условия весны не способствовали активному росту и развитию гороха. Майская засуха остановила рост растений в фазу 3-5 настоящих листьев, что в дальнейшем привело к уменьшению зерновой продуктивности посевов и снижению урожайности зеленой массы. Повышенный температурный режим в период цветения и налива зерна серьезно отразился на урожайности зеленой массы, как в одновидовых, так и в смешанных посевах.

В таблице 3 представлены урожайные данные одновидовых посевов гороха и злаковых культур за 2 года. Данные свидетельствуют о том, что за 2 года урожайность посевного гороха Немчиновский 50 была на уровне яровой пшеницы Лиза и составляла в среднем 16,2 ц/га, тогда как у яровой пшеницы Лиза 15,2 ц/га. Только в 2019 году овес Залп выделился по урожайности зерна (35,3 ц/га) по сравнению с ячменем и яровой пшеницей (25,3 и 15,1 ц/га соответственно).

Таблица 3

Урожайность посевного гороха и злаковых культур в одновидовых посевах

Культура, сорт	Одновидовой посев, ц/га		Урожайность зеленой массы, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка в зерне, %
	2018 г	2019 г			
Немчиновский 50	16,5	16,3	180	155,2	27,5
Яр. пшеница Лиза (5 млн. всх. зерен)	15,3	15,1	80	40,6	14,1
Ячмень Московский 86 (5 млн. всх. зерен на 1 га)	22,3	25,3	210	52,3	14,3
Овес Залп (5 млн. всх. зерен на 1 га)	14,8	35,3	255	36,5	12,0

По урожайности зеленой массы значительно ниже всех дала яровая пшеница Лиза на уровне 80 ц/га по сравнению с посевным горохом и злаковыми культурами. Посевной горох Немчиновский 50 (180 ц/га) по урожайности зеленой массы был близок к ячменю (210 ц/га), а овес Залп значительно превосходил посеянные культуры с урожайностью 255 ц/га.

В таблице 4 представлены урожайные данные посевного гороха в смешанном посеве со злаковыми культурами.

Метеорологические условия 2019 года также сопровождались майской засухой, но в дальнейшем в период цветения и образования бобов у гороха и налива зерна у пшеницы влагообеспеченность посевов была на уровне среднееголетних значений с небольшим превышением по температурному режиму. Так урожайность зерна яровой пшеницы Лиза и ячменя составила 25,6 и 24,5 ц/га. Урожайность гороха Немчиновский 50 и овса Залп превышал смешанные посевы с пшеницей и ячменем и составлял 32,6 ц/га.

Выход получаемого зерна в 2019 году значительно отличался от 2018 года. Так наибольшее соотношение бобово – злакового компонента была в варианте с ячменем по данным за 2018 год. За 2019 год в смешанном посеве гороха и ячменя соотношение зерна было практически 50:50. В варианте с овсом соотношение зерна гороха и овса было 1:3 и составило 8 ц/га гороха и 24,6 ц/га овса. В варианте с яровой пшеницей соотношение зерна гороха и пшеницы составила 40:60.

Таблица 4

Урожайность зерна посевного гороха Немчиновский 50 в смеси с сортами злаковых культур

Вариант	Урожай зерна, ц/га						Урожайность зеленой массы, ц/га	
	2018 г			2019 г				
	смеси	в т. ч.		смеси	в т. ч.		гороха	злака
гороха		злака	гороха		злака			
Горох Немчиновский 50 + яр. пшеница Лиза	20,9	18,4	2,5	25,6	15,5	9,1	190	15
Горох Немчиновский 50 + ячмень Московский 86	26,5	22,9	3,6	24,5	11,8	12,7	85	105
Горох Немчиновский 50 + овес Залп	20,1	16,0	4,1	32,6	8	24,6	110	150

Из-за разной продуктивной кустистости злакового компонента в смеси с горохом процентное соотношение бобово – злаковой смеси по зеленой массе значительно различалось. Так наибольшее количество бобового компонента было в варианте с яровой пшеницей 190/15.

В варианте с ячменем и овсом это количество было на уровне 85/105 и 110/150 соответственно. Варианты с ячменем и овсом выглядят предпочтительно по сравнению с яровой пшеницей из-за лучшего соотношения переваримого протеина и клетчатки для откорма животных, и закладки на силос и сенаж.

Заключение

Данные опытов свидетельствуют о том, что смешанные посевы гороха посевного Немчиновский 50 с овсом Залп более урожайные для приготовления концентрированных кормов, а также силоса, сенажа. Получаемая зеленая масса сбалансирована по незаменимым аминокислотам, прежде всего лизину и триптофану, по сравнению со смешанными посевами гороха и злаковых культур. Урожайность зеленой массы в смешанных посевах овса составляет 260 ц/га, что значительно выше смешанных посевов ячменя и яровой пшеницы на 80 и 55 ц/соответственно.

Варианты посева зерновых культур с посевным горохом Немчиновский 50 подходят для ведения семеноводства посевного гороха. Опыт ведения семеноводства с зерновыми культурами является предпочтительным по причине полегания гороха в плохие метеорологические условия года: большого количества осадков и сильного ветра в период цветения и налива зерна, когда посевы гороха полегают. Вариант ведения семеноводства с ячменем Московский 86 является оптимальным из-за лучшего соотношения гороха и злаковых культур в смеси и составляет 2:1.

В среднем за 2 года урожайность зерна в смешанных посевах овса составила 26,3 ц/га, с ячменем 25,0 ц/га и пшеницей 23,2 ц/га. При переработке получаемой смеси зерна на зернофураж лучшим вариантом является посев ячменя с горохом полевым по питательности и балансу незаменимых аминокислот в приготовляемых кормах. Поедаемость, переваримость кормов является лучшим по сравнению с овсом и яровой пшеницей.

Литература

1. Горох. Посевные площади, валовые сборы и урожайность по регионам РФ с 2007 г. по 2019 г. [Электронный ресурс] Режим обращения: <https://ab-centre.ru/dbase/goroh-posevnyie-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-po-regionam-rf-v-2007-2019-gg> (дата обращения 09.01.2020 г.)
2. Дебелый Г.А., Гончаров А.В., Меднов А.В. Толерантность сортов яровой вики к овсу и ячменю. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 6. – С. 60-61.

3. Дебелый Г.А., Меднов А.В., Гончаров А.В., Вольпе А.А., Матвеев К.А. Смешанные посевы гороха со злаковыми – источник ценного растительного белка. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 1 (21). – С. 33-36.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., Колос, – 1985. – 415 с.
5. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России // – М.: Агрорус, – 2004. – 1111 с.
6. Зотиков В.И., Сидоренко В.С. Роль зернобобовых культур в решении проблемы кормового белка и основные направления по увеличению их производства // Материалы Всероссийской научно – практической конференции «Пути повышения эффективности с/х науки». – Орел, – 2003, – С. 413-416.
7. Калинина Н.В. Создание сортов гороха для условий Северо-Востока Нечерноземной зоны Российской Федерации // Научные основы создания моделей агроэкоотипов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России. – Орел: Орелиздат. – 1997. – С. 55-58.
8. Коновалов Н.Ю., Безгодова И.Л., Тяпугин Е.А., Сереброва И.В., Соболева Т.Н., Прядильщикова Е.Н., Коновалова С.С., Калабашкин П.Н., Тяпугин С.Е. Новый сорт гороха полевого Вологодский усатый и перспективный селекционный материал для условий европейского севера РФ. ФГБНУ ВолНИЦ РАН, Вологда. – 2019. – 141 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., – Колос, – 1989, – 249 с.

References

1. Gorokh. Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhainost' po regionam RF s 2007 g. po 2019 g. [Peas. Sown area, gross harvest and yield by regions of the Russian Federation from 2007 to 2019] [Electronic resource] Available at: <https://ab-centre.ru/dbase/goroh-posevnye-ploshchadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-po-regionam-rf-v-2007-2019-gg> (accessed 09.01.2020 г.)
2. Debelyi G.A., Goncharov A.V., Mednov A.V. Tolerantnost' sortov yarovoi viki k ovsu i yachmenyu [Tolerance of spring vetch varieties to oats and barley]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2010, no.6. pp. 60-61. (in Russian)
3. Debelyi G.A., Mednov A.V., Goncharov A.V., Vol'pe A.A., Matveenko K.A. Smeshannyye posevy gorokha so zlakovymi - istochnik tsennogo rastitel'nogo belka [Mixed pea and cereal crops are a source of valuable vegetable protein]. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury*, no.1(21), 2017, Orel, pp. 33 – 36. (in Russian)
4. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experience]. Moscow. *Kolos Publ.*, 1985, 415 p. (in Russian)
5. Zhuchenko A.A. Resursnyi potentsial proizvodstva zerna v Rossii [Resource potential of grain production in Russia]. M.: *Agrorus*, 2004, 1111 p. (in Russian)
6. Zotikov V.I., Sidorenko V.S. [The role of legumes in solving the problem of feed protein and the main directions for increasing their production]. *Materialy Vserossiiskoi nauchno - prakticheskoi konferentsii «Puti povysheniya effektivnosti s.kh nauki»* [Proc. All-Russian Sci. – Pract. conf. "Ways to improve the efficiency of agricultural science."]. Orel, 2003, pp. 413 – 416. (in Russian)
7. Kalinina N.V. Sozdaniye sortov gorokha dlya uslovii severo - vostoka Nechernozemnoi zony Rossiiskoi Federatsii. Nauchnyye osnovy sozdaniya modelei agroekotipov sortov i zonal'nykh tekhnologii vozdel'yvaniya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur dlya razlichnykh regionov Rossii [Creation of pea varieties for the conditions of the northeast of the Non-chernozem zone of the Russian Federation. Scientific basis for creating models of agroecotypes of varieties and zonal technologies for the cultivation of legumes and cereals for various regions of Russia]. Orel: *Orelizdat*, 1997, pp. 55 – 58. (in Russian)
8. Konvalov N.Yu., Bezgodova I.L., Tyapugin E.A., Serebrova I.V., Sobleva T.N., Pryadil'shchikova E.N., Konvalova S.S., Kalabashkin P.N., Tyapugin S.E. Novyi sort gorokha polevogo «Vologodskii usatyi» i perspektivnyi selektsionnyi material dlya uslovii evropeiskogo severa RF [A new variety of field peas “Vologda leafless” and promising breeding material for the conditions of the European north of the Russian Federation]. *FGBNU VolNTs RAN*, Vologda, 2019, p. 141. (in Russian)
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodology of state variety testing of crops]. Moscow, *Kolos*, 1989, 249 p. (in Russian)

ПРОДУКТИВНОСТЬ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ В РАЗНЫЕ СРОКИ ПОСЕВА

Н.И. БУЯНКИН, доктор сельскохозяйственных наук
А.Г. КРАСНОПЁРОВ, доктор сельскохозяйственных наук

КАЛИНИНГРАДСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
КОРМОПРОИЗВОДСТВА И АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА»

Включение в состав смешанных посевов растений с разными темпами линейного роста дает возможность создавать многоярусные посевы: в наших опытах нижний ярус занимали люпин и пайза, верхний ярус – бобы, вика и горох. Такое размещение растений дает возможность посевам более рационально использовать энергию солнечного света и препятствовать испарению влаги из почвы.

Установлено, что высоким содержанием общего азота и сырого протеина (2,77-3,47 и 16,41-18,41%) отличались бобово-злаковые смеси летнего посева, что было обусловлено активизацией симбиотической азотфиксации в благоприятный период при оптимальных показателях температуры и влажности. В среднем содержание в зеленой массе анализируемых показателей на вариантах с летним посевом было максимальным и варьировало по содержанию сахара в зеленой массе от 4,9 до 6,32%, по содержанию жира – от 1,28 до 1,45% в зависимости от нормы высева и состава смешанных посевов бобово-злаковых культур.

Максимальную урожайность сухой массы 27,8 ц/га и сбор протеина 881 кг/га обеспечили летние посевы в четвертом варианте в сочетании с узколиственным люпином, кормовыми бобами, викой яровой, горохом кормовым и пайзой. Минимальные результаты были получены в весенний период посева в смеси люпина узколистного с пайзой – 24,1 ц/га и 523 кг/га соответственно. Сбор протеина с единицы площади в опыте также увеличивался в среднем в 1,5 раза на вариантах летнего посева по сравнению с вариантами весеннего посева.

Оценка качества урожая зеленой массы посевов бобово-злаковых культур по выходу протеина и кормопротеиновых единиц (КПЕ) с 1 га показала, что на вариантах летнего посева сбор протеина был выше в первом варианте на 55,8%, во втором варианте на 38,2%, в третьем – на 36,9% и в четвертом на 41,2%. Максимальный сбор протеина 88,1 ц/га и кормопротеиновых единиц (КПЕ) 38,7 тыс. ед./га получен в летнем смешанном посеве люпина узколистного, кормовых бобов, вики яровой, гороха кормового и пайзы.

Ключевые слова: бобово-злаковые культуры, смешанные посевы, весенний посев, летний посев, зеленый высокобелковый корм, плодородие почвы, урожайность сухой массы, сбалансированный агроландшафт.

EFFICIENCY OF BEAN AND CEREAL MIXES IN DIFFERENT TERMS OF SOWING

N.I. Buyankin, A.G. Krasnoperov

KALININGRAD RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE - A BRANCH OF THE
FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND
AGROECOLOGY

Abstract: *The inclusion of plants with different rates of linear growth in the mixed crops makes it possible to create multi-tier crops: in our experiments the lower tier occupied lupine and payza, the upper tier – beans, vica and peas. This placement of plants allows crops to use the energy of sunlight more rationally and prevent moisture from evaporating from the soil.*

A high content of total nitrogen and crude protein (2.77-3.47 and 16.41-18.41%) was found to differ in the bean-cereal mixtures of summer seeding, which was due to the activation of symbiotic nitrogen fixation during a favorable period with optimal temperature and humidity. On average, the content of analyzed indices in green mass on variants with summer sowing was maximum and varied in sugar content in green mass from 4.9 to 6.32%, in fat content – from 1.28 to 1.45% depending on the sowing rate and composition of mixed crops of leguminous crops.

The maximum yield of the dry mass of 27.8 c/ha and protein collection of 881 kg/ha provided summer crops in the fourth version in combination with narrow-leaf lupine, fodder beans, spring vika, fodder peas and payza. Minimal results were obtained during the spring period of sowing in a mixture of lupine narrow-leaf with payza. – 24.1 c/ha and 523 kg/ha, respectively. Protein collection from the unit area in the experiment also increased by an average of 1.5 times on summer sowing variants compared to spring sowing variants.

The assessment of the quality of the crop of the green mass of legume crops by the yield of protein and fodder protein units (FPU) from 1 ha showed that on the variants of summer sowing the protein harvest was higher in the first variant by 55.8%, in the second variant by 38.2%, in the third - by 36.9% and in the fourth version by 41.2%. The maximum protein collection of 88.1 c/ha and fodder protein units (FPU) 38.7 thousand units/ha is obtained in the summer mixed crop of lupine of narrow-leaf, fodder beans, egg vica, fodder peas and payza.

Keywords: bean-cereal crops, mixed crops, spring sowing, summer sowing, green high-protein fodder, soil fertility, dry mass yield, balanced agro landscape.

В большей части Российской Федерации в зерносеющих районах вторая половина вегетационного периода (июль-август), является более благоприятной в отношении осадков и температуры, и к октябрю летние посевы способны сформировать до 60-80 т надземной зеленой массы. Запаханная в этом случае зеленая масса будет способствовать увеличению мобильной части свежего органического вещества в почве и снижению ее деградации [1, 2].

С 1993 года по настоящее время в условиях Калининградской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой среднеокультуренной почве проводятся исследования по сравнительному изучению летних и весенних посевов однолетних культур длинного дня [3]. В последние годы в полевых опытах изучаются различные смеси в сочетании люпина, кормовых бобов, вики яровой и озимой, пайзы. Полученные многолетние данные по урожайности зелёной массы подтверждают эффективность летних посевов в условиях Калининградской области. Тем не менее, многие вопросы, касающиеся агротехники пока остаются открытыми. Работа по получению сбалансированного по питательности зеленого корма и сидерации средообразующих культур в позднеосенний период, весьма актуальна и имеет также большое экологическое значения для сохранения и повышения плодородия почв Калининградской области. Поэтому такие исследования являются перспективными и требуют тщательного изучения [4].

Условия и методы исследования

Изучение продуктивности зернобобовых смесей проводили в 2018-2019 гг. на опытном поле Калининградского НИИСХ (пос. Славянское Полесского района Калининградской области).

Почва опытного поля характеризуется как среднеокультуренная, дерново-слабоподзолистая, по механическому составу среднесуглинистая на моренном суглинке, слабоглееватая, среднемощная, остаточно-карбонатная с низким содержанием гумуса (1,9-2,1). Реакция почвенного раствора слабокислая (рН 5,1-5,3). Содержание подвижных форм фосфора и калия в течение лет исследований изменялось незначительно, почва обеспечена фосфором (20,5-22,2 мг/г) и калием (25,0-29,5 мг/г) на 100 г почвы. Семена в опытах были протравлены. Чистые и смешанные посевы бобовых и зерновых культур возделывали по общепринятой технологии без применения средств защиты растений и минеральных удобрений. Предшественник – озимая тритикале. Фон удобрений – нулевой. В полевых опытах изучались следующие культуры: пайза (сорт Красава), люпин узколистый (сорт

Витязь), кормовые бобы (сорт Янтарные), вика яровая (сорт Юбилейная 110), горох кормовой (пелюшка сорт Зарянка) в разном соотношении (табл. 1).

Таблица 1

Сроки и нормы высева бобово-злаковых культур в смешанном посеве в полевом опыте, 2018-2019 гг.

Вариант опыта/ срок посева	Весенний, 16.04			Летний, 07.07	
	Наименование культур в смешанном посеве	Норма высева, млн. шт. всх. семян	Полевая всхожесть, %	Норма высева, млн. шт. всх. семян	Полевая всхожесть, %
1	Люпин (1,5)+ горох (0,3) + бобы (0,3) + вика (0,1)	2,2	96	2,2	95
2	Люпин (1,5)+ горох (0,3)+ бобы (0,3)+ вика (0,1) +пайза (2,0)	4,2	96	3,2*	95
3	Люпин (1,5)+ пайза (2,0)	3,5	96	2,5	95
4	Люпин (1,5)+ горох (0,3)+ бобы (0,3)+ вика (0,1) +пайза (2,0)	4,2	96	3,2	95

* Норма высева пайзы Красава снижена в летнем посеве до 1 млн шт. всх. семян на 1 га

Общая площадь делянки – 900 м². Учётная площадь – 100 м². Повторность – 3-кратная. Вариантов – 4. Число делянок – 12. Общая площадь под опытом – 10800 м². В опыте проводились фенологические наблюдения за прохождением фаз развития растений весеннего и летнего посевов. Прополка опытных делянок проводилась вручную, без применения гербицидов. Уборка и учет урожая проводилась путем скашивания зеленой массы и взвешивания учетной площади. Учет зеленой массы с делянок весеннего посева проводился 15 июля, с делянок летнего посева – 05 октября 2019 года.

В исследованиях сочетали микробиологические, биохимические и агрохимические методы [5]. Анализ почвенных образцов проводили по следующим методикам: рН_к определяли потенциометрически, обменный калий и подвижные фосфаты – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011), гумус – по Тюрину, гидролитическую кислотность – по Каппену, степень насыщенности основаниями – расчетным методом, обменный алюминий – по Соколову. Определение микробиологической активности почвы проводили в лаборатории кафедры Агроэкологии почв Калининградского ГТУ под руководством Бедарева О.М.

Все анализы выполнены в 4-кратной повторности. Статистическая обработка данных проведена в Excel по стандартным и рекомендованным методам.

Полученные данные обработаны статистически и представлены в виде средних арифметических значений за вегетационный период по каждому варианту севооборота.

Результаты и обсуждения

На основании проведенных исследований выяснилось, что включение в состав смешанных посевов растений с разными темпами линейного роста дает возможность создавать многоярусные посевы: в наших опытах нижний ярус занимали компоненты люпин и пайза, верхний ярус – бобы, вика и горох [6]. Такое размещение растений дает возможность посевам более рационально использовать энергию солнечного света и препятствовать испарению влаги из почвы. Следует отметить, что в период уборки на зелёный корм высота доминирующей культуры – кормовых бобов при летнем посеве достигала 164 см, значительно отличаясь от высоты кормовых бобов при весеннем посеве, достигая высоты 94 см. Высота растений остальных растений в смешанном посеве по всем вариантам опыта при летнем сроке посева также отличалась существенно от высоты этих же растений в весенние сроки посева. Наименьшая высота в опыте наблюдалась при весеннем сроке высева люпина (51,8 см) в смеси с пайзой (71,3 см).

Одним из ведущих факторов в проблеме повышения урожайности растений является установление оптимальных размеров площади листьев в посевах, которая образуется в соответствии с условиями внешней среды. Площадь листовой поверхности в смешанных посевах была на сравнительно высоком уровне, причем наибольшая площадь наблюдалась в кормосмеси во втором варианте (78,9 тыс. м²/га) и четвертом (91,7 тыс. м²/га) при летнем сроке посева (табл. 2).

Таблица 2

Площадь листовой поверхности по вариантам опыта, тыс. м²/га

Вариант	Сочетание культур	Листовая поверхность, тыс. м ² /га	
		Весенний посев	Летний посев
1	Люпин + горох + бобы + вика	38,9	61,2
2	Люпин + горох + бобы + вика + пайза	43,5	78,9
3	Люпин + пайза	31,3	52,1
4	Люпин + горох + бобы + вика + пайза	46,4	91,7

Наименьшая площадь листовой поверхности наблюдалась в сочетании люпина с пайзой и составила 31,3 тыс. м²/га.

Питательность и качество зеленого корма нельзя выразить каким-либо одним показателем. Эта оценка должна складываться из следующих данных: химического состава корма и его калорийности; перевариваемости питательных веществ; общей (энергетической) питательности; протеиновой, аминокислотной, минеральной и витаминной питательности.

Установлено, что высоким содержанием общего азота и сырого протеина (2,77-3,47 и 16,41-18,41%) отличались бобово-злаковые смеси летнего посева, что было обусловлено активизацией симбиотической азотфиксации в благоприятный период при оптимальных показателях температуры и влажности.

В среднем, содержание в зеленой массе анализируемых показателей на вариантах с летним посевом было максимальным и варьировало по содержанию сахара в зеленой массе от 4,9 до 6,32%, по содержанию жира – от 1,28 до 1,45% в зависимости от нормы высева и состава смешанных посевов бобово-злаковых культур (табл. 3).

Таблица 3

Биохимический состав зеленой массы смешанных весенне-летних посевов бобово-злаковых культур, 2018-2019 гг.

Вариант / Срок посева		Содержание в зеленой массе, %					
		общего азота	фосфора	калия	протеина	сахара	жира
1	Весенний	1,90	0,263	3,73	12,25	4,4	1,21
2		2,00	0,266	5,45	13,44	4,5	1,22
3		1,98	0,248	3,01	12,10	4,0	1,20
4		2,59	0,315	5,12	15,94	4,8	1,23
1	Летний	2,96	0,348	6,23	16,95	5,4	1,34
2		3,35	0,373	6,53	17,63	5,7	1,35
3		2,77	0,325	6,06	16,41	4,9	1,28
4		3,47	0,395	6,77	18,41	6,2	1,45

Максимальную урожайность сухой массы 28,7 ц/га и сбор протеина 88,1 кг/га обеспечили летние посевы в четвертом варианте. Минимальные результаты были получены в весенний период посева на третьем варианте опыта – 24,1 ц/га и 523 кг/га соответственно (табл. 4).

Сбор протеина с единицы площади в опыте также увеличивался в среднем в 1,5 раза на вариантах летнего посева по сравнению с вариантами весеннего сева.

Таблица 4

Урожайность и кормовая ценность сухой массы бобовозлаковых культур в смешанных весенне-летних посевах, 2018-2019 гг.

Срок посева / Вариант		Урожайность сухой массы, ц/га	Выход кормовых единиц, тыс.ед./га	Выход протеина, кг/га	Сбор переваримого протеина, кг/га	Сбор КПЕ, тыс. ед./га
1	Весенний	24,9	6,65	461	324	21,5
2		25,0	6,7	629	441	25,4
3		24,1	5,56	523	366	21,1
4		25,3	7,1	683	478	27,4
1	Летний	28,2	7,9	752	547	33,5
2		27,7	8,7	773	595	35,1
3		26,8	7,3	708	533	28,9
4		28,7	9,9	881	637	38,7
НСР ₀₅		1,3				

Оценка качества урожая зеленой массы посевов бобово-злаковых культур по выходу протеина и кормопротеиновых единиц (КПЕ) с 1 га показала, что на вариантах летнего посева сбор протеина был выше в первом варианте на 55,8%, во втором варианте на 38,2%, в третьем – на 36,9% и в четвертом на 41,2%.

Максимальный сбор протеина 881 кг/га и кормопротеиновых единиц (КПЕ) 38,7 тыс. ед./га получен в летнем смешанном посеве люпина узколистного, кормовых бобов, вики яровой, гороха кормового и пайзы.

Несмотря на положительные результаты, полученные в многочисленных исследованиях, летним посевам однолетних культур до сих пор не отведено достойное место в сельскохозяйственном производстве.

Зачастую летние посевы однолетних культур используют в производстве как «страховые» при массовой гибели весенних посевов, неудовлетворительном их развитии из-за отсутствия осадков, других причин.

В лучшем случае им отводят второстепенное значение и рекомендуют использовать как поукосные, пожнивные, почвопокровные или другие посевы [7].

В условиях Калининградской области, благоприятной по увлажнению, летние посевы однолетних культур можно практиковать после уборки рано убираемых озимых культур (рапс, ячмень) или после уборки озимых и яровых на зелёный корм. Здесь для этих целей лучше всего подходят зернобобовые смеси с узколистным люпином, которые без внесения удобрений позволяют в осенний период получать зелёную массу в размере от 50 до 70 т/га, а вместе с корневыми остатками – до 60-80 т/га. Если часть зелёной массы заделывать в почву, это будет способствовать увеличению мобильной части свежего органического вещества в почве. Ведь основная опасность от деятельности человека на Земле кроется не в масштабах снижения общего гумуса в почве (за исключением потерь от эрозии), а в том, что при недостаточном поступлении в почву источников гумуса (послеуборочных остатков, сидератов, органических удобрений) снижается содержание в ней наиболее мобильной части органического вещества, которая определяет жизнь почвы, её важнейшие агрономические свойства и эффективное плодородие.

Использование летних смешанных посевов позволяет получать стабильно высокие урожаи зелёной массы с единицы площади, обеспечивая экономическую эффективность и экологическую безопасность производства зеленых кормов с высоким содержанием белка.

Заключение

В результате проведенных исследований выяснено, что включение в состав смешанных посевов растений с разными темпами линейного роста дает возможность создавать

многоярусные посевы: в наших опытах нижний ярус занимали компоненты люпин и пайза, верхний ярус – бобы, вика и горох. Такое размещение растений дает возможность посевам более рационально использовать энергию солнечного света и препятствовать испарению влаги из почвы.

Выявлено, что площадь листовой поверхности в смешанных посевах была на сравнительно высоком уровне, причем наибольшая площадь наблюдалась в кормосмеси при летнем сроке посева во втором варианте (78,9 тыс. м²/га) и четвертом – (91,7 тыс. м²/га) в сочетании с узколиственным люпином, кормовыми бобами, викой яровой, горохом кормовым и пайзой. Наименьшая площадь листовой поверхности наблюдалась в сочетании люпина с пайзой и составила 31,3 тыс. м²/га.

Установлено, что высоким содержанием общего азота и сырого протеина (2,77-3,47 и 16,41-18,41%) отличались бобово-злаковые смеси летнего посева, что было обусловлено активизацией симбиотической азотфиксации в благоприятный период при оптимальных показателях температуры и влажности.

В среднем содержание в зеленой массе анализируемых показателей на вариантах с летним посевом было максимальным и варьировало по содержанию сахара в зеленой массе от 4,9 до 6,32%, по содержанию жира - от 1,28 до 1,45% в зависимости от нормы высева и состава смешанных посевов бобово-злаковых культур.

Максимальную урожайность сухой массы 27,8 ц/га и сбор протеина 881 кг/га обеспечили летние посевы в четвертом варианте. Минимальные результаты были получены в весенний период посева на третьем варианте опыта – 24,1 ц/га и 523 кг/га соответственно. Сбор протеина с единицы площади в опыте также увеличивался в среднем в 1,5 раза на вариантах летнего посева по сравнению с вариантами весеннего сева.

Оценка качества урожая зеленой массы посевов бобово-злаковых культур по выходу протеина и кормопротеиновых единиц с 1 га показала, что на вариантах летнего посева сбор протеина был выше в первом варианте на 55,8%, во втором варианте на 38,2%, в третьем – на 36,9% и в четвертом на 41,2 %. Максимальный сбор протеина 88,1 ц/га и кормопротеиновых единиц 38,7 тыс. ед./га получен в летнем смешанном посеве люпина узколистного, кормовых бобов, вики яровой, гороха кормового и пайзы.

В условиях Калининградской области, благоприятных по увлажнению, летние посевы однолетних культур рекомендуется применять в севооборотах после уборки рано убираемых озимых культур (рапс, ячмень) или после уборки озимых и яровых на зелёный корм.

Литература

1. Бенц В. А. Смешанные посевы в полевом кормопроизводстве Западной Сибири // РАСХН. Сибирское отделение. СибНИИ кормов. – Новосибирск, – 1999. – 72 с.
2. Звягинцев Д. Г., Бабьева, И. П., Зенова Г. М. Биология почвы. – М.: Изд-во МГУ, – 2005. – 445 с.
3. Красноперов А.Г., Буянкин Н.И. Весенне-летние смешанные посевы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2 (30). – С. 144-154.
4. Кононов А. С., Шкотова О.Н. Влияние форм азотных удобрений на одновидовые и смешанные бобово-злаковые агроценозы // Вестник Брянского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 157-161.
5. Москалева В.Л., Мельникова О.В. Агроэкологическая роль однолетних бобово-злаковых фитоценозов в системе биологизации земледелия // Проблемы агрохимии и экологии – № 2. – 2011. – С.42-45
6. Золотарев В.Н., Серегин С.В. Влияние пространственной структуры смешанных агрофитоценозов на семенную продуктивность вики мохнатой // Доклады РАСХН. – 2006. – № 5. – С. 22-24.
7. Персикова Т.Ф., Прохоров В.Н., Цыганов А.Р. Технология формирования высокопродуктивных и устойчивых смешанных посевов на основе оптимизации минерального питания – Горки, – 2010. – 32 с.

References

1. Bents V.A. Smeshannyye posevy v polevom kormoproizvodstve Zapadnoi Sibiri [Mixed crops in field feed production in Western Siberia]. RASKhN. *Sibirskoe otdelenie. SibNII kormov*. Novosibirsk, 1999, 72 p.
2. Zvyagintsev D.G., Bab'eva I.P., Zenova G.M. *Biologiya pochvy* [Soil biology]. Moscow: MGU Publ., 2005, 445 p. (In Russian)
3. Krasnoperov A.G., Buyankin N.I. Vesenne-letnie smeshannyye posevy [Spring-summer mixed crops]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 2 (30), pp. 144-154. (In Russian)

4. Kononov A.S., Shkotova O.N. Vliyanie form azotnykh udobrenii na odnovidovye i smeshannye bobovo-zlakovye agrotsenozy [Influence of forms of nitrogen fertilizers on single-species and mixed legume-cereal agrocenoses] *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 4, pp. 157-161. (In Russian)
5. Moskaleva V.L., Mel'nikova O.V. Agroekologicheskaya rol' odnoletnikh bobovo-zlakovykh fitotsenozov v sisteme biologizatsii zemledeliya [Agroecological role of annual legume-cereal phytocenoses in the system of biologization of agriculture]. *Problemy agrokhimii i ekologii*, no. 2, 2011, pp. 42-45. (In Russian)
6. Zolotarev V.N., Seregin S.V. Vliyanie prostranstvennoi struktury smeshannykh agrofitotsenozov na semennuyu produktivnost' viki mokhnatoi [The influence of the spatial structure of mixed agrophytocenoses on the seed productivity of hairy vetch]. *Doklady RASKhN [Reports of RAAS]*, 2006, no. 5, pp. 22-24. (In Russian)
7. Persikova T. F., Prokhorov V.N., Tsyganov A.R. Tekhnologiya formirovaniya vysokoproduktivnykh i ustoichivnykh smeshannykh posevov na osnove optimizatsii mineral'nogo pitaniya [Technology for the formation of highly productive and sustainable mixed crops based on the optimization of mineral nutrition], *Gorki*, 2010, 32 p. (In Russian)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ НА АДЛЕРСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВИР В 2016–2018 ГГ.

И.В. СЕФЕРОВА, кандидат биологических наук, ORCID.org/0000-0003-3308-9198,
E-mail: i.seferova@vir.nw.ru

И.Н. ПЕРЧУК, кандидат биологических наук, ORCID.org/0000-0001-6568-5248

А.П. БОЙКО*, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID.org/0000-0002-1510-8546

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

* АДЛЕРСКАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ – ФИЛИАЛ ФИЦ ВИГРР ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА

Работа посвящена анализу первичного изучения 437 образцов сои коллекции ВИР, проведенному на Адлерской ОС в 2016-2018 гг. Этот материал ранее не изучался в системе ВИР, что определяет актуальность данной работы. Включенные в набор образцы поступили в коллекцию ВИР до 1998 г. из 42 стран мира и 6 областей России. Оценены признаки: продолжительность периода от всходов до созревания, семенная продуктивность, высота растений, высота расположения нижнего боба, размер и форма листочка, окраска семенной кожуры, масса 1000 семян, содержание белка и масла в семенах. Отмечена значительная межсортная изменчивость изученных образцов практически по всем оцененным признакам, что позволяет выбирать источники для различных направлений селекции. Полная характеристика изученного материала опубликована в 2020 г. в 911-м выпуске «Каталога мировой коллекции ВИР».

Ключевые слова: соя (*Glycine max* (L.) Merr.), коллекция ВИР, изменчивость признаков, семенная продуктивность, содержание белка, содержание масла, период всходы-созревание.

TESTING OF SOYBEANS COLLECTION AT ADLER EXPERIMENTAL STATION OF VIR IN 2016–2018.

I.V. Seferova, orcid.org/0000-0003-3308-9198, E-mail: i.seferova@vir.nw.ru

I.N. Perchuk, orcid.org/0000-0001-6568-5248, E-mail: i.perchuk@vir.nw.ru

A.P. Boyko*, orcid.org/0000-0002-1510-8546, E-mail: aos.vir@mail.ru

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

* ADLER EXPERIMENT STATION OF VIR, BRANCH OF N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN
INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES (VIR)

Abstract: We reviewed 437 soybean accessions of the VIR collection. We tested these accessions at the Black Sea Coast of the Caucasus at Adler experimental station of VIR. These accessions had not been tested earlier at any experiment station of VIR. Accessions of various geographic origins came to the VIR collection before 1998. The work was performed according to VIRs methodological guidelines. We studied accessions by the following characteristics: days to maturation, seed productivity, plant height and lower pod setting height, leaf size and shape, color of seed coat, 1000 seed weight, oil and protein content in seeds. In this material, we revealed a large variability in all characteristics, which allows to select sources for different breeding programs. Full-scale characterization of the material was published in 2020 (Catalogue of the VIR Global Collection. Issue 911).

Keywords: soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), the VIR collection, variability of characters, seed productivity, protein content, oil content, «germination – maturation» period.

Введение

Соя является важнейшей культурой мирового растениеводства. Производство сои в России за последние годы уверенно возрастает. Россия обладает земельными ресурсами для производства сои, сортами, опытом производства и селекции. В 2019 г общие площади под соей в России составляли более 3 млн. га. Прирост составил 3,1% к 2018 г., 51,0% к 2014 г. и 629,6% к 2001 г. [1]. Основное производство сои сосредоточено в Дальневосточном и Центральном федеральных округах, около 12% площадей расположены в Южном, Приволжском, Сибирском и Северо-Кавказском федеральных округах. Небольшие посевы сои имеются в Уральском и Северо-Западном ФО. Наиболее существенный рост, как посевных площадей, так и сбора зерна за последние годы произошел в Центральном ФО [2].

Широкое агроэкологическое разнообразие условий производства сои в нашей стране, а также ее многоцелевое использование требуют адресного подбора материала. Применение культуры в продовольственных, кормовых, технических, медицинских и фармацевтических целях требует создания специализированных сортов с целевыми признаками, затребованными той или иной сферой их применения. В настоящее время селекцией сои в РФ занимается не менее 47 селекционных учреждений, расположенных в разных регионах страны, от ее западных до восточных границ [3]. Коллекция ВИР многие десятилетия обеспечивала селекционеров исходным материалом, происходящим из различных стран мирового производства культуры. Расширение посевов сои в России и заметное их продвижение на север в последние десятилетия усиливает актуальность изучения коллекции ВИР и поиск в ней источников признаков, необходимых селекционерам.

Коллекция сои в ВИР содержит 7400 образцов культурной сои (*Glycine max* (L.) Merr.), происходящих из 72 стран мира. Образцы коллекции проходят первичное изучение на опытных станциях ВИР, а результаты оценки фиксируются в оценочных базах данных и публикуются в каталогах ВИР. Наличие систематизированной информации об образцах коллекции дает возможность осуществлять подбор материала для передачи его в селекционные организации для различных селекционных программ. Самый первый выпуск каталога по культуре сои был опубликован в ВИРе в 1972 г. За период до 2019 г. было опубликовано 19 каталогов, содержащих информацию, более чем о 6000 образцах, что составляет более 80% всего объема коллекции. При этом не охарактеризованной оставалась часть образцов, поступивших в коллекцию в разные годы, что определило необходимость их изучения.

Целью работы было устранение пробелов в оценке коллекционного материала сои, пополнение оценочных баз данных коллекции сои ВИР и выделение источников хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методы исследований

В 2016-2018 гг. в трехлетнем изучении находилось 437 образцов сои, поступивших в ВИР до 1989 г. Работа выполнялась в соответствии с Методическими указаниями ВИР для зерновых бобовых культур [4]. Включенные в исследование образцы, представляют собой сорта (126 шт.) и селекционный материал (311 шт.). По происхождению образцы относятся к 42 странам мира. Кроме зарубежного материала в изучении было 38 селекционных образцов и сортов, созданных в селекционных организациях России.

Полевое изучение проводили на Адлерской опытной станции ВИР, расположенной в Адлерском районе города Сочи на Черноморском побережье Кавказа, на широте 43°26'. Посев образцов сои на Адлерской опытной станции ВИР выполняли в первой декаде мая. Междурядья составляли 70 см, расстояние между растениями – 10 см. Уборку осуществляли по мере созревания образцов. Дозревание самых позднеспелых образцов осуществлялось при досушивании снопов под навесом, что позволяло им завершить формирование семян.

Репродукции, полученные на Адлерской опытной станции, были использованы для описания признаков семян и анализа их биохимического состава. Белок и масло определяли методом спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIR) с помощью анализатора Infratec 1241 Grain Analyzer фирмы Фосс Текатор (Швеция). Калибровочные кривые

стандартизированы фирмой производителем. В соответствии с возможностями анализатора содержание белка и масла было оценено только для образцов, имеющих семена с желтой семенной кожурой. Всего по биохимическим показателям было оценено 147 образцов. При анализе полученных результатов и расчете их связей использовали средние значения полученных за три года показателей. Расчеты выполнялись в программе Excel.

Образцы были оценены по продолжительности периода всходы – созревание, длине главного стебля, высоте прикрепления нижнего боба, размеру и форме среднего листочка тройчатого листа, основной окраске кожуры семени, массе 1000 семян, массе семян с одного растения (семенной продуктивности), содержанию белка и масла в семенах. Группировка образцов по значениям показателей этих признаков выполнялась согласно «Классификатору...» 1990 г. [5].

Результаты изучения опубликованы в 2020 г. в выпуске 911 «Каталога мировой коллекции ВИР» [6].

Результаты

Анализ средних за три года изучения значений признаков, позволил произвести группировку образцов. Основываясь на интервалах значений признаков, рекомендуемых в «Классификаторе...» [5], образцы по каждому признаку были отнесены к группе с очень малым, малым, средним, большим и очень большим его значением.

Период всходы – созревание у изученных образцов составлял от 81-90 до 150 дней и более. К скороспелым отнесены сорта с продолжительностью вегетации от 81 до 110 дней, к среднеспелым – от 111 до 130 дней, к позднеспелым – от 131 до 150 дней и более. Для производства сои в разных регионах РФ и селекции, прежде всего, представляют интерес скороспелые и среднеспелые формы [3, 7].

Больше половины включенных в изучение образцов были позднеспелыми, и из них большая часть относится по происхождению к Южной Корее и Японии. Основная часть скороспелых и среднеспелых образцов по происхождению относятся к Канаде. Самыми скороспелыми, созревающими за 81-90 дней, были два образца: к-6412, Мутант 2 (из Грузии) и к-6473 Амурская 402 (из Амурской области).

Семенная продуктивность (масса семян с одного растения) является главным признаком для оценки сои как зерновой культуры. Значение признака варьировало от очень малого (меньше 6 г с одного растения) до очень большого (более 33 г). Согласно «Классификатору...» [5], как большая, рассматривается продуктивность от 26 г. Такую продуктивность имели 129 образцов, из которых 115 были позднеспелыми и только 13 – скороспелыми и среднеспелыми (табл. 1).

Таблица 1

Число образцов сои с различной продолжительностью периода «всходы – созревание» и семенной продуктивностью (Адлерский район, Сочи, 2016-2018 гг.)

Период «всходы – созревание», дни	Семенная продуктивность, г									Всего
	< 6,0	6,0 – 9,9	10,0 – 13,9	14,0 – 17,9	18,0 – 21,9	22,0 – 25,9	26,0 – 29,9	30,0 – 33,0	> 33,0	
81 – 90	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
91 – 100	-	1	3	7	1	-	-	-	-	12
101 – 110	-	5	4	20	19	7	6	1	1	63
111 – 120	1	10	6	2	2	4	3	1	1	30
121 – 130	3	10	20	11	2	2	1	-	-	49
131 – 140	6	12	13	4	4	2	-	-	-	41
141 – 150	3	11	12	3	3	-	-	1	2	35
>150	-	12	21	28	20	12	19	17	76	205
Всего	13	62	80	75	51	27	29	20	80	437

Среди скороспелых, созревающих за 101-110 дней выявлено 8 высокопродуктивных образцов: к-4551, Горская 147 (из Северной Осетии), к-4935 (из Молдовы), к-8057, 17-1(S), к-8065, 0053(из Канады), к-8749, Yaoshioka Daigyu (из Японии), к-8721, 630-5721-4 (из Канады), к-8659, N 28-83 (из Украины), к-9153 (из Венгрии). Среди среднеспелых – 5 образцов: к-4829, КСХИ 1070, к-8871, 2318 (из Молдовы), к-8571, 0365 (из Канады), к-9150 и к-9152 (из Венгрии) и к-9179, Харьковская 99 (из Украины). Среди 281 позднеспелых образцов, 115 показали высокую продуктивность.

Связь признаков «всходы – созревание» и «семенная продуктивность», оцененная по образцам всех сроков созревания, положительная, но не сильная (коэффициент корреляции $r=0,37$). Если рассматривать только скороспелые и среднеспелые образцы, связь этих признаков отсутствует ($r=0,03$).

Длина главного стебля варьировала от 31-50 см до 1,5 м. Среди 13 высокопродуктивных среднеспелых образцов длина стебля варьировала от 51 до 90 см. Высокорослые и высокопродуктивные образцы все являлись позднеспелыми. Длину стебля больше 150 см имел только один образец (к-5823, полученный из Израиля). Этот образец имеет темную окраску семян и низкую семенную продуктивность, и завивающийся стебель. При расчёте корреляций по всем образцам, видно, что связь семенной продуктивности и длины главного стебля очень слабая ($r=0,31$), а при исключении позднеспелых образцов – практически отсутствует ($r=0,17$).

Высота прикрепления нижнего боба является важным хозяйственным признаком. Для осуществления без потерь механизированной уборки урожая желательно расположение нижнего боба выше 12 см, но практически все изученные образцы не отвечают этому требованию. У скороспелых форм сои боб располагался не выше 6,1-8,0 см, у среднеспелых – 8,1-10,0 см. Выше 12 см первый боб размещался только у одного позднеспелого образца из Алжира.

Признаки «высота прикрепления нижнего боба» и «семенная продуктивность» не были связаны ($r=0,19$).

Величина среднего листочка листьев средней части побега варьировала от мелкой до очень крупной, при этом длина листочков составляла от 5 до 22 см. Мелкие листочки (с длиной до 8 см) наблюдались только у трех образцов, средние (до 11 см) – у 145, крупные (до 14 см) – у 208 и очень крупные (от 14,1 до 22 см) – у 81. Среди 13 среднеспелых продуктивных образцов, листочки крупного размера были у 11, а среднего размера имели только у двух образцов – к-9150 (из Венгрии) и к-8749, Yaoshioka Daigyu (из Японии). У позднеспелых образцов преобладали крупные и очень крупные листочки.

Величина листочка имеет слабую положительную связь с семенной продуктивностью ($r=0,47$), что в значительной степени определяется более высокой продуктивностью позднеспелых образцов с крупными листочками. Среди скороспелых и среднеспелых образцов связь продуктивности и величины листочка практически не выражена ($r=0,17$).

Форма листочка варьировала от копьевидной до яйцевидной. Наиболее узкие, копьевидные листочки были у 11 образцов, яйцевидно-копьевидные у 170, яйцевидные у 246, а широкояйцевидные у 10. Широкояйцевидные листочки встречались только у очень позднеспелых образцов, а остальные варианты – у образцов, созревающих в любые сроки. Явной связи с продуктивностью форма листочка не имела.

Окраска семян важна для сои, как зерновой культуры. Для производственных сортов обычной является желтая семенная кожура. В изученном наборе желтый цвет кожуры семян имеет 73 % образцов и такие семена наблюдаются у большей части образцов, выделившихся по продуктивности. Образцов с зеленой семенной кожурой выявлено 15, с коричневой и с черной – по 28. Из позднеспелых образцов многие имеют темную окраску семян. В более ранние сроки созревают только несколько сортов с цветной семенной кожурой. Это Grignon 3 (из Франции) с зелеными семенами, Добруджанка 708 (из Молдовы) – с коричневым и Natto Noir (из Чехословакии) – с черными.

Масса 1000 семян у разных образцов варьировала от малой (41-70 г) до очень большой, превышающей 250 г (табл. 2). Мелкими считаются семена со значением признака до 130 г. Единственный образец с очень мелкими семенами имел зеленую семенную кожуру и был очень позднеспелым (Morthi, полученный из Пакистана). Два образца имели массу 1000 семян от 71-100 г. Один из них (КСХИ 29 из Молдовы) имел светлые семена и был скороспелым. Среди 14 образцов с массой 1000 семян от 101 до 130 г имелись все варианты по продуктивности семян и срокам созревания.

Среди 147 образцов с семенами средней крупности (от 131 до 190 г) выявлен 31 образец с большой продуктивностью, а из них только 7 образцов созревали до 120 дней: к-4935 и к-8871, 2318 (из Молдовы), к-8065, 0053, к-8659, N 28-83 (из Украины), к-8721, 630-5721-4 (из Канады), к-9150, к-9153 (из Венгрии).

Масса 1000 семян считается большой в интервале от 191 до 250 г. Среди 193 таких образцов один (Амурская 402) созревает за 81-90 дней. Созревают в средние сроки и являются высокопродуктивными четыре образца: Горская 147 из Северной Осетии, к-8057 17-1(S) из Канады, к-4829, КСХИ 1070, из Молдовы и к-9152 из Венгрии.

Таблица 2

**Число образцов сои с различной массой 1000 семян и семенной продуктивностью
(Адлерский район, Сочи, 2016-2018 гг.)**

Масса 1000 семян, г	Продуктивность семян с одного растения, г									Всего
	< 6,0	6,0 – 9,9	10,0 – 13,9	14,0 – 17,9	18,0 – 21,9	22,0 – 25,9	26,0 – 29,9	30,0 – 33,0	> 33,0	
41-70	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
71-100	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2
101 – 130	1	1	3	2	1	1	-	1	4	14
131-160	2	11	8	9	3	1	2	3	5	44
161-190	7	17	23	19	12	4	10	2	9	103
191-220	2	21	32	23	22	8	8	3	16	135
221-250	1	8	8	14	8	5	2	3	9	58
>250	-	3	5	8	5	7	7	8	37	80
Всего	13	62	80	75	51	27	29	20	80	437

Масса 1000 семян больше 250 считается очень большой. Таких образцов в наборе было 80 со всеми вариантами окраски семенной кожуры. Среди них выявлено 52 образца с высокой семенной продуктивностью, из которых 50 являются позднеспелыми. Крупные семена из скороспелых образцов были у сорта Yaoshioka Daigyuu (из Японии), а из среднеспелых - у образца к-8571 (из Канады). Наибольшую крупность семян, достигающую 371-400 г на 1000 семян, имели 6 позднеспелых образцов из Японии и Южной Кореи. Окраска семян у них была коричневая или черная.

Содержание белка и масла в семенах. По этим показателям было изучено 147 образцов со светлыми семенами. Содержание сырого белка варьировало от среднего (35,1-45,0%) до высокого (45,1-50,0%), а масла от низкого (14,1-18,0%) до высокого (22,1-26,0%). С высоким содержанием белка 44 образца относились ко всем группам, выделяемым по срокам созревания и крупности семян. Из 27 образцов с высоким содержанием масла, только один был позднеспелым, а остальные созревали в ранние и средние сроки.

Содержание белка и содержание масла имеют отрицательную связь ($r=-0,40$), что обычно для культуры сои. Имеется явная отрицательная связь содержания масла и продолжительности периода всходы-созревание ($r=-0,59$), указывающая на то, что позднеспелые образцы не накапливали высокое содержание масла. Связь семенной продуктивности с содержанием белка и масла в семенах была не выражена.

Обсуждение

Согласно «Государственному реестру...» [3], Адлерская опытная станция ВИР относится к Северо-Кавказскому региону, в котором расположены значительные производственные площади сои. Благодаря расположению станции на южной границе региона на ней имеются условия для изучения не только скороспелых и среднеспелых, но и позднеспелых образцов, имеющих в коллекции ВИР.

Главной характеристикой сои, как зерновой культуры является семенная продуктивность. При изучении выборки из 437 образцов (из которых 281 были позднеспелыми) показано, что многие позднеспелые сорта имеют высокий потенциал продуктивности. Но учитывая, что для производственного возделывания в РФ могут использоваться только скороспелые и среднеспелые сорта [3, 7], поиск источников высокой продуктивности в позднеспелой группе не может быть рекомендован. Среди образцов со средней продолжительностью вегетации выделено 13 сортов с высокой продуктивностью, которые могут найти селекционное применение. Два самых скороспелых сорта имели в условиях изучения низкую продуктивность, но могут быть востребованы для селекции скороспелых сортов, необходимых для условий средней полосы РФ, а также для оптимизации севооборотов в южных регионах [7, 8].

Формы с семенами среднего размера обычны для зерновых сортов сои. Образцы с крупными семенами, составляющие больше половины изученного материала, могут использоваться для создания сортов овощного направления использования [9]. Среди них имеются варианты разных сроков созревания и окраски семенной кожуры. Особо выделился высокопродуктивный скороспелый сорт Yaoshioka Dairyuu из Японии с крупными семенами. Имеющиеся образцы с мелкими семенами могут быть основой для создания сортов, применяемых для получения проростков, используемых как овощной продукт.

В изучении были образцы со всеми вариантами окраски семенной кожуры. Большая часть образцов характеризуется желтой окраской, оптимальной для сои зернового направления использования. Соя с черной и коричневой окраской семенной кожуры может представлять интерес для получения биологически активных веществ, полезных для здоровья человека [10]. Такие формы в большом количестве представлены среди позднеспелых образцов. Из скороспелых только сорт Добруджанка 708 имел коричневую семенную кожуру, а из среднеспелых – черную сорт Hatto Noir.

Соя является культурой как белкового, так и масличного направлений использования. Среди скороспелых и среднеспелых образцов высокое содержание белка в семенах выявлено несколько образцов с высоким содержанием белка и масла в семенах.

При анализе корреляций показано, что связь признаков семенная продуктивность и продолжительность вегетации, оцененная по образцам всех сроков созревания, положительная, но слабая. Эта связь указывает на более высокую продуктивность самых позднеспелых образцов. При рассмотрении корреляций только по группе скороспелых и среднеспелых образцов эта связь не проявляется. Отсутствие сильных корреляций между семенной продуктивностью и другими характеристиками (длиной главного побега, высотой расположения нижнего боба, массой 1000 семян, размером и формой листочка, содержанием белка и масла в семенах) указывает на возможность создания высокопродуктивных сортов с различными значениями остальных признаков.

Заключение

Изучение 437 образцов сои, выполненное на Адлерской опытной станции ВИР, в отделе генетических ресурсов зерновых бобовых культур ВИР и в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР позволило охарактеризовать материал по основным хозяйственно ценным и биологическим признакам и пополнило оценочные данные коллекции сои ВИР. Проведен анализ зависимости проявления хозяйственно полезных признаков от группы спелости, выделены источники с лучшими значениями признаков. Это дает возможность более эффективно включать эти образцы в научное и селекционное использование.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0002 «Научное обеспечение эффективного использования мирового генофонда зернобобовых культур и их диких родичей из коллекции ВИР»

Литература

1. Посевные площади сои в России. Итоги 2019 года [Электронный ресурс] // Экспертно-аналитический центр агробизнеса. URL: <https://ab-centre.ru/> (дата обращения: 06.07.2020).
2. Где и сколько сои производится в России? [Электронный ресурс] // SoyaNews. 17.04.2020. URL: <http://soyanews.info> (дата обращения: 06.07.2020).
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГНБУ «Росинформагротех». – 2019. – 516 с.
4. Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынец С.В., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Александрова Т.Г., Яньков И.И., Егорова Г.П., Герасимова Т.В., Другова Е.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. – СПб.: ВИР. – 2010. – 142 с.
5. Щелко Л., Седова Т., Корнейчук В., Пастуха Л., Синский Т., Гофирек П., Бареш И., Сегналова Я. Международный классификатор СЭВ рода *Glycine* Willd. – Ленинград. – 1990. – 50 с.
6. Сеферова И.В., Перчук И.Н., Шолухова Т.А., Бойко А.П. Соя: исходный материал для селекции в южных регионах Российской Федерации. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 911. – СПб: ВИР. 2020. – 32 с.
7. Зайцев Н.И., Бочкарёв Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2016. – Вып. 2 (166). – С. 3-11.
8. Лукомец В.М., Кочегура А.В., Зеленцов С.В. Селекционно-генетическое улучшение сои на юге европейской части России (обзор) // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2012. – Вып. 2 (151-152). – С. 207-210.
9. Вишнякова М.А., Булынец С.В., Бурляева М.О., Буравцева Т.В., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР // Овощи России. – 2013. – № 1 (18). – С. 16-25.
10. Xu J., Zhan, M., Liu X., Liu Z., Zhang R., Sun L., Qiu L. Correlation between antioxidation and the content of total phenolics and anthocyanin in black soybean accessions. *Agricultural Sciences in China*. – 2007, Vol. 6, iss. 2, pp. 150-158. DOI: 10.1016/S1671-2927(07)60029-7.

References

1. Posevnye ploshchadi soi v Rossii. Itogi 2019 goda [Sown areas of soybeans in Russia. Results of 2019], Ekspertno-analiticheskij centr agrobiznesa [Expert and analytical center of agricultural business]. Available at: <https://ab-centre.ru/> (in Russ.). (Accessed 06.07.2020).
2. Gde i skolko soi proizvoditsya v Rossii? [Where and how much soybeans are produced in Russia?], SoyaNews. 17.04.2020. Available at: <http://soyanews.info> (in Russ.). (Accessed 06.07.2020).
3. State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol.1 “Plant varieties” (official publication). Moscow: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2019, 516 pp.
4. Vishnyakova M.A., Buravtseva T.V., Bulyntsev S.V., Burlyaeva M.O., Semenova E.V., Seferova I.V., Aleksandrova T.G., Yankov I.I., Egorova G.P., Gerasimova T.V., Drugova E.V. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolneniye, sokhraneniye i izucheniye: metodicheskiye ukazaniya [The VIR global collection of grain legume crop genetic resources: replenishment, conservation and studying: methodological guidelines.]. St. Petersburg: VIR, 2010, 142 pp. (in Russ.)
5. Shchelko L., Sedova T., Korneychuk V., Pastucha L., Sinsky T., Hofirek P., Bares I., Sehnalova J. The international COMECON list of descriptors for the genus *Glycine* Willd. Leningrad, 1990, 50 pp. (in Russ.)
6. Seferova I.V., Perchuk I.N., Sholukhova T.A., Boyko A.P. Soybean: Source material for breeding in the southern regions of the Russian Federation. Catalogue of the VIR global collection; issue 911. St. Petersburg: VIR, 2020, 32 pp. (in Russ.). DOI 10.30901/978-5-907145-17-7.
7. Zaytsev N.I., Bochkaryov N.I., Zelentsov S.V. Prospects and directions for soybean breeding in Russia under implementation conditions of the national strategy of import substitution. *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*, 2016; no 2 (166), pp. 3-11. (in Russ.)
8. Lukomets V.M., Kochegura A.V., Zelentsov S.V. Breeding and genetic improvement of soybean in the south of Russia (review). *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*, 2012; no 2 (151-152), pp. 207-210. (in Russ.)
9. Vishnyakova M.A., Bulyntsev S.V., Burlyaeva M.O., Buravtseva T.V., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V. The initial material for grain legumes breeding in the collection of VIR. *Vegetable crops of Russia*, 2013, no 1 (18), pp. 16-25. (in Russ.)
10. Xu J., Zhan, M., Liu X., Liu Z., Zhang R., Sun L., Qiu L. Correlation between antioxidation and the content of total phenolics and anthocyanin in black soybean accessions. *Agricultural Sciences in China*, 2007, vol. 6, iss. 2, pp. 150-158. DOI: 10.1016/S1671-2927(07)60029-7.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СЕМЯН КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ *GLYCINE MAX* (L.) MERR., ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ И БЕЗ ОРОШЕНИЯ ЮГО-ВОСТОКА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Р.С. ЕРЖЕБАЕВА, кандидат биологических наук, ORCID ID 0000-0003-4585-8505

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

А.И. АБУГАЛИЕВА, доктор биологических наук, ORCID ID 0000-0002-9219-3625

А.В. АГЕЕНКО, доктор PhD, ORCID ID 0000-0003-3829-9629

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

E-mail: raushan_2008@mail.ru

Соя (Glycine max (L.) Merr) важнейшая белково-масличная культура мирового значения. Благодаря уникальному химическому составу ее семян, которые содержат 30-52% полноценного белка, сбалансированного по аминокислотам, 17-27% жира, около 20% углеводов она является культурой многоцелевого использования. Стресс от засухи является основным фактором окружающей среды, лимитирующим урожайность и качество семян сои во всем мире. В данном исследовании изучено качество семян 66 сортов коллекции сои в условиях юго-востока Республики Казахстан на двух контрастных фонах: орошение и без орошения. Установлено, что в условиях юго-востока Казахстана при отсутствии орошения растения коллекционных образцов сои формировали семена с повышенным содержанием протеина (42,4%) по сравнению с опытом на орошении (40,1%) при уровне значимости 0,0000006. Зафиксировано, что при отсутствии орошения растения коллекционных образцов сои формировали семена с пониженным содержанием масла (19,2%) по сравнению с опытом на орошении (19,9%) с уровнем значимости 0,05. Для селекции на качество семян из коллекционных образцов сои выделены источники по содержанию протеина (не менее 40,5%) и масла (не менее 21%) 11 образцов с высокими значениями обоих признаков, 4 образца высокой белковости (не менее 45%) и 5 образцов высокой масличности (не менее 21,5%).

Ключевые слова: соя, коллекция, качество семян, орошение, без орошения, протеин, содержание жира.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SEED QUALITY BETWEEN IRRIGATED AND NON-IRRIGATED TREATMENTS OF THE *GLYCINE MAX* (L.) MERR. CULTIVAR COLLECTION SAMPLES IN CLIMATE OF SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN

R.S. Yerzhebayeva, ORCID ID 0000-0003-4585-8505, raushan_2008@mail.ru, **S.V. Didorenko**,

ORCID ID 0000-0002-2223-0718, svetl_did@mail.ru, **A.I. Abugalieva**, ORCID ID 0000-0002-

9219-3625, kiz_abugalieva@mail.ru, **A.V. Ageyenko**, ORCID ID 0000-0003-3829-9629,

ageenko_viktor@inbox.ru

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

Almalybak village, Republic of Kazakhstan

Abstract: Soybean (*Glycine max* (L.) Merr) is a protein and oil-bearing crop of global importance. Due to the unique chemical composition of its seeds, containing 30-52% of essential proteins, 17-27% of fats, about 20% of carbohydrates, it has a wide array of uses. Drought-induced stress is the main environmental factor limiting the yield and seed quality of soybean worldwide. Current research has studied the seed quality of 66 soybean collection cultivars grown in

southeastern Kazakhstan on two contrasting backgrounds: with irrigation and without irrigation. It was established that in climatic conditions of southeastern Kazakhstan the non-irrigated collection samples produced seeds with higher protein content (42.4%) compared to the irrigated plants (40.1%), with level of significance of 0,0000006; it was also shown that in plants without irrigation the seeds contained less oil (19.2%) compared to the irrigated samples (19.9%), with level of significance of 0.05. Four samples with high protein (no less than 45%), five samples with high oil (no less than 21.5%) and eleven samples with concurrently high protein (no less than 40.5%) and oil (no less than 21%) content were selected as sources for breeding for seed quality.

Keywords: soybean, collection, seed quality, irrigation, non-irrigated, protein, oil content.

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) считается одной из основных масличных культур в мире, обеспечивающей производство растительным белком и маслом хорошего качества [1, 2]. Известно, что абиотические стрессы во время репродуктивных фаз сои (R2-R6) могут снизить количество, жизнеспособность и энергию прорастания семян и изменить их химический состав [3-5]. Засуха является наиболее значимым лимитирующим фактором, снижающим содержание белка в семенах сои [3, 4]. Исследователи отмечают, что качество семян в основном снижается от воздействия засухи на стадии налива семян [4, 5].

В Казахстане соя в основном используется для получения масла и высокопротеинового жмыха, шрота, которые применяются в виде кормов для птиц и животных. Казахстан ежегодно наращивает площади посевов сои (2018 год – 126 тыс. га, 2019 год – 139,5 тыс. га (<https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/>) и намерен довести их к 2021 году до 206 тыс. га, что в 3 раза больше, чем 10 лет назад. Основная доля площадей сои приходится на Алматинскую – 83%, Восточно-Казахстанскую – 9,4% и Костанайскую – 3,9% области. В условиях Алматинской области сою возделывают на орошении, а в Костанайской и Восточно-Казахстанской областях без орошения. Сильно выраженная континентальность климата Казахстана, разные природно-климатические зоны обуславливают повышенные требования к возделываемым сортам. Для указанных зон необходимы сорта сои разных групп спелости, устойчивые к повышенным и пониженным температурам, высокопродуктивные с высоким содержанием белка и жира в семенах. Для развития селекции и создания высокопродуктивных отечественных сортов сои с высоким качеством семян данной культуры необходимо обогащение генофонда, его изучение и выделение источников и доноров хозяйственно ценных признаков.

Изучение влияния такого фактора как недостаточное водообеспечение сои на параметры качества семян и выделение из коллекции сортов, не снижающих качество семян при засухе является актуальным.

Цель данного исследования состояла в том, чтобы охарактеризовать содержание белка и масла семян сои, выращенных в условиях юго-востока Казахстана без орошения и на орошении и выделить из коллекции образцы с высоким качеством семян.

Научная новизна. Впервые в условиях юго-востока РК изучена мировая коллекция сои по качеству зерна в контрастных условиях орошения и засухи. Выделены источники с высоким содержанием протеина и сырого жира как на орошении, так без орошения.

Материал и методика исследований

Материалом исследований служили 66 сортов коллекции сои (*Glycine max* L.) отечественной и зарубежной селекции из 15 стран мира. В коллекцию вошли засухоустойчивые образцы, подобранные по литературным источникам и выписанные из мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова. 80% образцов поступило из U.S. National Plant Germplasm. Изучаемый коллекционный материал в зависимости от созревания при наборе определенного количества положительных температур был разбит на 6 групп спелости (00 – скороспелая, 0 – раннеспелая, I – среднеранняя, II – среднеспелая, III – среднепоздняя, IV – позднеспелая).

Коллекционные сортообразцы сои изучались в течение двух лет (2018-2019 гг.) на двух научных полевых стационарах Казахского НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР)

– орошаемый и не поливной участок (засушник). Делянки при изучении коллекции размером 1 погонный метр, по 25 семян. Посев рендомизированный в трехкратной повторности [6]. Вегетационные поливы на поливном стационаре осуществлялись трижды (в третьей декаде июня, второй декаде июля и второй декаде августа). На засушнике полив не производился.

Анализ содержания протеина проводили методом БИК – спектроскопии на приборе FOSS Infratec 1241, откалиброванном по стандартному методу Къельдаля (ГОСТ 10846-91).

Анализ содержания сырого жира в семенах сои проводили методом БИК – спектроскопии на приборе FOSS Infratec 1241, откалиброванном по стандартному методу Сокслета (ГОСТ 10857-96).

Статистический анализ выполнен с использованием программы *Statistica 10* (Портативная версия). Проведен однофакторный дисперсионный анализ – Analysis of Variance (ANOVA). Для наглядного изображения основных характеристик выборки использован Box Plot – Whiskers.

Среднее значение ($\bar{X}$) и стандартное отклонение (σ) были вычислены с использованием программы Excel.

Результаты исследований

Метеорологические условия периода исследований фиксировались метеостанцией КазНИИЗиР. За вегетационный период сои 2018 года апрель-сентябрь месяцы выпало 330 мм осадков, при средней многолетней 235,7 мм (рисунок 1а). Максимальное количество осадков пришлось на весенний период апрель-май месяцы 2018 года (206,5 мм осадков), что на 88,4 мм превышает уровень среднемноголетних осадков (118,1 мм). Июнь-сентябрь месяцы характеризовались как засушливые, за этот период выпало 123,4 мм осадков (32 мм, 44 мм, 19 мм соответственно).

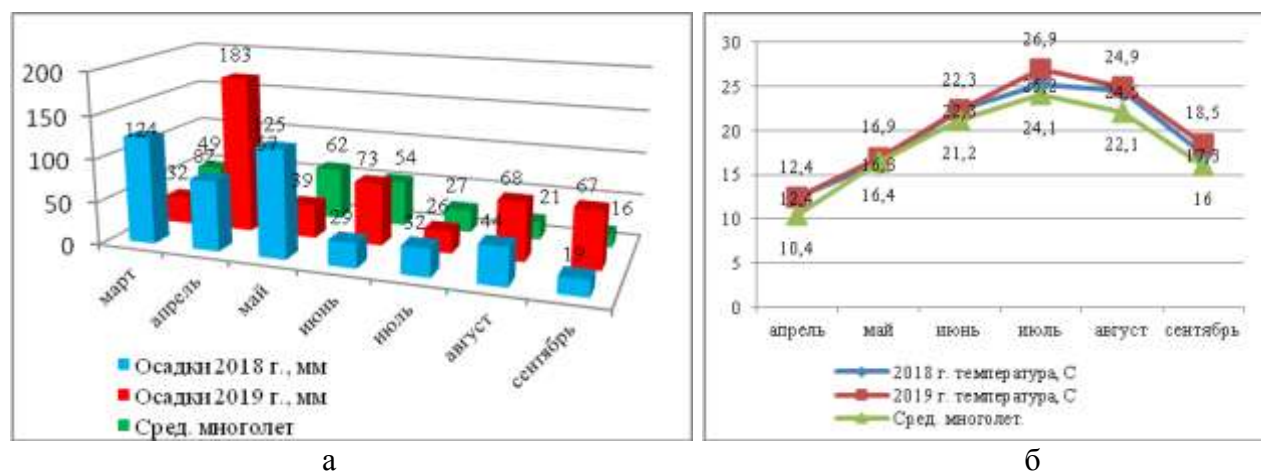


Рис. 1. Гидротермическое обеспечение вегетационного периода сои, 2018-2019 гг.

За вегетационный период сои 2019 года (апрель-сентябрь) выпало 456 мм осадков, при средней многолетней 235,7 мм. Максимальное количество осадков пришлось на весенний период апрель месяц 183 мм. Май месяц был очень засушливым в течение которого выпало всего 39,3 мм осадков, что ниже среднего многолетнего показателя на 22 мм. За летний период июнь-август выпало 166 мм осадков (73 мм, 26 мм, 68 мм соответственно).

По температурному режиму все весенние и летние месяцы 2018-2019 гг. характеризовались положительным температурным балансом, находящимся на уровне средней многолетней (рис. 1 б).

Протеин. Белковость является количественным признаком, для которого характерны полигенное наследование и высокая чувствительность к изменениям условий среды, которые часто превышают влияние генотипа [7]. В условиях благоприятной влажности сорта сои полностью обеспечивают себя биологически фиксированным азотом воздуха и поэтому

могут реализовать свой генетический потенциал – содержание белка в семенах повышается до 48% [8].

В условиях Алматинской области проведена оценка качества семян 66 изучаемых коллекционных образцов сои (6 групп спелости) по содержанию протеина и жира на двух контрастных фонах возделывания (орошение, без орошения). По результатам исследований установлено, что содержание протеина в разных группах спелости сои составило 39,8-44,0% на орошении и 41,8-44,2% без орошения (таблица 1). Отмечено, что среднее значение содержания протеина в семенах сои, выращенных без орошения (42,4%) было выше, чем в семенах сои, выращенных на орошении (40,1%). Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил значимые различия на уровне 0,0000006 (табл. 2). Установлено, что наиболее высокие показатели протеина были зафиксированы у образцов 00 группы спелости и разница между значениями на орошении (44,0%) и без орошения (44,2%) была незначительной. Наиболее значимые различия между значениями по содержанию протеина в семенах сои были отмечены у образцов второй группы спелости (рис. 2). Содержание белка в семенах выращенных на засушлике были выше значений на орошении на 7,3%. Налив семян данной группы приходится на конец июля и начало августа, данный период на юго-востоке РК характеризуется как засушливый.

Таблица 1

Результаты оценки качества семян сои, выращенных в условиях орошения и без орошения, данные 2018-2019 гг. ($\bar{X} \pm \sigma$), %

Наименование	Орошение		Без орошения	
	Протеин	Жир	Протеин	Жир
00 группа спелости				
Соер 345	43,7±1,54	20,2±0,77	43,6±0,09	19,9±0,88
Mapleamber	45,0±1,25	21,1±1,20	44,8±1,13	20,6±0,59
Гармония	42,5±0,34	20,3±0,37	43,7±1,08	20,4±0,16
Красивая мечта	43,9±0,73	20,9±0,25	44,1±1,53	21,1±0,45
Fiskeby 4	43,8±0,01	18,8±0,16	42,2±0,43	20,4±0,54
Gessenska	45,5±0,45	17,7±0,45	46,6±0,16	18,5±0,37
$\bar{X} \pm \sigma$	44,0±1,0	19,8±1,3	44,2±1,3	20,2±0,8
0 группа спелости				
Магева	42,7±2,97	21,1±1,16	43,5±3,44	21,1±2,58
Янтарная	42,1±0,67	21,2±0,46	45,2±0,61	20,4±0,03
Устя	44,7±1,35	21,2±0,22	45,2±1,82	21,5±0,77
Припять	43,7±0,84	21,2±0,11	44,4±1,42	21,2±0,34
Спритна	41,0±1,20	20,0±0,46	43,4±1,70	19,5±1,41
Танаис	41,0±1,10	19,6±1,25	42,9±0,33	20,0±0,28
$\bar{X} \pm \sigma$	42,5±1,4	20,7±0,6	44,1±0,9	20,6±0,7
I группа спелости				
Maplearrow	38,4±0,29	23,2±0,29	40,7±0,95	22,3±0,69
Xinjiang heihe 38	40,5±0,30	21,1±0,50	42,2±0,12	20,7±0,64
Черемош	42,3±0,23	21,6±0,17	44,8±0,25	20,7±0,27
Десна	38,7±0,01	22,6±0,04	41,9±0,28	22,0±1,12
Цзи-ти 4	39,5±0,18	21,3±1,37	42,3±3,04	19,7±2,69
$\bar{X} \pm \sigma$	39,8 ±1,4	21,9±0,8	42,4±1,4	21,1±0,9
II группа спелости				
Память ЮГК	40,1±0,67	21,7±0,14	40,8±0,33	21,2±0,48
Xinjiang D11-252	37,7±0,49	23,0±0,10	41,4±0,09	21,0±0,81

Продолжение табл. 1

Xinjiang D10-130	38,8±0,17	21,2±0,33	43,3±0,61	19,7±0,38
Xinjiang D10-135	39,8±0,44	20,6±0,26	42,4±0,90	20,1±0,75
Вилана	40,5±0,06	21,5±0,02	42,7±0,65	20,9±0,98
Zen	39,4±0,51	22,4±0,37	41,8±1,57	20,5±2,15
Жансая	38,9±0,93	22,3±0,11	41,8±1,49	21,3±0,31
Селекта 302	35,7±1,03	24,8±0,01	38,4±1,68	24,0±1,06
Букурия	36,8±1,60	22,1±0,47	39,6±0,84	21,0±0,28
Гибридная 670	38,0±0,52	23,5±0,00	42,2±1,60	21,8±1,13
Славия	37,4±0,84	22,2±0,54	41,3±1,33	21,8±1,43
Кыэ-шуан	42,8±0,52	19,9±0,00	47,1±1,30	17,9±1,35
Comet	40,3±0,00	21,4±0,09	43,7±3,87	19,2±2,45
Grignon 5	41,7±0,86	19,7±0,03	43,6±0,41	20,2±0,12
Скытнея	41,3±0,01	21,4±0,34	43,2±1,05	21,3±1,31
$\bar{X} \pm \sigma$	39,3±1,9	21,8±1,3	42,2±1,9	20,8±1,3
III группа спелости				
Sponsor	38,1±0,96	22,0±0,76	40,8±1,33	21,0±0,21
Ситора	40,7±0,25	19,3±0,41	43,6±0,90	18,1±0,92
Sousei	42,3±1,99	17,1±2,19	44,3±2,27	15,4±0,60
Nin zhen No. 1	43,5±0,96	18,2±1,44	44,2±1,31	17,4±0,65
Huang ke	39,3±0,35	18,0±0,14	42,4±1,40	17,5±0,66
ZDD00403	39,0±0,35	16,7±1,82	39,3±0,12	18,1±1,22
Jilin No. 10	38,3±1,11	20,7±1,49	39,4±0,25	20,0±1,43
$\bar{X} \pm \sigma$	40,2±1,8	18,7±1,8	41,8±1,9	18,2±1,7
IV группа спелости				
Axagara	39,3±2,62	18,1±4,79	41,0±2,20	17,4±1,35
Колхида 4	38,0±0,10	18,6±0,48	39,8±0,25	18,2±0,23
Nhat 10	40,4±2,15	16,0±0,55	42,1±1,78	14,8±0,11
S-62	42,6±1,16	20,6±3,40	45,7±0,41	18,4±1,13
Gong jiao 6308-1	38,6±1,01	19,6±0,39	41,8±1,54	19,0±0,13
Huang bao zhu	38,9±0,80	18,8±1,81	41,4±3,40	19,5±2,47
DV-254	40,0±1,17	19,6±1,27	39,0±2,78	21,0±2,27
An'da	38,5±0,10	20,1±0,63	41,2±1,38	19,5±0,24
KSHI 713	40,0±1,79	20,5±3,77	41,7±0,24	19,2±1,05
VYTKA 2	40,0±3,42	20,6±2,54	41,7±0,70	17,2±3,23
Wase Eda Mame	36,7±0,28	19,2±1,07	37,5±3,26	20,0±1,15
Kaigen Shirobana	37,1±0,00	20,1±0,71	39,8±0,34	19,8±0,19
Maruba daizu	45,4±6,97	17,3±2,02	57,6±23,86	15,9±1,15
Y-48	37,1±0,80	20,2±1,92	38,9±0,95	20,3±1,77
Shiheigo Kuroheso	38,9±0,04	18,8±0,97	40,4±0,45	19,5±1,30
Mizukuguri	39,5±0,33	18,6±1,92	42,5±1,32	17,7±1,22
5695	37,1±0,06	19,4±0,12	40,6±1,22	16,4±2,47
Hakuchuta	37,9±0,25	18,5±0,61	39,8±1,23	18,0±1,65
7204	38,7±0,44	17,5±0,10	43,3±1,12	16,6±1,09
6575	39,9±1,64	18,3±1,83	41,8±0,57	17,6±0,04
Ichiyo Gawari	40,2±2,34	18,4±3,94	40,6±0,78	16,8±1,25

Окончание табл.1

Kimusume-Sai-I-go	38,7±0,10	17,9±1,57	40,5±0,02	17,9±1,64
Fuji No. 4	39,1±2,00	19,1±3,83	41,4±0,39	18,4±2,52
Kinusume	39,3±1,42	17,2±2,34	41,3±1,28	17,3±0,71
P'ing ting hsiang	39,0±0,91	17,0±0,06	39,7±1,26	17,0±1,92
Tun san bai can ker	39,7±1,00	16,4±1,10	45,3±5,08	15,0±2,37
Hakka zashi	39,2±0,02	19,0±0,00	41,6±0,86	17,6±2,81
Pulaska Zolta Wczesna	41,1±1,91	15,7±1,14	43,4±1,57	15,7±0,51
Qing da dou	40,4±3,28	18,9±2,75	43,6±0,22	18,0±0,64
$\bar{X} \pm \sigma$	39,4±1,7	18,6±1,3	41,9±3,4	17,9±1,5
Среднее значение	40,1	19,9	42,4	19,2

Таблица 2

Однофакторный дисперсионный анализ

Признак	Средний квадрат (<i>MS эффект</i>)	Степени свободы (df)	F - критерий	P - уровень
Протеин	172,35	1	27,38	0,0000006
Масло	14,04	1	3,7	0,05

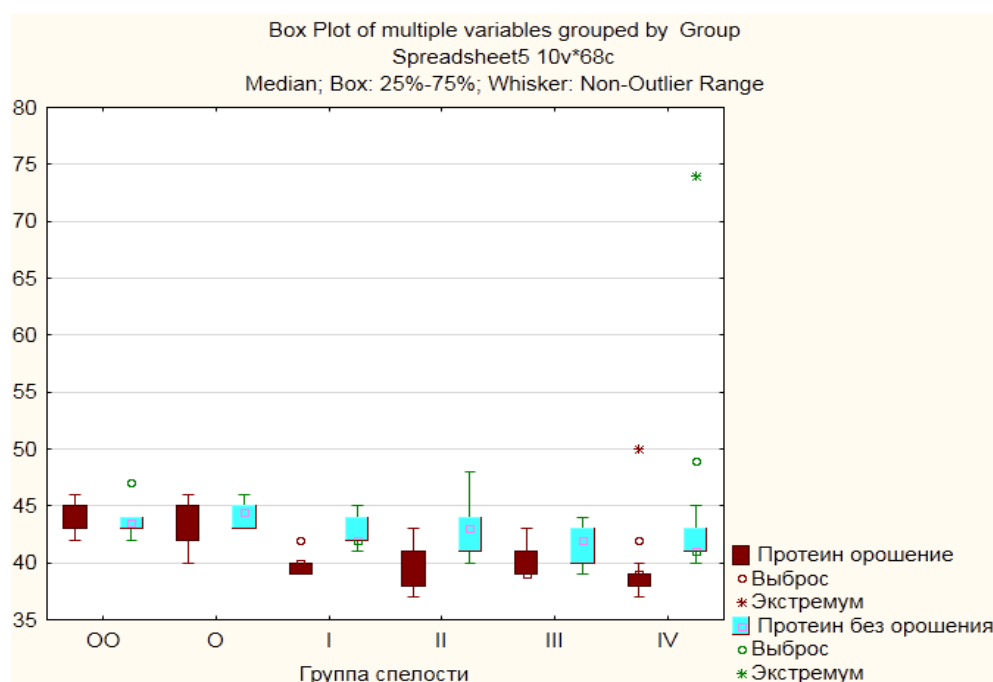


Рис.2. Сравнительный анализ содержания протеина коллекционных образцов сои в контрастных условиях (орошение и без орошения)

Полученные данные согласуются с данными Dornbos, D.L., Mullen, R.E. [9], которые так же показали, что по мере увеличения стресса от засухи, измеряемого по дням накопления степени стресса, содержание белка возрастало линейно. Описаны исследования, когда растения в условиях засухи увеличивали содержание белка на 2-23% по сравнению с растениями, выращенными в условиях достаточного увлажнения [10]. При этом опубликовано много данных, когда нехватка влаги приводила к низкому накоплению белка в семенах [11, 12]. Различные колебания по изменению содержания масла и протеина в результатах исследований обусловлены по мнению ученых временем и интенсивностью стресса от засухи на разных этапах [13].

По результатам исследований из коллекции выделены образцы с очень высокими показателями содержания протеина на засушнике: Maruba daizu – 57,6%, Gessenska – 46,6%, Устя – 45,2%, S-62 – 45,7%.

Содержание сырого жира (масла). Стресс от засухи в зонах неполивного земледелия приходится на летний период (июль-август), этот период является критическим периодом для сои и выпадает на фазу формирования и налива семян, что снижает содержание масла в семенах. В наших исследованиях отмечено сниженное содержание масла в семенах образцов, выращенных на засушнике (19,2%), в отличие от орошения (19,9%), таблица 1. Дисперсионный анализ показал значимую разницу между средними значениями двух групп на уровне $P \leq 0,05$, таблица 2. Данные согласуются с исследованиями Dornbos and Mullen [9], Smiciklas K. с соавторами [14], которые так же показали снижения содержания масла сои при стрессе засухи.

Исследования содержания масла в разрезе разных групп спелости показали, что содержание масла в семенах, выращенных на участке без орошения ниже значений поливного участка по всем группам спелости за исключением 00 группы. Это видимо связано с тем, что формирование и налив семян данной группы спелости прошел до наступления периода почвенной и атмосферной засухи. Наиболее значимые различия между значениями по содержанию масла в семенах сои были отмечены у образцов второй группы спелости (рис. 3). Содержание масла образцов сои выращенных на засушнике были ниже значений на орошении на 4,6%.

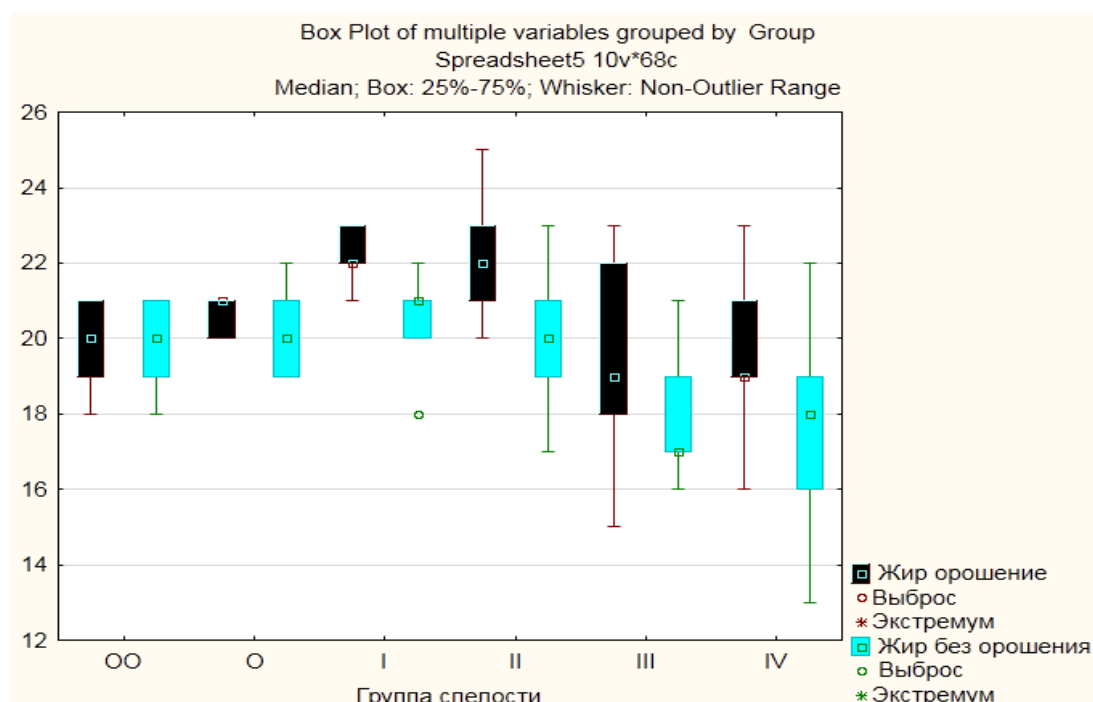


Рис. 3. Сравнительный анализ содержания масла коллекционных образцов сои в контрастных условиях (орошение и без орошения)

Выделены образцы с высокими показателями содержания масла на засушнике: Селекта 302 – 24,0%, Maplearrow – 22,3%, Десна – 22,0%, Гибридная 670 – 21,8%, Славия – 21,8%.

Заключение

На основании оценки качества семян 66 коллекционных образцов сои по содержанию протеина не менее 40,5% и масла не менее 21% выделены 11 образцов с высокими значениями обоих признаков, выращенных без орошения: Красивая мечта, Устя, Припять, Maplearrow, Десна, Память ЮКГ, Xinjiang D11-252, Гибридная 670, Славия, Скытня и Sponsor.

В условиях недостаточного водообеспечения по высокому содержанию протеина выделены 4 образца: Maruba daizu - 57,6%, Gessenska – 46,6%, Устя – 45,2%, S-62 – 45,7%; по высокому содержанию масла в семенах 5 образцов: Селекта 302, Maplearrow, Десна, Гибридная 670, Славия. Данные образцы будут использованы в селекции в качестве родительских форм как источники высокой белковости и масличности.

Установлено, что в условиях юго-востока Казахстана при отсутствии орошения растения коллекционных образцов сои формировали семена с повышенным содержанием протеина (42,4%) по сравнению с опытом на орошении (40,1%).

Зафиксировано, что при отсутствии орошения растения коллекционных образцов сои формировали семена с пониженным содержанием масла (19,2%) по сравнению с опытом на орошении (19,9%).

Работа выполнена в рамках финансирования Комитета науки МОН РК по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований» проекту ИРН AP05131562 «Поиск и применение фенотипических и молекулярных маркеров для оценки рабочей коллекции и в селекции сои на засухоустойчивость»

Благодарности: благодарим Амангелдиеву А.А., младшего научного сотрудника группы биотехнологии ТОО «КазНИИЗиР» за выполненную статистическую обработку данных.

Литература

1. Akande, S. R., Taiwo, L. B., Adegbite, A. A., Owolade, O. F. Genotype x environment interaction for soybean grain yield and other reproductive characters in the forest and savanna agro-ecologies of South-west Nigeria // African Journal of Plant Science. – 2009. – Vol. 3(6). – pp. 127-132.
2. El-Mohsen, A. A. A., Mahmoud, G. O., Safina, S. A. Agronomical evaluation of six soybean cultivars using correlation and regression analysis under different irrigation regime conditions // Journal of Plant Breeding and Crop Science. – 2013. – Vol. 5(5). – pp. 91-102. DOI: 10.5897/JPBCS2013.0389.
3. EL Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Gormus, O., Ahmad, Z., Hussain, S. Islam, M. S., Alharby, H., Bamagoos, A., Kumar, N., Akdeniz, H., Fahad, S., Meena, R. S., Abdelhamid, M., WAsaya, A., Hasanuzzaman, M., Sorour, S., Saneoka, H. Effects of drought stress on the quality of major oilseed crops: implications and possible mitigation strategies – a review // Applied ecology and environmental research. – 2018. – Vol.17(2). – pp. 4019-4043 DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_40194043
4. Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., Maleki, R. (2013): Physiological Performance of Soybean Cultivars under Drought Stress // Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences – 2013.- Vol. 2(6). – pp. 38-44.
5. Ghanbari, A. A., Mousavi, S. H., Mousapour Gorgi, A., Rao, I. M. (2013): Effects of water stress on leaves and seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) // Turkish Journal of Field Crops. –2013. – Vol. 18. – pp. 73-77.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. — Изд. 6-е, доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Павловская, Н. Е. Белковый комплекс семян зернобобовых культур и перспективы повышения его качества // Научное обеспечение производства зернобобовых культур: Сб. тр. – Орел, – 2004. – С. 56-66.
8. Посыпанов Г. С., Кобозева Т. П., Делаев У. А., Беляев Е. В., Тазин И. И., Токбаев М. М. Методы создания сортов сои северного экотипа // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений. – 2006. – № 5. – С. 29-33.
9. Dornbos, D.L., Mullen, R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature // J Am Oil Chem Soc. – Vol. 69. – pp. 228-231 (1992). DOI: 10.1007/BF02635891
10. Rotundo, J. L., Westgate, M. E. Rate and duration of seed component accumulation in water-stressed soybean // Crop Science. – 2010. – Vol. 50. – pp. 676-684. Doi: 10.2135/cropsci2009.05. 0240.
11. Озякова Е.Н., Поползухина Н.А. Урожайность и качество зерна сои в зависимости от действия абиотических факторов и генотипических особенностей // Омский научный вестник. – 2014. – № 2 (134). – С. 213-217.
12. Омелянюк Л.В., Юсова О.А., Козлова Г.Я., Асанов А.М. Урожайность и качество зерна сортов сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета – 2013. – № 11 (109). – С. 26-29.

13. Carrera, C., Martinez, M. J., Dardanelli, J., Balzarini, M. Water deficit effect on the relationship between temperatures during the seed fill period and soybean seed oil and protein concentrations // *Crop Science*. – 2009. - Vol. 49. – pp. 990-998. Doi: 10.2135/cropsci2008.06.0361
14. Smiciklas, K. D., Mullen, R. E., Carlson, R. E., Knapp, A. D. (1992): Soybean seed quality response drought stress and pod position // *Agronomy Journal*. – 1992. – Vol. 84. pp. 166-170. Doi:10.2134/agronj1992.00021962008400020008x

References

1. Akande, S. R., Taiwo, L. B., Adegbite, A. A., Owolade, O. F. Genotype x environment interaction for soybean grain yield and other reproductive characters in the forest and savanna agro-ecologies of South-west Nigeria. *African Journal of Plant Science*. 2009. Vol. 3(6). pp. 127-132.
2. El-Mohsen, A. A. A., Mahmoud, G. O., Safina, S. A. (2013): Agronomical evaluation of six soybean cultivars using correlation and regression analysis under different irrigation regime conditions. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 2013. Vol. 5(5). pp. 91-102. DOI: 10.5897/JPBCS2013.0389.
3. EL Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Gormus, O., Ahmad, Z., Hussain, S. Islam, M. S., Alharby, H., Bamagoos, A., Kumar, N., Akdeniz, H., Fahad, S., Meena, R. S., Abdelhamid, M., WAsaya, A., Hasanuzzaman, M., Sorour, S., Saneoka, H. Effects of drought stress on the quality of major oilseed crops: implications and possible mitigation strategies – a review. *Applied ecology and environmental research*. 2018. Vol. 17(2). pp. 4019-4043 DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_40194043
4. Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., Maleki, R. (2013): Physiological Performance of Soybean Cultivars under Drought Stress. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* 2013. Vol. 2(6). pp. 38-44.
5. Ghanbari, A. A., Mousavi, S. H., Mousapour Gorgi, A., Rao, I. M. (2013): Effects of water stress on leaves and seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turkish Journal of Field Crops*. 2013. Vol. 18. pp. 73-77.
6. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij [The methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results]. - Izd. 6-e, dop. i pererab. [6th edition, additional and recycled] - Moscow: *Agropromizdat*, 1985. 351 p. (In Russian)
7. Pavlovskaja, N.E. Belkovyj kompleks semjan zernobobovyh kul'tur i perspektivy povyshenija ego kachestva [Protein complex of seeds of leguminous crops and prospects for improving its quality]. Nauchnoe obespechenie proizvodstva zernobobovyh kul'tur [Scientific support for the production of leguminous crops]: Proceedings – Orel, 2004. pp. 56-66. (In Russian)
8. Posypanov G. S., Kobozeva T. P., Delaev U. A., Beljaev E. V., Tazin I. I., Tokbaev M. M. Metody sozdaniya sortov soi severnogo jekotipa [Methods for creating soybean varieties of the northern ecotype. Sel'skohozjajstvennaja biologija. Serija: Biologija rastenij [Agricultural Biology. Series: Plant Biology]. 2006. No. 5. pp. 29-33. (In Russian)
9. Dornbos, D.L., Mullen, R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. *J Am Oil Chem Soc*. Vol. 69. pp. 228–231 (1992). Doi.org/10.1007/BF02635891
10. Rotundo, J. L., Westgate, M. E. Rate and duration of seed component accumulation in water-stressed soybean. *Crop Science*. 2010. Vol. 50. pp. 676-684. Doi.org/10.2135/cropsci2009.05. 0240.
11. Ozjakova E.N., Popolzuhina N.A. Urozhajnost' i kachestvo zerna soi v zavisimosti ot dejstviya abioticheskikh faktorov i genotipicheskikh osobennostej [Productivity and quality of soybean grain depending on the action of abiotic factors and genotypic characteristics]. *Omskij nauchnyj vestnik* [Omsk Scientific Herald]. 2014. No.2 (134). pp. 213-217. (In Russian)
12. Omel'janjuk L.V., Jusova O.A., Kozlova G.Ja., Asanov A.M. Urozhajnost' i kachestvo zerna sortov soi v uslovijah juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri Productivity and grain quality of soybean varieties in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University] 2013. No 11 (109). pp. 26-29. (In Russian)
13. Carrera, C., Martinez, M. J., Dardanelli, J., Balzarini, M. Water deficit effect on the relationship between temperatures during the seed fill period and soybean seed oil and protein concentrations. *Crop Science*. 2009. Vol. 49. pp. 990-998. Doi.org/10.2135/cropsci2008.06.0361
14. Smiciklas, K. D., Mullen, R. E., Carlson, R. E., Knapp, A. D. (1992): Soybean seed quality response drought stress and pod position. *Agronomy Journal*. 1992. Vol. 84. pp. 166-170. Doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400020008x

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ГЕРБИЦИДА НА ОСНОВЕ БЕНТАЗОНА И ТИФЕНСУЛЬФУРОН-МЕТИЛА В ПОСЕВАХ СОИ

А.С. ГОЛУБЕВ, кандидат биологических наук
П.И. БОРУШКО, младший научный сотрудник

ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ»

Опыты по изучению биологической эффективности и безопасности применения нового комбинированного гербицида Бизон Эдванс, КЭ, содержащего в своем составе 350 г/л бентазона и 2 г/л тифенсульфурон-метила, были проведены в 2018 и 2019 гг. на посевах сои в трех климатических зонах Российской Федерации (Алтайский край, Краснодарский край, Астраханская область). Засоренность посевов определяли количественным методом в соответствии с требованиями «Методических указаний по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» (2013).

Эффективность минимальной нормы применения гербицида Бизон Эдванс, КЭ (1,5 л/га) в условиях Краснодарского края и Астраханской области превышала эффективность 1,5 л/га эталона Бизон, ВК; в условиях Алтайского края – находилась на том же уровне. Эффективность 2,0 и 2,5 л/га изучаемого препарата была на уровне эффективности 3,0 л/га эталона Бизон, ВК, а в некоторых случаях - превышала показатели эффективности эталона. Использование максимальной нормы применения изучаемого препарата в условиях Краснодарского края полностью очищало посевы сои от всех однолетних двудольных сорных растений.

Препарат Бизон Эдванс, КЭ за счет комбинации бентазона с тифенсульфурон-метилом имел преимущества в подавлении некоторых видов сорных растений перед эталоном Бизон, ВК (в состав которого входит только бентазон). По влиянию на щирицу назадзапрокинутую эффективность обработки усиливалась в среднем на 14-33%, по влиянию на марь белую – на 18%, на амброзию полынолистную – на 17-19%, на дурнишник калифорнийский – на 15-17%, на горец почечуйный – на 34-50%, на паслен черный – на 4-28%.

Применение гербицида Бизон Эдванс, КЭ обеспечивало сохранение значимой части урожая сои. В Алтайском и Краснодарском краях было дополнительно получено 50,5-64,6% к величине урожая необработанного контроля, в Астраханской области – 22,3-34,2%.

Ключевые слова: соя, бентазон, тифенсульфурон-метил, сорные растения, гербицид, безопасность, биологическая эффективность

EFFICIENCY OF NEW HERBICIDES BENTAZON + THIFENSULFURON-METHYL ON SOYBEANS

A.S. Golubev, P.I. Borushko

FSBSI «ALL-RUSSIA INSTITUTE FOR PLANT PROTECTION»

Abstract: Trials with herbicide Bison Advance (350 g/l bentazone and 2 g/l tifenesulfuron methyl) were carried out for two years (2018 and 2019) in 3 climatic regions of the Russian Federation (Altai, Krasnodar, Astrakhan). Experiments were laid out in accordance with "Guidelines for registration trials of herbicides in agriculture" (2013).

Efficiency 1.5 l/ha herbicide Bison Advance in the conditions of Krasnodar and Astrakhan regions exceeded efficiency of 1.5 l/ha of standard Bison (480 g/l bentazone). In the Altai region

efficiency was at the standard level. Efficiency 2.0 l / ha and 2.5 l/ha herbicide Bison Advance was at the level of effectiveness of 3.0 l/ha of standard, and in some cases exceeded the standard.

Using the 2.5 l/ha herbicide Bison Advance in the conditions of the Krasnodar region clear soybean crops from all annual dicotyledonous weeds.

Herbicide Bison Advance was more effective than the standard: to *Amaranthus retroflexus* L. on average by 14-33%, *Chenopodium album* L. - 18%, *Ambrosia artemisiifolia* L. – 17-19%, *Xanthium californicum* Greene – 15-17 %, *Persicaria maculosa* S.F. Gray – 34-50%, *Solanum nigrum* L. – 4-28%.

The use of herbicide Bison Advance ensured the conservation of a significant part of the soybean crop. In Altai and Krasnodar regions, an additional 50.5-64.6% was obtained from the value of the untreated control, and in the Astrakhan region – 22.3-34.2%.

Keywords: soybean, bentazone, tifenesulfuron methyl, weeds, herbicide, safety, efficiency

Растения сои на ранних этапах своего развития слабо противостоят комплексу сорных растений, что обуславливает необходимость борьбы с ними путем обработки посевов гербицидами [1]. Роль этих мероприятий трудно переоценить. В.А. Воронцовым и Ю.П. Скорочкиным установлено, что повышение урожайности сои от применения удобрений происходит лишь при использовании гербицидов [2]. Анализ результатов стационарного многофакторного полевого опыта в зернопаровом севообороте (черный пар – озимая пшеница – соя – ячмень), проведенный В.А. Воронцовым показал, что основным фактором, определяющим величину урожайности сои, являются гербициды, затем следуют удобрения, а наименее существенная роль у способа основной обработки почвы [3].

Ведущее место среди химических средств защиты сои от двудольных сорных растений принадлежит препаратам на основе бентазона, позволяющим сохранять существенную часть урожая сои [4, 5]. По состоянию на 18 мая 2020 года в ассортименте разрешенных для применения на территории Российской Федерации пестицидов насчитывается 17 препаратов, в которых это действующее вещество находится в чистом виде [6].

При этом однокомпонентные препараты на основе бентазона (в частности, Базагран, ВР) могут уступать по эффективности очищения посевов сои гербицидам из других групп, таким как имидазолиноны (например, препаратам на основе имазетапира), из-за ограниченного спектра действия [7]. Добиться увеличения числа чувствительных к обработке видов сорных растений можно за счет использования баковых смесей или комбинированных препаратов, которые к тому же позволяют снизить стрессовое воздействие гербицидов на саму культуру [8-10].

Целью работы являлось изучение перспектив применения нового комбинированного гербицида Бизон Эдванс, КЭ, содержащего в своем составе 350 г/л бентазона и 2 г/л тифенсульфурон-метила, в борьбе с двудольными сорными растениями в посевах сои. Были сформулированы следующие задачи: оценить влияние препарата Бизон Эдванс, КЭ на общую засоренность посевов сои в сравнении с использованием эталонного препарата на основе бентазона в чистом виде; определить степень чувствительности отдельных видов сорных растений к препарату Бизон Эдванс, КЭ и оценить потенциальные преимущества комбинации бентазона и тифенсульфурон-метила по сравнению с однокомпонентным эталоном; оценить безопасность нового препарата Бизон Эдванс, КЭ для растений сои.

Материалы и методы

Опыты с гербицидом Бизон Эдванс, КЭ проводили в течение вегетационных сезонов 2018 и 2019 гг. в трех климатически различающихся между собой регионах Российской Федерации. В Алтайском крае опыты проводили на посевах сои сорта Алтом, в Астраханской области – на посевах сои сорта Вилана; в Краснодарском крае в 2018 г. – на посевах сои сорта Бара, а в 2019 г. – на посевах сои сорта Арлета.

Агротехнические мероприятия по уходу за посевами соответствовали общепринятым технологиям возделывания культуры в каждом из регионов. Для уничтожения нецелевых для

изучаемого препарата злаковых сорняков при необходимости проводились фоновые обработки граминидами (Селект, КЭ; Зеллек-супер, КЭ).

В схему опыта были включены 6 вариантов, один из которых представлял собой необработанный контроль. Три варианта предполагали внесение изучаемого препарата в трех нормах применения: 1,5 л/га; 2 л/га и 2,5 л/га. В двух оставшихся вариантах вносили эталон Бизон, ВК (480 г/л бентазона) в минимальной (1,5 л/га) и максимальной (3,0 л/га) рекомендованных нормах применения.

Опыты проводили в соответствии с требованиями «Методических указаний по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» [11]. Площадь опытных делянок составляла 25-40 м². Повторность – четырехкратная.

Гербициды вносили с помощью ручных опрыскивателей в фазу 1-3 тройчатых листьев сои, когда сорные растения находились на ранних этапах своего развития. Рабочую жидкость готовили из расчета 2-3 л воды на 100 м².

Учеты сорных растений проводили количественным методом на учетных площадках на каждой делянке опыта в четыре срока: до проведения обработки, через 30 и 45 дней после обработки и перед уборкой урожая. Биологическую эффективность гербицидов определяли по формуле Эббота (разница между засоренностью в контроле и в вариантах с гербицидами, отнесенная к засоренности в контроле и выраженная в %).

Уборку урожая в Алтайском и Краснодарском краях проводили с помощью малогабаритных комбайнов (Сампо-2010, ХЕГЕ-125), а в Астраханской области – вручную. Полученные данные обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждения

В Алтайском крае общая засоренность посевов сои однолетними двудольными сорняками до проведения обработки в 2018 году составляла в среднем 38 экз./м²; в 2019 г. – 20 экз./м². Встречались такие виды сорных растений, как *щирца наизапрокинутая* (*Amaranthus retroflexus* L.), *марь белая* (*Chenopodium album* L.) и *фаллопия вьюнковая* (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love). Снижение общей засоренности посевов сои после внесения 1,5 л/га гербицида Бизон Эдванс, КЭ составляло от 65 до 77%, что соответствовало уровню эффективности 1,5 л/га эталона Бизон, ВК (табл. 1). Эффективность изучаемого препарата в более высоких нормах применения не уступала эффективности 3,0 л/га эталона Бизон, ВК.

В условиях Краснодарского края посевы сои были засорены такими видами сорных растений, как *щирца наизапрокинутая*, *амброзия полынолистная* (*Ambrosia artemisiifolia* L.), *марь белая* и *дурнишник калифорнийский* (*Xanthium californicum* Greene). Общее количество этих сорняков перед опрыскиванием составляло 43-55 экз./м² в зависимости от года проведения исследования. В этом регионе при использовании максимальных норм применения изучаемого препарата и эталона удалось полностью очистить посевы сои от всех сорных растений. Эффективность 1,5-2,0 л/га гербицида Бизон Эдванс, КЭ находилась в диапазоне от 83 до 96%, что существенно превышало значения эффективности минимальной нормы внесения эталона (1,5 л/га).

Наиболее распространенными видами сорных растений в Астраханской области были *марь белая*, *канатник Теофраста* (*Abutilon theophrastii* Medik.), *населен черный* (*Solanum nigrum* L.), *горец почечуйный* (*Persicaria maculosa* S.F. Gray). Исходная засоренность посевов сои этими сорняками в 2018 году находилась в пределах 36,0-56,0 экз./м²; в 2019 году – в пределах 46,0-72,0 экз./м². Подавление сорной растительности при использовании 1,5 л/га гербицида Бизон Эдванс, КЭ в этом регионе составляло 63-81% (2018 г.) и 43-70% (2019 г.), что превышало эффективность 1,5 л/га эталона Бизон, ВК. Эффективность 2,0 л/га изучаемого гербицида соответствовала эффективности 3,0 л/га эталона, а эффективность 2,5 л/га препарата Бизон Эдванс, КЭ была выше эффективности эталона.

Поскольку максимальные нормы гербицидов зачастую позволяли добиваться 90-100% эффекта подавления большинства представленных в опытах видов сорных растений, для выявления преимуществ комбинированного препарата проводили сравнение его эффективности в норме 2,0 л/га с эффективностью 1,5 л/га эталона.

Таблица 1

Биологическая эффективность гербицида Бизон Эдванс, КЭ в посевах сои

Варианты опыта	Снижение общего количества сорных растений, % к контролю					
	Алтайский край		Краснодарский край		Астраханская область	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
1. Бизон Эдванс, КЭ - 1,5 л/га	69-74	65-77	85-88	83-89	63-81	43-70
2. Бизон Эдванс, КЭ - 2,0 л/га	88-95	76-81	94-96	93-96	69 -82	50-77
3. Бизон Эдванс, КЭ - 2,5 л/га	91-95	73-85	100	100	75-92	73-82
4. Бизон, ВК - 1,5 л/га	62-69	62-69	77-80	75-80	50-76	33-60
5. Бизон, ВК - 3,0 л/га	91-95	76-81	100	100	69 -87	50-72

Результаты такого сравнения показаны на рисунке 1: зеленый столбик представляет собой эффективность 720 г/га бентазона в чистом виде, а красный столбик показывает, насколько увеличивается эффективность обработки при добавлении к сходному (700 г/га) количеству бентазона 4 г/га тифенсульфурон-метила.

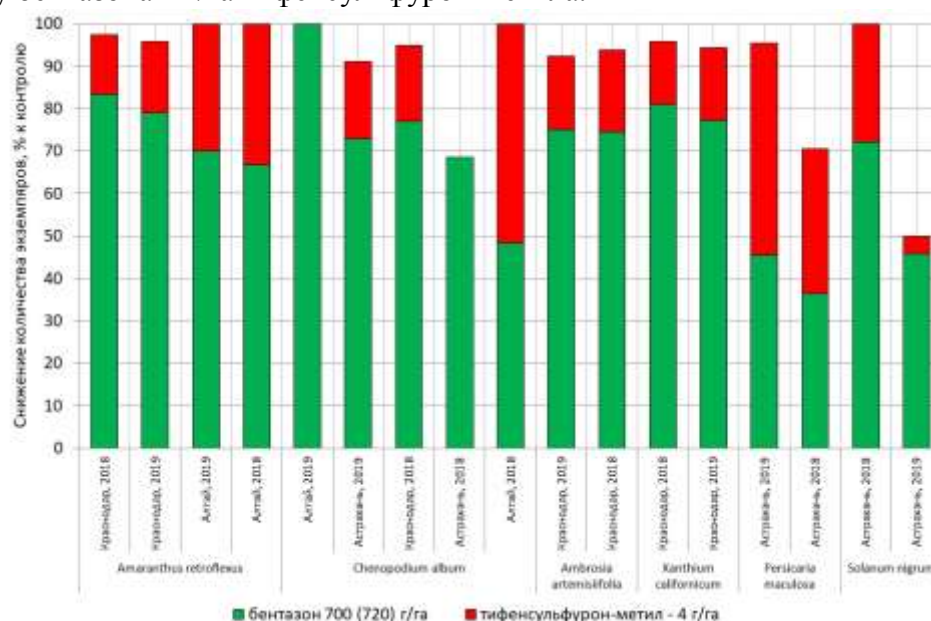


Рис. 1. Эффективность комбинации бентазона и тифенсульфурон-метила против некоторых видов сорных растений (2018-2019 гг.)

Внесение бентазона в чистом виде позволяло снизить количество растений *щиряцы назадапрокинутой* на 67-83%. Использование комбинированного препарата обеспечивало усиление действия на 14-33%, то есть добиться практически полного очищения посевов сои от экземпляров этого вида. При этом, чем слабее действовал однокомпонентный эталон, тем большее преимущество перед ним имел комбинированный гербицид.

Эффективность эталона против *мари белой* варьировала в широких пределах – от 67 до 100%. Усиление эффективности обработки посевов из-за применения комбинированного препарата наблюдалось в половине опытов и составляло в среднем 18%.

Реакции растений *амброзии полынолистной* и *дурнишника калифорнийского* на внесение гербицидов были схожими: количество этих сорняков при применении эталона снижалось на 75% и 77-81%, а преимущество использования комбинированного препарата составляло 17-19% и 15-17% соответственно.

Действие эталона на растения *горца почечуйного* было относительно несильным – 36-45%. Эффективность подавления этого объекта при использовании комбинированного препарата была выше на 34-50%; в итоге посевы очищались от данного сорного вида на 70-95%.

Растения *паслена черного* так же проявляли некоторую устойчивость к эталону (46-72%). В один год обработка комбинированным препаратом позволила усилить степень подавления этого вида на 28%, а в другой год преимущество было неочевидным – всего 4%.

Помимо изучения действия гербицида на сорные растения, в опытах проводились наблюдения за безопасностью препарата для растений сои. Визуально во время проведения исследований проявлений фитотоксичности препарата для культуры не выявлено. Результаты хозяйственной эффективности гербицида Бизон Эдванс, КЭ и эталона представлены в таблице 2.

Таблица 2

Урожайность сои при использовании гербицида Бизон Эдванс, КЭ

Варианты опыта	Урожайность сои, ц/га					
	Алтайский край		Краснодарский край		Астраханская область	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
1. Бизон Эдванс, КЭ - 1,5 л/га	12,0	10,1	25,6	26,9	23,3	22,9
2. Бизон Эдванс, КЭ - 2,0 л/га	13,4	11,7	26,4	27,6	23,8	24,4
3. Бизон Эдванс, КЭ - 2,5 л/га	13,5	10,3	26,9	28,1	25,2	26,8
4. Бизон, ВК - 1,5 л/га	12,9	10,9	24,8	26,4	22,8	22,1
5. Бизон, ВК - 3,0 л/га	13,5	11,4	26,7	28,0	24,4	24,6
6. Контроль	8,5	6,5	17,0	18,3	19,7	18,4
НСР ₀₅	1,0	2,1	1,1	1,2	3,3	3,8

Несмотря на то, что урожайность сои в контроле сильно различалась в регионах проведения опытов, во всех вариантах с внесением гербицидов (за исключением варианта с использованием 1,5 л/га эталона Бизон, ВК в Астраханской области) было отмечено достоверное увеличение урожайности сои, по сравнению с контролем.

Относительные величины сохраненного урожая сои в вариантах с применением изучаемого препарата в Алтайском и Краснодарском краях составляли 50,5-64,6%, в Астраханской области – 22,3-34,2%. В абсолютном выражении наибольшие прибавки урожайности сои после использования 1,5-2,5 л/га гербицида Бизон Эдванс, КЭ были получены в Краснодарском крае – 8,6-9,9 ц/га.

Выводы

1. Применение гербицида Бизон Эдванс, КЭ в посевах сои позволяет значительно снижать их засоренность. Эффективность минимальной нормы применения гербицида Бизон Эдванс, КЭ (1,5 л/га) в условиях Краснодарского края и Астраханской области превышала эффективность 1,5 л/га эталона Бизон, ВК, а в условиях Алтайского края – находилась на том же уровне. Эффективность 2,0 и 2,5 л/га изучаемого препарата была на уровне, а иногда превышала эффективность 3,0 л/га эталона Бизон, ВК. Использование максимальной нормы применения изучаемого препарата в условиях Краснодарского края полностью очищало посевы сои от всех однолетних двудольных сорных растений.

2. Комбинация бентазона с тифенсульфурон-метилом в препарате Бизон Эдванс, КЭ позволила ему продемонстрировать преимущества в подавлении некоторых видов сорных растений перед однокомпонентным эталоном Бизон, ВК (в состав которого входит бентазон). По влиянию на *щирицу наизапрокинутую* эффективность изучаемого препарата была выше эффективности эталона в среднем на 14-33%, по влиянию на *марь белую* – на 18%, на *амброзию полынолистную* – на 17-19%, на *дурнишник калифорнийский* – на 15-17%, на *горец почечуйный* – на 34-50%, на *паслен черный* – на 4-28%.

3. Использование гербицида Бизон Эдванс, КЭ благодаря устранению конкуренции со стороны сорных растений обеспечивало сохранение значимой части урожая сои. В Алтайском и Краснодарском краях было дополнительно получено 50,5-64,6% к величине урожая в необработанном контроле, в Астраханской области – 22,3-34,2%.

4. В настоящее время гербицид Бизон Эдванс, КЭ находится на завершающей стадии регистрационного процесса и его применение в производстве будет возможно после включения в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации», по регламентам, указанным в этом издании.

Авторы выражают благодарность всем сотрудникам, принимавшим участие в проведении полевых опытов с гербицидом Бизон Эдванс, КЭ: Ш.Б Байрамбекову, Г.Я. Стецову, А.П. Савве и другим.

Литература

1. Стецов Г.Я., Долматова Л.С., Садовников Г.Г. Применение Хармони Классик, ВДГ на сое в Алтайском Приобье / Вестник Алтайского государственного аграрного университета, – 2018. – № 7 (165). – С. 5-12.
2. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Борьба с засоренностью в зернопаровом севообороте / Защита и карантин растений, – 2019. – № 7. – С. 26-29.
3. Воронцов В.А. Продуктивность сои в зависимости от основной обработки почвы и средств химизации // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2016. – № 3 (19). – С. 77-81.
4. Голубев А.С. Изучение эффективности применения нового гербицида Бенито на посевах сои // Вестник защиты растений, – 2019. – № 4 (102). – С. 54-59.
5. Лысенко Н.Н. Гербициды в посевах сои // Вестник аграрной науки, – 2018. – № 2 (71). – С. 19-28.
6. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., – 2020. – 829 с.
7. Байрамбеков Ш.Б., Гарьянова Е.Д., Корнева О.Г., Даулетов Б.С. Защита посевов сои от сорных растений в орошаемых условиях дельты Волги. – Астрахань, – 2019. – 84 с.
8. Хрюкина Е.И., Салманова И.А. Чистота посевов и снижение гербицидного стресса — залог высокого урожая сои // Защита и карантин растений, – 2015. – № 3. – С. 24-26.
9. Долженко В.И., Петунова А.А., Маханькова Т.А. Биолого-токсикологические требования к ассортименту гербицидов // Защита и карантин растений, – 2001. – № 5. – С. 14.
10. Салманова И.А. Гербициды на сое / Защита и карантин растений, – 2016. – № 3. – С. 25-26.
11. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве (под ред. В.И. Долженко). – СПб., – 2013. – 280 с.

References

1. Stetsov G.Ya., Dolmatova L.S., Sadovnikov G.G. Primenenie Kharmoni Klassik, VDG na soe v Altaiskom Priob'e [Application of Harmony Classic, EDC on soybeans in Altai Ob]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, no. 7 (165), pp. 5-12. (in Russian)
2. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Bor'ba s zasorennost'yu v zernoparovom sevooborote [Combating weed in a grain-fallow crop rotation]. *Zashchita i karantin rastenii*, 2019, no. 7, pp. 26-29. (in Russian)
3. Vorontsov V.A. Produktivnost' soi v zavisimosti ot osnovnoi obrabotki pochvy i sredstv khimizatsii [Soybean productivity depending on the main tillage and chemicals]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 3 (19), pp. 77-81. (in Russian)
4. Golubev A.S. Izuchenie effektivnosti primeneniya novogo gerbitsida Benito na posevakh soi [Study of the effectiveness of the use of a new Benito herbicide in soybean crops]. *Vestnik zashchity rastenii*, 2019, no. 4 (102), pp. 54-59. (in Russian)
5. Lysenko N.N. Gerbitsidy v posevakh soi [Soybean Herbicides]. *Vestnik agrarnoi nauki*, 2018, no. 2 (71), pp. 19-28. (in Russian)
6. Gosudarstvennyi katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii [State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation], M., 2020, 829 p. (in Russian)
7. Bairambekov Sh.B., Gar'yanova E.D., Korneva O.G., Dauletov B.S. Zashchita posevov soi ot sornykh rastenii v oroshaemykh usloviyakh del'ty Volgi [Protection of soybean crops from weeds in the irrigated conditions of the Volga delta]. *Astrakhan'*, 2019, 84 p. (in Russian)
8. Khryukina E.I., Salmanova I.A. Chistota posevov i snizhenie gerbitsidnogo stressa — zalog vysokogo urozhaya soi [Clean crops and reduced herbicidal stress are the key to a high soybean yield]. *Zashchita i karantin rastenii*, 2015, no. 3, pp. 24-26. (in Russian)
9. Dolzhenko V.I., Petunova A.A., Makhan'kova T.A. Biologo-toksikologicheskie trebovaniya k assortimentu gerbitsidov [Biological and toxicological requirements for the assortment of herbicides]. *Zashchita i karantin rastenii*, 2001, no. 5, p. 14. (in Russian)
10. Salmanova I.A. Gerbitsidy na soe [Soybean Herbicides]. *Zashchita i karantin rastenii*, 2016, no. 3, pp. 25-26. (in Russian)
11. Dolzhenko V.I., ed.) Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam gerbitsidov v sel'skom khozyaistve [Guidelines for registration testing of herbicides in agriculture]. St. Petersburg, 2013, 280 p. (in Russian)

НОВЫЙ СОРТ СОИ ШАТИЛОВСКАЯ 17

В.Н. ЗАЙЦЕВ, А.И. ЗАЙЦЕВА, кандидаты сельскохозяйственных наук
В.И. МАЗАЛОВ*, доктор сельскохозяйственных наук

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

В статье представлены результаты селекционной работы по созданию нового сорта сои Шатиловская 17, полученного методом индивидуального отбора из спонтанного гибрида и переданного на Государственное сортоиспытание в 2017 году. Гибридные растения были выделены по методике ВНИИМК (1979 г.). Новый сорт характеризуется раннеспелостью, повышенной урожайностью и содержанием сырого протеина в семенах. В Государственном сортоиспытании в Орловской области средняя урожайность сорта сои Шатиловская 17 составила 2,65 т/га, что на 0,31 т/га больше стандарта. Максимальная урожайность была отмечена в 2019 г. – 3,73 т/га. В 2020 году сорт сои Шатиловская 17 включён в Государственный реестр по Центрально-Чернозёмному (5) региону РФ.

Ключевые слова: раннеспелость, сорт, соя, урожайность, протеин, жир.

NEW SOYBEAN VARIETY THE SHATILOVSKAYA 17

V.N. Zaitsev, A.I. Zaitseva, V.I. Mazalov*

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

Abstract: *The article presents the results of breeding work to create a new soybean variety the Shatilovskaya 17, obtained by individual selection from a spontaneous hybrid and transferred to the State variety test in 2017. Hybrid plants were developed according to the methodology of VNIIMK (1979). The new variety is characterized by early ripeness, increased productivity and crude protein content in seeds. In the State variety test in the Oryol region, the average yield of soybean variety the Shatilovskaya 17 made 2,65 t/ha, that is 0,31 t/ha more than standard. The maximum yield was noted in 2019 – 3,73 t/ha. In 2020, the Shatilovskaya 17 soybean variety was included in the State Register for the Central Black Earth Region of the Russian Federation.*

Keywords: early ripening, variety, soy, productivity, protein, fat.

Введение

На современном этапе селекция сои ведётся с использованием искусственной внутривидовой гибридизации. Однако получение гибридных семян у этой культуры представляет трудоёмкий процесс, несмотря на то, что гибридизацию проводят, как правило, высококвалифицированные специалисты, результативность их работы остаётся низкой. Производительность труда одного гибридизатора составляет не более 25 цветков в час, а завязываемость бобов обычно колеблется от 10 до 15% [1].

Одним из путей увеличения объёма и разнообразия исходного материала у сои может быть использование спонтанного перекрёстного опыления. Несмотря на то, что соя – типичный облигатный самоопылитель, у неё в незначительном масштабе наблюдается и перекрёстное опыление. В условиях Краснодарского края уровень спонтанного переопыления у этой культуры может достигать 1, 77% [2].

В условиях Амурской области почти ежегодно в посевах отдельных сортов высокой сортовой чистоты встречаются естественные гибриды в количестве от 0,05 до 0,6%. В период массового цветения сои в воздухе не было обнаружено даже единичных зёрен соевой пыльцы, а естественное переопыление идёт за счёт посещения бутонов и цветков сои трипсами и другими мелкими насекомыми. Естественное перекрёстное опыление у сои, как правило, происходит в присутствии собственной пыльцы [3].

В Тувинском филиале Красноярского СХИ, проводили исследования по разработке некоторых приёмов, повышающих завязываемость гибридных семян у сои. Наиболее высокая завязываемость семян (42,5-46,8%) отмечалась в тех случаях, когда под пергаментный изолятор помещали влажный тампон. Таким образом, применение пергаментных изоляторов с влажным тампоном значительно повышает завязываемость гибридных семян сои. Это даёт основание рекомендовать данный приём для широкого использования [4].

Известно, что пыльца сои тяжелая, нелетучая, в связи с чем аллогамия у этой культуры возможна только при участии насекомых. Для насекомых цветки сои мало привлекательны, хотя их посещают трипсы, шмели, осы и дикие пчёлы. Помимо этого на цветущих растениях сои очень часто встречались обычные медоносные пчёлы (*Apis mellifera* L.). Установлено, что опылители посещают исключительно свежестроившиеся цветки, при этом проникают хоботком и передними конечностями вглубь через верхнюю часть венчика, затрачивая на операцию несколько секунд.

Использование спонтанных гибридов в селекции сои – дополнительный резерв для получения генетически разнообразного исходного материала [5].

Материал и методика исследований

Питомники сои размещались в селекционном севообороте ФНЦ ЗБК (2005...2017 гг.). Предшественник – озимая пшеница. В 2005 году защитные делянки конкурсного, контрольного питомников были обсеяны сортом сои Белор. Норма высева из расчёта 10 семян на 1 погонный метр. В конце августа на одной из защитных делянок было обнаружено растение с большим числом бобов.

В монографии А.К. Лещенко (1987) указано на наличие высокого эффекта гетерозиса (F_1) по массе и числу семян при работе с межвидовыми гибридами [6].

Идентификацию спонтанных гибридов можно проводить в полевых условиях. Поэтому в 2006 году полученные семена (480 шт.) выселили на 4-х метровых делянках по 160 семян на каждую. Для дальнейшей идентификации гибридного материала использовали методические указания доктора с.-х. наук Ю.П. Мякушко [7].

Гибридные растения сои выделяют с помощью генетического маркера – фиолетовой (антоциановой) окраски гипокотыля. Фиолетовая окраска подсемядольного колена у гибридов доминирует над зелёной и хорошо видна на растениях уже через 4-5 дней после появления полных всходов. Именно доминирование фиолетовой (антоциановой) окраски всходов сои положено в основу контроля за процессом гибридизации. В этом суть ранней диагностики гибридных F_2 растений сои по фиолетовой окраске гипокотыля. Все растения с зелёной окраской подсемядольного колена были заэтикетированы, а с антоциановой – также отдельно были отмечены этикетками и в последующие годы высевались раздельно.

Содержание белка и жира определяли в ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование» Орловского ГАУ имени Н.В. Парахина на анализаторе Infratek 1241 Grain Analyzer фирмы Фосс Текатор (Швеция).

Результаты и обсуждение

Следует отметить, что в 2007 году выделилась раннеспелая линия Л-216/07 с зелёным эпикотелем и белой окраской цветка, опушение светлое, листочек ланцетный. В 2011 году эта линия проходила изучение в контрольном питомнике, где выделилась по скороспелости – 95 суток, по урожайности – 2,7 т/га, по содержанию сырого протеина – 40,7% и жира – 20,5%.

В 2009 году из спонтанного гибрида с антоциановым подсемядольным коленом выделились линии: Л-85/09 и Л-103/09, у которых цветки фиолетовые, опушение растений и бобов – рыжее, листочки – овально-удлиненные, растения полудетерминантного типа. В 2012...2017 гг. указанные линии проходили конкурсное сортоиспытание (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность и качество зерна линий сои в сравнении со стандартом

№ п/п	Сорт, линия	Вегетационный период, сут.	Белок, %	Жир, %	Урожайность, т/га
1	Ланцетная (St)	101	40,6	21,6	2,0
2	Л-216/07	101	42,2	18,8	2,5
3	Л-85/09	101	40,8	19,0	2,9
4	Шатиловская 17 Л-103/09	101	43,0	19,6	2,75

В 2018-2019 гг. на Шатиловской СХОС в экологическом сортоиспытании были представлены 10 сортов сои 3 НИУ. Урожайность сортов сои составила 2,0...2,8 т/га. Наиболее продуктивным был новый сорт - Шатиловская 17 - в среднем 2,65 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность сортов сои в экологическом сортоиспытании, т/га (Шатиловская СХОС)

№ п/п	Сорт	Учреждение оригинатор	Урожайность, т/га		
			2018	2019	Среднее
1	Ланцетная, ст.	ФНЦ ЗБК	2,0	2,0	2,0
2	Свапа	ФНЦ ЗБК	2,6	2,1	2,35
3	Красивая Меча	ФНЦ ЗБК	-	2,0	
4	Зуша	ФНЦ ЗБК	2,1	2,1	2,1
5	Мезенка	ФНЦ ЗБК	2,4	2,4	2,4
6	Осмось	ФНЦ ЗБК	2,5	2,3	2,4
7	География	Рязанский НИИСХ	2,4	2,5	2,45
8	Светлая	Рязанский НИИСХ	-	2,0	
9	Оресса	Республика Беларусь	-	2,5	
10	Шатиловская 17	ФНЦ ЗБК	2,8	2,5	2,65
	НСР ₀₅		0,6	0,5	

По содержанию белка (40% и выше) выделялись сорта: Красивая Меча, Зуша, Шатиловская 17 (селекции ФНЦ ЗБК), География (Рязанский НИИСХ). Повышенное содержание жира (более 21%) отмечено у сортов Мезенка, Свапа (табл. 3).

Таблица 3

Качество зерна сортов сои в экологическом сортоиспытании (Шатиловская СХОС)

№ п/п	Сорт	Сырой протеин, %			Жир, %		
		2018	2019	среднее	2018	2019	среднее
1	Ланцетная, ст.	39,2	41,2	40,2	22,8	19,1	20,9
2	Свапа	38,6	39,1	38,8	22,7	19,4	21,1
3	Красивая Меча		46,3			16,6	
4	Зуша	41,6	40,6	41,1	21,5	20,1	20,8
5	Мезенка	39,0	39,4	39,2	22,9	19,7	21,3
6	Осмось	38,8	39,5	39,2	22,5	19,2	20,8
7	География	40,2	39,0	39,6	20,7	18,3	19,5
8	Светлая		39,9			17,9	
9	Оресса		40,2			18,3	
10	Шатиловская 17	41,6	40,4	41,0	20,7	19,0	19,9

В Государственном сортоиспытании в Орловской области средняя урожайность сорта сои Шатиловская 17 составила 2,65 т/га, что на 0,31 т/га больше стандарта и выше, чем у большинства испытываемых раннеспелых сортов. Максимальная урожайность в госиспытании была отмечена в 2019 г. на Малоархангельском сортоучастке – 3,73 т/га (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность сортов сои на Малоархангельском ГСУ Орловской области, т/га

СОРТ	Малоархангельский ГСУ			
	2018	2019	Средняя	+, -
Ланцетная, ст.	1,79	2,88	2,34	0
Адсой	1,69	3,00	2,34	0
Белкам	1,73	2,79	2,28	-0,08
Блестящая	1,78	3,29	2,54	+0,20
Грант	1,71	2,67	2,19	-0,15
Мезенка	1,81	3,25	2,52	+0,18
Сибиряда	1,46	3,29	2,38	+0,04
СК Дока	1,62	2,72	2,21	-0,13
СК Фарта	1,68	3,89	2,79	+0,45
Травица	1,55	3,14	2,35	+0,01
Шатиловская 17	1,56	3,73	2,65	+0,31

Описание сорта. Сорт Шатиловская 17 относится к виду *Glycine max* (L.) Merrill.; подвиду маньчжурский – (Ssp.) *Manchurica* Enk., разновидности (Var.) *max*; апробационной группе (agr.) *papa*, Kors.

Сорт зернового использования. Раннеспелый: всходы-цветение (26-41 суток), всходы-созревание от 101 до 110 суток. Подсемядольное колено с антоцианом. Куст полусжатый, высокорослый (78...150 см), высокоустойчивый к полеганию и облому ветвей, ветвистость средняя (3-4 ветви на растении). Высота прикрепления нижнего боба 11,8...17,3 см.

Листья тройчатые, листочки овально-заострённые, зелёные, цветки мелкие светло-фиолетовые, бобы слабоизогнутые, бурые со светло-рыжим опушением; семена округлые, блестящие, светло-коричневые, рубчик такой же окраски, с белым глазком. Масса 1000 семян 188 г (2019 г.), а в 2017 году – 217 г.



Рис. Семена сои Шатиловская 17 в сравнении со стандартом

Средняя урожайность семян в конкурсном сортоиспытании (2015...2017 гг.) составила 2,91 т/га. Содержание сырого протеина в семенах – 42,7...43,0%, жира – 18,8... 19,6%.

Морфологический анализ растений нового сорта показал, что продуктивность растений складывается на 60% с бокового ветвления и 40% на главном стебле. При этом высокопродуктивные растения с массой семян с растения 35...45 г составляют 70% и только 30% приходится на мало –и среднепродуктивные – с массой семян 10,0...21,9 г. Общее число узлов на растении 20, из них 17 продуктивных. Поражение растений болезнями не обнаружено.

В 2020 году сорт сои Шатиловская 17 включён в Государственный реестр по Центрально-Чернозёмному (5) региону РФ.

Заключение

Новый сорт сои Шатиловская 17 создан методом контроля за процессом гибридизации, в основу которого положено доминирование фиолетовой (антоциановой) окраски всходов сои. Сорт характеризуется раннеспелостью, повышенной урожайностью и содержанием сырого протеина в семенах. В Государственном сортоиспытании в Орловской области средняя урожайность сорта сои Шатиловская 17 составила 2,65 т/га, что на 0,31 т/га больше стандарта. Максимальная урожайность была отмечена в 2019 г. – 3,73 т/га. В 2020 году сорт включён в Государственный реестр селекционных достижений по Центрально-Чернозёмному (5) региону РФ.

Статья подготовлена в рамках выполнения госзадания ПФНИ № 0636-2019-0009 «Создание новых генотипов зерновых зернобобовых и крупяных культур с высокой продуктивностью, качеством зерна, повышенной устойчивостью к наиболее опасным болезням, вредителям и абиотическим факторам» рег.номер АААА-А19-119041590033-6

Литература

1. Кочегура А.В., Зеленцов С.В., Трёмбак Е.Н. О гибридизации сои // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 25-26.
2. Кочегура А.В., Трёмбак Е.Н. О спонтанном перекрёстном опылении у сои // Селекция и семеноводство. – 1997. – № 4. – С. 19-21.
3. Рязанцева Т.П. Задачи и методы селекции сои в Приамурье // Методы исследований с зернобобовыми культурами. Орёл. – 1971. Т.1. – С. 211-222.
4. Бараев Х.А., Приём, повышающий завязываемость гибридных семян у сои // Селекция и семеноводство. – 1992. – № 1. – С. 30-31.
5. Трёмбак Е.Н. Естественная гибридизация сои как метод создания исходного материала для селекции: Автореферат дисс. на соиск. учёной степ. канд. биол. наук [ВНИИМК]. – Краснодар, – 2001. – 17 с.
6. Лещенко А.К., Сичкар В.И. и др. Соя (генетика, селекция, семеноводство). – Киев: «Наукова думка», – 1987. – 256 с.
7. Мякушко Ю.П. и др. Выделение гибридных растений сои по генетическим метчикам при искусственном скрещивании и спонтанном опылении: Методические указания. – М., – 1979. – 15 с.

References

1. Kochegura A.V., Zelentsov S.V., Trembak E.N. O gibrizatsii soi [About soybean hybridization]. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1994, no. 2, pp.25-26.
2. Kochegura A.V., Trembak E.N. O spontannom perekrestnom opylenii u soi [About spontaneous cross-pollination in soybeans]. *Selektsiya i semenovodstvo*, 1997, no. 4., pp.19-21.
3. Ryazantseva T.P. Zadachi i metody seleksii soi v Priamur'e. *Metody issledovaniy s zernobobovymi kul'turami* [Tasks and methods of soybean breeding in the Amur region. Methods of research with legumes]. Vol.1, Orel, 1971, pp. 211-222.
4. Baraev Kh.A. Priem, povyshayushchii zavyazyvaemost' gibridnykh semyan u soi [A method that increases the ability to set hybrid seeds in soybeans]. *Selektsiya i semenovodstvo*, 1992, no. 1., pp. 30-31.
5. Trembak E.N. *Estestvennaya gibrizatsiya soi kak metod sozdaniya iskhodnogo materiala dlya seleksii*. Diss. kand. biol. nauk (VNIIMK) [Natural hybridization of soybeans as a method of creating source material for selection. Cand. biol. sci. diss.]. Krasnodar, 2001.
6. Leshchenko A.K., Sichkar V.I. et al. Soya (genetika, selektsiya, semenovodstvo) [Soya (genetics, selection, seed production)]. Kiev, «*Naukova dumka*», 1987, 256 p.
7. Myakushko Yu.P. et al. Vydelenie gibridnykh rastenii soi po geneticheskim metchikam pri iskusstvennom skreshchivanii i spontannom opylenii: Metodicheskie ukazaniya [Isolation of Hybrid Soybean Plants by Genetic Taps in Artificial Crossing and Spontaneous Pollination: Guidelines]. Moscow, 1979, 15 p.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ВИКОЗЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ НА СЕНАЖ И ЗЕРНО
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА И УДОБРЕНИЙ ПРИ РАЗНЫХ ПОГОДНЫХ
УСЛОВИЯХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ**

В.В. КОНОНЧУК, доктор сельскохозяйственных наук
С.М. ТИМОШЕНКО, В.Д. ШТЫРХУНОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук
Г.В. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ, доктор сельскохозяйственных наук
Т.О. НАЗАРОВА, А.В. МЕДНОВ, А.Д. КАБАШОВ, кандидаты
сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

В 2017-2019 годах на дерново-подзолистой среднеокультуренной почве Центрального Нечерноземья изучена реакция викоовсяной и википшеничной смесей на возрастающие дозы азота при разных погодных условиях вегетационного периода (ГТК 2,02-0,92). Установлено отрицательное влияние засухи на урожайность сенажной массы обеих травосмесей, сбор сырого протеина и обменной энергии и положительное – на их зерновую продуктивность.

Предпосевное внесение возрастающих доз азота в целом повышало продуктивность обеих смесей как на сенаж, так и на зерно, при затухающем характере влияния этого элемента.

Оптимальная доза азота N₃₀ на фоне РК способствовала получению в среднем 85-100 ц/га сенажной массы и 28-34 ц/га зерна с содержанием бобового компонента соответственно 40-46% и 18-24%, и обеспеченностью 1 кг кормовых единиц сырым протеином не ниже 170-190 г. и 120-130 г., обменной энергии 12,9-13,6 и 10,0-10,3 МДж соответственно.

Ключевые слова: бобовозлаковые смеси, состав, продуктивность, удобрения, погода, Нечерноземье, дерново-подзолистая почва.

**PRODUCTIVITY OF VETCH-CEREAL MIXTURES FOR HAYLAGE AND GRAIN
DEPENDING ON THE COMPOSITION AND FERTILIZERS UNDER DIFFERENT
WEATHER CONDITIONS IN THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION**

**V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov, G.V. Blagoveschensky,
T.O. Nazarova, A.V. Mednov, A.D. Kabashov.**

FSBI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

Abstract: In 2017-2019, on the sod-podzolic medium-cultivated soil of the Central Non-Black Earth Region, the reaction of vetch - oat and vetch - wheat mixtures to increasing doses of nitrogen was studied under different weather conditions of the growing season (hydrothermal coefficient 2.02-0.92). A negative effect of drought on the yield of hay mass of both grass mixtures, the collection of crude protein and metabolic energy, and a positive effect on their grain productivity were established.

The pre-sowing application of increasing doses of nitrogen as a whole increased the productivity of both mixtures both for haylage and for grain, with the decaying nature of the effect of this element.

The optimal dose of nitrogen N₃₀ against PK background contributed to an average of 85-100 kg/ha of hay weight and 28-34 kg/ha of grain with a bean component content of 40-46% and 18-24%, respectively, and a supply of 1 kg of feed units crude protein is not lower than 170-190g and 120-130 g, exchange energy 12.9-13.6 and 10.0-10.3 MJ, respectively.

Keywords: bean-cereal mixtures, composition, productivity, fertilizers, weather, non-chernozem region, sod-podzolic soil.

Зернобобовые культуры в чистых и смешанных посевах традиционно используются в кормопроизводстве Центрального Нечерноземья [1]. Площади их посевов невелики и ограничиваются недостатком ассортимента и наличия качественных семян [2, 3].

Наиболее распространены и популярны в регионе викоовсяные смеси с участием мелко- и крупносемянных сортов вики яровой и сортов овса, близких к ней по биологии развития и срокам созревания, таких как Скакун и Козырь, а в последние годы – Залп, устойчивый к полеганию и основным болезням зерновых злаковых культур.

В связи с выраженным потеплением климата в Нечерноземье и учащением чередования сухих и влажных лет снижаются объемы и стабильность производства и заготовки объемистых и концентрированных кормов, приготовляемых из традиционных однолетних бобовозлаковых смесей, ухудшаются их качественные характеристики. Исправление ситуации видится в расширении видового разнообразия смесей, в том числе и за счет возделывания посевов с участием вики и яровой пшеницы. По мнению некоторых авторов, эта смесь обеспечивает более стабильное производство высококачественных кормов за счет сохранения благоприятного энерго-протеинового соотношения в изменяющихся климатических условиях [4, 5].

Дискуссионным остается также вопрос о необходимости применения азотного удобрения под зернобобовые культуры, в частности – вику и викозлаковые смеси в Нечерноземье, учитывая способность последней к усвоению атмосферного азота и использованию его на формирование урожая [6, 7].

В связи с вышеизложенным, особую актуальность приобретают исследования по изучению реакции викозлаковых смесей, выращиваемых на сенаж и зерно, на применение азотных удобрений в зависимости от складывающихся метеорологических условий вегетационного периода с целью оптимизации состава и выявления как необходимости внесения азота, так и определения оптимальных доз его применительно к планируемой урожайности и качеству получаемой продукции.

Методика и условия исследования

Исследования проводили в 2017-2019 годах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном в Новомосковском Административном округе г. Москвы вблизи аэропорта Внуково у населенного пункта Соколово. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, подстилаемая суглинистой мореной с глубины 60 см.

Осенью после уборки предшественника (яровые зерновые) в пахотном (0-20 см) слое почвы содержалось подвижного фосфора (по Кирсанову) в 2017 году 100-140 мг/кг, в 2018 году 220-270 мг/кг, в 2019 году 190-240 мг/кг, подвижного калия (в 0,2н HCl вытяжке) 110-140, 180-230, 180-245 мг/кг соответственно по годам. Концентрация гидролитической кислотности в годы исследований изменялась от 2,3 до 2,9 мг-экв/100 г, pH_{KCl} от 5,3 до 6,3 единиц.

В краткосрочном полевом эксперименте в поле занятого пара изучали реакцию викоовсяной (2017 и 2019 годы) и викопшеничной (2018 и 2019 годы) смесей на удобрение по схеме: РК – фон, фон+N30, фон +N45. Дозы РК в фоновом варианте варьировали по годам и в 2017 году составляли P_2O_5 – 120 кг/га, K_2O – 150 кг/га, в 2018 - 2019 годах по 30 кг/га P_2O_5 и K_2O . В результате весной, в начале вегетации смеси (3 пары настоящих листьев вики, начало кущения пшеницы и овса) содержание P_2O_5 и K_2O в почве во все годы поддерживалось в пределах V-группы обеспеченности по принятым грациям (высокая). Таким образом, в среднем дозы фосфора и калия под викоовсяную смесь составили 75 кг/га P_2O_5 и 90 кг/га K_2O , под викопшеничную смесь – по 30 кг/га P_2O_5 и K_2O . Для посева использовали сорта Немчиновской селекции: вики – Уголек, овса – Залп, пшеницы яровой – Злата. Повторность четырехкратная. Общая площадь делянки 80 м², учетная – 27 м². Норма высева вики 1,25 млн/га, овса и пшеницы 3,0 млн/га (50:70 и 50:50) соответственно.

Посев проводили в лучшие агротехнические сроки (28 апреля – 8 мая) сеялкой Amazone D9, протравленными семенами: вики – Фундазолом (2 кг/т) за трое суток до посева, овса и яровой пшеницы – Винцитом Форте (1,2 л/т). Семена вики за сутки до посева обрабатывали раствором молибденово-кислого аммония (50 г на 10 литров воды) и активным штаммом азотфиксирующих бактерий производства ВНИИСХМ (г. Пушкин, Ленинградской области). Из удобрений использовали аммофос (8:52), калийное бесхлорное удобрение с содержанием K_2O 56%, и аммиачную селитру (34,4% N). Фосфорно-калийное удобрение вносили с осени под зябь, аммиачную селитру – весной под культивацию перед посевом.

Защита растений в смешанных посевах состояла из двукратной обработки инсектицидами БИ-58 (ветвление вики, кущение злаков) и Эфория для защиты от семяеда после цветения бобового компонента.

В течение вегетации урожайность учитывали дважды – в начале восковой спелости злакового компонента на сенаж и в полную спелость – на зерно с использованием соответственно миникосилки роторного типа, агрегируемой с минитрактором КМЗ и селекционного комбайна Wintersteiger. Результаты учетов подвергались статистической обработке по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы Statgraf. При закладке полевого эксперимента, учетах и наблюдениях в течение вегетации бобовозлаковых смесей использовали рекомендации, изложенные в «Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (М., 1985). Агрохимические анализы образцов почвы и растений, отобранных перед каждым учетом из двух не смежных повторений, проводили в аккредитованной лаборатории массовых анализов института по методикам и ГОСТам, принятым в Агрохимической службе. Содержание сырого протеина в компонентах сенажной массы и зерна рассчитывали умножением количества общего азота на 6,25, содержание и накопление обменной энергии – согласно «Методических указаний...» (Сычев, Лепешкин, 2009).

По данным метеорологических наблюдений Немчиновской АМС вегетационный период (май-август) 2017 года отличался высоким уровнем увлажнения при повышенном температурном режиме (ГТК 2,02), в 2018 году – умеренной (ГТК 0,99), а в 2019 году выраженной засушливостью (ГТК 0,92) при средней многолетней величине гидротермического коэффициента 1,52, что оказывало определенное влияние на продуктивность бобовозлаковых смесей, ботанический состав получаемого урожая, эффективность удобрений.

Результаты и обсуждение

Исследованиями установлено, что во влажном 2017 году (ГТК 2,02) урожайность сенажной массы и зерна викоовсянной смеси в варианте Р120К150 без внесения азотных удобрений составила 84 ц/га и 29,2 ц/га. На этом фоне предпосевное удобрение азотом в дозах 30-45 кг/га N повышало урожайность сенажной массы до 111,1 -116,4 ц/га, зерна – до 30,5-33,8 ц/га (+32-38% и 4-16%) при затухающем характере их влияния (табл. 1).

Ухудшение влагообеспеченности посевов в 2019 году (ГТК 0,92) приводило к снижению урожайности сухой сенажной массы до 73,2-91,9 ц/га, но повышало урожайность зерна до 35,0-42,4 ц/га (- 13-21% и + 20-25%) к одноименным величинам предыдущего года, что может быть обусловлено разной направленностью распределения потоков пластических веществ в контрастных условиях увлажнения [8]. При этом изучаемые дозы азота оказывали положительное влияние на величины урожайности (+ 24-26% и + 8-21%) к фоновому варианту Р30К30). Оптимальной следует считать дозу азота 30 кг/га, которая совместно с РК – удобрением способствовала формированию 91-111 ц/га (+ 32 и 24%) сухой сенажной массы и 34-42 ц/га (100%) зерна в зависимости от условий увлажнения. В среднем за два года эффективность этой дозы азота при урожайности сенажной массы порядка 100 ц/га (96% от достигнутого максимума), зерна – 38 ц/га (100%) составила соответственно 27% и 19%. Увеличение дозы N до 45 кг/га не приводило к достоверному росту урожайности или снижало ее (табл. 1).

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений на продуктивность викоовсяной смеси в зависимости от условий увлажнения

Показатели	Дозы и сочетание удобрений, кг/га *)	Годы, гидротермический коэффициент					
		2017, 2,02		2019, 0,92		среднее за 2017-2019 г.г.	
		продукция **)					
		сухая масса	зерно	сухая масса	зерно	сухая масса	зерно
Урожайность, ц/га	РК	<u>84,1</u> 72	<u>29,2</u> 47	<u>73,2</u> 19	<u>35,0</u> 2	<u>78,6</u> 46	<u>32,4</u> 24
	N30PK	<u>111,1</u> 80	<u>33,8</u> 48	<u>90,8</u> 11	<u>42,4</u> 1	<u>100,1</u> 46	<u>34,2</u> 22
	N45PK	<u>116,4</u> 62	<u>30,5</u> 44	<u>91,9</u> 12	<u>37,8</u> 1	<u>104,2</u> 37	<u>34,2</u> 22
НСР ₀₅ , ц/га		6,9	2,0	14,4			
Сбор сырого протеина, ц/га	РК	<u>12,4</u> 85	<u>4,6</u> 68	<u>6,3</u> 25	<u>4,6</u> 4	<u>9,4</u> 55	<u>4,6</u> 36
	N30PK	<u>19,2</u> 89	<u>5,6</u> 66	<u>9,1</u> 11	<u>5,3</u> 1	<u>14,2</u> 50	<u>5,4</u> 34
	N45PK	<u>14,7</u> 70	<u>4,9</u> 60	<u>10,1</u> 15	<u>5,0</u> 1	<u>12,4</u> 42	<u>5,0</u> 30
Накопление обменной энергии, ГДж/га	РК	<u>80,0</u> 66	<u>35,9</u> 49	<u>61,2</u> 21	<u>42,0</u> 2	<u>70,6</u> 44	<u>39,0</u> 26
	N30PK	<u>113,0</u> 85	<u>41,2</u> 50	<u>78,5</u> 10	<u>50,5</u> 1	<u>95,8</u> 48	<u>45,8</u> 26
	N45PK	<u>108,1</u> 58	<u>37,2</u> 46	<u>81,0</u> 13	<u>45,5</u> 1	<u>94,6</u> 36	<u>41,4</u> 24

*) в 2017 году P120K150, в 2019 – P30K30

**) в числителе – ц/га, в знаменателе – доля вики, %, тоже и в табл. 2.

Следует отметить, что азотное удобрение, повышая урожайность сенажной массы и зерна викоовсяной смеси в условиях высокого увлажнения, оказывало также положительное влияние на долю бобового компонента в ней, наиболее выраженное в оптимальном варианте. При недостатке осадков в 2019 году азотное удобрение снижало долю вики в конечном урожае, но отрицательное влияние погодного фактора все же было более заметным (табл. 1).

Сбор сырого протеина при дозе N30, обеспечившей получение урожайности, близкой к достигнутым максимальным значениям, в зависимости от условий изменялся от 19,2 ц/га до 9,2 ц/га (сенаж) и от 5,3 до 5,6 ц/га (зерно), а в среднем составлял 14,2 ц/га и 5,4 ц/га, в котором доля вики доходила до 50% и 34% с колебаниями по годам 89-11% и 66-1% соответственно. Накопление обменной энергии в урожае сенажа при этом варьировало от 78 до 113 ГДж/га, зерна – от 41 до 50 ГДж/га, а в среднем за два года исследований составило 96 и 46 ГДж/га (табл.1). В расчете на 1 кг кормовых единиц концентрация сырого протеина и обменной энергии в сенажной массе достигла 190 г. и 12,8 МДж, в зерне – 121 г. и 10,3 МДж, которые соответствовали требованиям ГОСТа к кормам соответственно первого и второго класса качества.

В более жестких условиях увлажнения 2018-2019 годов (ГТК 0,99 и 0,92) викопшеничная смесь снижала урожайность сенажной массы и зерна в сравнении со смесью предыдущего состава на 19% и 20% соответственно или в среднем до 85 ц/га и до 28 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние минеральных удобрений на продуктивность викошеничной смеси
в зависимости от условий увлажнения**

Показатели	Дозы и сочетание удобрений, кг/га *)	Годы, гидротермический коэффициент					
		2018, 0,99		2019, 0,92		среднее за 2018-2019 г.г.	
		продукция					
		сухая масса	зерно	сухая масса	зерно	сухая масса	зерно
Урожайность, ц/га	P30K30	<u>59,6</u> 66	<u>24,0</u> 36	<u>91,7</u> 14	<u>29,6</u> 4	<u>75,6</u> 40	<u>26,8</u> 20
	N30P30K30	<u>88,5</u> 51	<u>19,6</u> 35	<u>80,7</u> 28	<u>35,9</u> 1	<u>84,6</u> 40	<u>27,8</u> 18
	N45P30K30	<u>64,0</u> 30	<u>20,3</u> 34	<u>75</u> 13	<u>36,5</u> 1	<u>69,5</u> 22	<u>28,4</u> 18
НСР ₀₅ , ц/га		10,9	3,6				
Сбор сырого протеина, ц/га	P30K30	<u>9,3</u> 77	<u>4,7</u> 49	<u>10,9</u> 16	<u>3,7</u> 8	<u>10,1</u> 46	<u>4,2</u> 28
	N30P30K30	<u>10,6</u> 59	<u>3,9</u> 47	<u>8,7</u> 34	<u>5,3</u> 2	<u>9,6</u> 46	<u>4,6</u> 24
	N45P30K30	<u>8,0</u> 43	<u>4,2</u> 48	<u>7,7</u> 16	<u>5,4</u> 2	<u>7,8</u> 30	<u>4,8</u> 25
Накопление обменной энергии, ГДж/га	P30K30	<u>57,8</u> 66	<u>30,4</u> 37	<u>82,2</u> 15	<u>35,3</u> 4	<u>70,0</u> 40	<u>32,8</u> 20
	N30P30K30	<u>82,6</u> 51	<u>24,9</u> 35	<u>70,9</u> 30	<u>44,0</u> 1	<u>76,8</u> 40	<u>34,4</u> 18
	N45P30K30	<u>32,3</u> 30	<u>25,8</u> 35	<u>64,8</u> 14	<u>44,7</u> 1	<u>63,6</u> 22	<u>35,2</u> 18

При разной по годам направленности влияния азотных удобрений на продуктивность, максимум сбора сухой массы, в среднем за два года равно 84,6 ц/га и зерна 28,4 ц/га обеспечивались внесением N30-45 на фоне P30K30. Но учитывая, что урожайность зерна по меньшей дозе составила 27,8 ц/га или 98% от достигнутого максимума, ее и следует признать оптимальной в конкретных условиях возделывания. Эффективность сочетания N30P30K30 при выращивании на сенаж составила 12%, на зерно – 4%. Сбор сырого протеина и накопление обменной энергии в урожае сенажной массы находились в пределах 8,7-10,6 ц/га и 70,9-82,6 ГДж/га, а доля вклада вики в их формирование 34-59 и 30-51%, в урожае зерна – 3,9-5,3 ц/га, 24,9-44,0 ГДж/га, 2-47% и 1-35% или в среднем – 9,6 ц/га и 4,6 ц/га, 46% и 24%, 76,8 ГДж/га и 34,4 ГДж/га, 46% и 18% (табл. 2). В расчете на 1 кг кормовых единиц сенажной массы это составило 170 г. и 13,6 МДж, зерна – 133 г. и 10,0 МДж, что, как и в случае викоовсяной смеси соответствовало первому и второму классам качества. Доля участия вики в формировании урожая сенажной массы, накоплении в ней протеина и энергии в среднем за два года исследований в оптимальном по продуктивности варианте изменялась от 40 до 46%, при выращивании на зерно – уменьшалась до 18-24% (табл. 2).

Следовательно, по установленным в опыте величинам продуктивности обе изучаемые викозлаковые смеси вполне могут возделываться в Центре Нечерноземной зоны России с целью производства сенажа в широком диапазоне условий увлажнения. Однако, для получения урожая зерносмеси с более высокими показателями качества по энерго-протеиновому соотношению за счет увеличения в ней доли бобового компонента при прогнозируемой засухе дополнительно к традиционным необходимо предусматривать посевы бобовозлаковых смесей с участием более засухоустойчивого бобового компонента, например – посевного или полевого гороха.

Представленные нами результаты носят предварительный характер. С целью получения более объективной информации по реакции однолетних бобовозлаковых смесей на удобрение и условия увлажнения исследования планируется продолжить в будущем с более широким составом травосмесей.

Литература

1. Новоселов Ю.К., Шпаков А.С., Новоселов М.Ю., Рудоман В.В. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния // Кормопроизводство. – 2010. – № 7. – С. 19-22.
2. Агропромышленный комплекс России в 2017 году. – М. – 2018. – 560 с.
3. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2. – С. 4-10.
4. Башмаков А.А., Прудников А.Д., Юшко Н.А. Продуктивность зернобобовых культур в чистых и смешанных посевах // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях / Сб. материалов Международной науч.-практ. конф., посвященной 35-летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА». Смоленск. – 2010. Ч1. – С. 44-46.
5. Мазуров В.Н., Лукашов В.Н., Исаков А.Н. Использование зернобобовых культур и бобовозлаковых смесей на корм скоту в условиях Калужской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 123-125.
6. Шаманаев В.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность викоовсяной смеси и ее компонентов // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях / Сб. материалов Международной науч.-практ. конф., посвященной 35-летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА», ч.1. Смоленск. – 2010. – С. 296-298.
7. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Благовещенский Г.В., Штырхунув В.Д., Соболев С.В., Назарова Т.О. Влияние удобрений на урожайность и кормовые достоинства зернобобовых культур в Центральном Нечерноземье // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 5. – С. 54-66.
8. Агаркова С.Н., Головина Е.В., Беляева Р.В. Формирование продуктивности сортами люпина узколистного в контрастных метеорологических условиях // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1 (29). – С. 31-37.

References

1. Novoselov Yu.K., Shpakov A.S., Novoselov M.Yu., Rudoman V.V. Rol' bobovykh kul'tur v sovershenstvovanii polevogo travoseyaniya [The role of legumes in improving field grass cultivation]. *Kormoproizvodstvo*. 2010, no.7, pp. 19-22.
2. Agropromyshlenniy kompleks Rossii v 2017 godu [Agro-industrial complex of Russia in 2017]. Moscow. 2018, 560 p.
3. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Razvitie proizvodstva zernobobovykh kul'tur v Rossiiskoi Federatsii [The development of the production of leguminous crops in the Russian Federation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2018. no.2, pp. 4-10.
4. Bashmakov A.A., Prudnikov A.D., Yushko N.A. [Leguminous crop productivity in clean and mixed crops. Scientific support of agricultural production in modern conditions]. *Sb. materialov Mezhdunarodnoi nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi 35-letiyu FGOU VPO «Smolenskaya GSKhA»* [Materials intern. Sci. - practical conf. dedicated to the 35th anniversary of FGOU VPO «Smolenskaya GSKhA»]. Smolensk. 2010. Part 1, pp. 44-46.
5. Mazurov V.N., Lukashov V.N., Isakov A.N. Ispol'zovanie zernobobovykh kul'tur i bobovozlakovykh smesei na korm skotu v usloviyakh Kaluzhskoi oblasti [The use of leguminous crops and legume-cereal mixtures for livestock feed in the conditions of the Kaluga region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2013, no.2(6), pp. 123-125.
6. Shamanaev V.A. [The effect of mineral fertilizers on the productivity of the oatmeal mixture and its components. Scientific support of agricultural production in modern conditions]. *Sb. materialov Mezhdunarodnoi nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi 35-letiyu FGOU VPO «Smolenskaya GSKhA»* [Materials intern. Sci. - practical conf. dedicated to the 35th anniversary of FGOU VPO «Smolenskaya GSKhA»]. Smolensk. 2010. Part 1, pp. 296-298.
7. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Blagoveshchenskii G.V., Shtyrkhunov V.D., Sobolev S.V., Nazarova T.O. Vliyanie udobrenii na urozhainost' i kormovye dostoinstva zernobobovykh kul'tur v Tsentral'nom Nечернозем'e [The effect of fertilizers on productivity and forage advantages of leguminous crops in the Central Non-Black Earth Region]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2019, no.5, pp.54-66.
8. Agarkova S.N., Golovina E.V., Belyaeva R.V. Formirovanie produktivnosti sortami lyupiina uzkolistnogo v kontrastnykh meteorologicheskikh usloviyakh [Formation of productivity by varieties of narrow-leaved lupine in contrasting meteorological conditions]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019, no.1 (29), pp. 31-37.

ТРАНСПИРАЦИЯ РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЕРНОВОГО ТИПА В ОНТОГЕНЕЗЕ

О.А. МИЮЦ, научный сотрудник

Е.И. ЧЕКАЛИН*, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

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

Изучались особенности интенсивности транспирации и устьичной проводимости в листьях растений фасоли обыкновенной (Phaseolus vulgaris L.) зернового типа 12 сортов относящихся к разным периодам селекции, в наиболее важные фазы онтогенеза. В разные годы исследований в зависимости от погодных условий наблюдались разные значения интенсивности транспирации и устьичной проводимости независимо от фазы онтогенеза. Так, в 2012 году отмечалось падение интенсивности транспирации на 29,3% и устьичной проводимости на 53,6% в фазу полное цветение, что было связано с воздействием высокой температуры (31,7°C) и небольшим количеством осадков, выпавших за декаду. Затем, к фазе плоский боб, при снижении температуры до оптимального (24,7°C) для фасоли обыкновенной значения, интенсивность транспирации и устьичная проводимость повышались на 38,0% и 12,0 % соответственно. В 2013 году, напротив, интенсивность транспирации и устьичная проводимость повышались в фазу полное цветение на 46,2% и 69,4% соответственно, и резко снижались в фазу плоский боб: интенсивность транспирации – на 89,5%; устьичная проводимость – на 85,2%, что было связано с влиянием высокой температуры и засухи в межфазный период вегетации растений фасоли. Таким образом, выявлена сильная зависимость протекания процессов транспирации и устьичной проводимости в листьях растений фасоли обыкновенной от погодных условий, независимо от фаз онтогенеза.

Ключевые слова: интенсивность транспирации, устьичная проводимость, фасоль обыкновенная, сорт, фенофаза, коэффициент корреляции.

FEATURES OF TRANSPIRATION OF COMMON BEAN IN MAIN GROWTH PHASES

O.A. Miyuc, E. I. Chekalin*

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

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

E-mail: olga.lebkova@yandex.ru

Abstract: Studied features of transpiration intensity and stomatal conductance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) leaves of 12 varieties classified to different times of breeding in its main growth phases. There was occurred decrease of transpiration intensity by 29,3% and stomatal conductance by 53,6% in full flowering phase, which depended on high temperature (31,7°C) and low rainfall over this growth phase. When the temperature was optimal for normal common bean growth rate (24,7°C), the transpiration intensity increased by 38,0% and stomatal conductance increased by 12,0%. In 2013, there was increasing of the transpiration intensity by 46,2% and stomatal conductance by 69,4% in full flowering phase. In phase of green pod was occurred strongly decreasing of the transpiration intensity (89,5%) and stomatal conductance (85,2%) rate in leaves of common beans because of dry environment conditions. In the end of research studied dependence of transpiration intensity and stomatal conduction on weather conditions and regardless of growth phases.

Keywords: transpiration intensity, stomatal conductance, common bean, variety, the phenological stage, correlation coefficient.

Транспирация (испарение воды листьями растений через устьица) - один из наиболее важных физиологических процессов в растении. С помощью транспирации обеспечивается транспорт минеральных и частично органических веществ, за счет непрерывного тока воды от корневой системы к листьям, объединяя органы растения в единую систему [1, 2]. Кроме того, транспирация является источником защиты растения от перегрева и обезвоживания за счет увеличения уровня испарения воды через устьица листа, поддерживая, таким образом, близкую к оптимальной температуру, необходимую для нормального протекания процессов жизнедеятельности растения [1, 3, 4]. Уровень транспирации зависит от факторов окружающей среды и регулируется растением за счет степени открытия устьичной щели, тем самым, по необходимости, изменяя интенсивность испарения молекул воды и поступление молекул углекислого газа в лист (уровень устьичной проводимости), частично обеспечивая засухо- и влагоустойчивость растений, и позволяя реализовать стабильную продуктивность сельскохозяйственных растений независимо от погодных условий [1, 5, 6, 7, 8, 9]. В связи с этим, изучение уровня транспирации у сельскохозяйственных растений, в том числе фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), требует особенно пристального внимания. Ранее нами изучались особенности показателей темновых реакций фотосинтеза, тесно связанных с процессами транспирации и устьичной проводимостью, зависящими от скорости обмена молекулами воды и углекислого газа, через просвет устьичной щели, с использованием ниже описанной оригинальной методики [10].

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в 2012-2013 гг. в рамках тематического плана ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование» ОрелГАУ им. Н.В. Парахина под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора А.В. Амелина и в соответствии с заданием Министерства сельского хозяйства РФ. Полевые опыты закладывались в севообороте лаборатории селекции зернобобовых культур ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. Площадь делянки составляла 10 м². Повторность 3-х кратная, размещение рендомизированное [11]. Объектами исследования являлись 12 сортообразцов фасоли обыкновенной, условно поделенные на 5 групп, относящихся к различным периодам селекции по десятилетиям (табл. 1).

Таблица 1

Сорта фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.)

Сортообразцы	Периоды селекции	Год внесения в Госреестр	Откуда получен	Примечание
Кустовая без волокна 85	1940-1950 гг.	1943	Грибовская ОСОС	продуктивный
Московская зеленостручная		1943	Грибовская ОСОС	белый, крупносемянный.
Сакса без волокна 615		1943	Улучшена на Верхне-Хавской ОС	раннеспелый
Горналь	1980-1990 гг.	1988	ФНЦ ЗБК	продуктивный
Днепропетровская бомба		-	Всесоюзный НИИ кукурузы	продуктивный
Нерусса	1990-2000 гг.	1991	ФНЦ ЗБК	продуктивный
Оран		1997	ФНЦ ЗБК	раннеспелый
Шоколадница	2000-2009 гг.	2004	ФНЦ ЗБК	продуктивный
Гелиада (st)		2009	ФНЦ ЗБК	раннеспелый
Рубин		2001	ФНЦ ЗБК	раннеспелый
Услада	2010-2013 гг.	-	ФНЦ ЗБК	высокотехнолог.
02-173		-	ФНЦ ЗБК	высокотехнолог.

Измерение показателей интенсивности транспирации проводили по оригинальной методике с помощью портативного газоанализатора LI-6400 (производитель: компания LI COR inc., США), который позволяет в контролируемых условиях на интактных растениях фиксировать поглощение CO_2 , транспирацию, устьичное сопротивление, температуру воздуха и листа в момент измерения. Учеты велись в наиболее важные для формирования урожая фазы роста растений: 3-5 настоящих листьев, полное цветение и плоский боб. Замеры проводились в первой половине дня, начиная с 10 часов утра по московскому времени. Погодные условия приведены в соответствии с данными агрометеорологического поста ФГБНУ ФНЦ ЗБК. Полученные экспериментальные данные были обработаны статистически с использованием современных компьютерных программ и учетом методических указаний Б.А. Доспехова (1979).

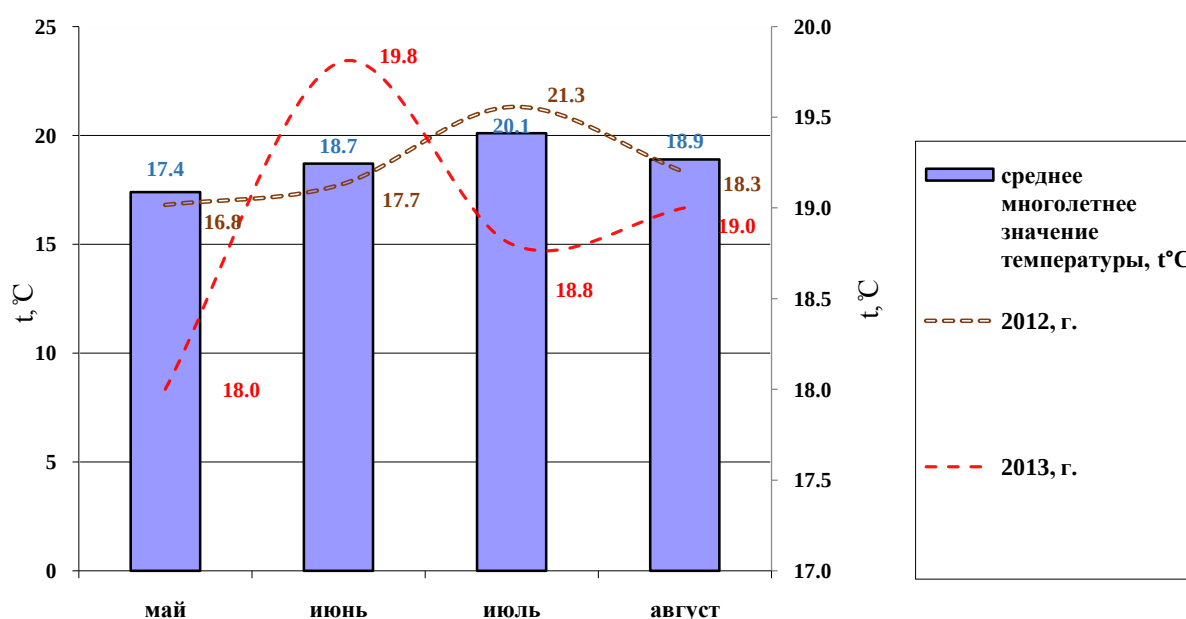


Рис. 1. Температура в 2012-2013 гг.

Температура в июне 2012 года в среднем была на 1°C ниже среднего многолетнего показателя, а количество осадков – на 4,2 мм выше его среднего многолетнего значения. Июль на $1,2^{\circ}\text{C}$ теплее, а количество осадков на 1,6 мм выше среднего многолетнего значения для этого месяца (рис 1, 2). Температура в августе 2012, была ниже среднего многолетнего значения на $0,6^{\circ}\text{C}$, а количество выпавших осадков – выше на 6,2 мм.

Июнь 2013 год был теплее на $2,1^{\circ}\text{C}$, по сравнению с 2012 годом, а также превышал $0,9^{\circ}\text{C}$ среднее многолетнее значение. Количество осадков в этом месяце было существенно ниже, чем в 2012 году: на 8,4 мм и на 4,2 мм ниже среднего многолетнего значения. Июль 2013 в среднем был прохладнее июля 2012 года на $2,5^{\circ}\text{C}$ и ниже средней многолетней температуры на 1,3 градус. Осадков выпало меньше, чем в 2012 году на 3,3 мм и ниже на 1,7 мм среднего многолетнего значения. Средняя температура в августе 2013 была на $0,7^{\circ}\text{C}$ выше в сравнении с августом 2012 и на $0,1^{\circ}\text{C}$ ниже среднего многолетнего значения, тогда как количество выпавших осадков было существенно меньше, чем в том же месяце 2012 года, а также ниже среднего многолетнего значения на 12,4 мм и 6,2 мм соответственно. Таким образом, погодные условия в период вегетации фасоли 2012 года были более благоприятными, в сравнении с засушливыми условиями 2013 года (рис.1, 2).

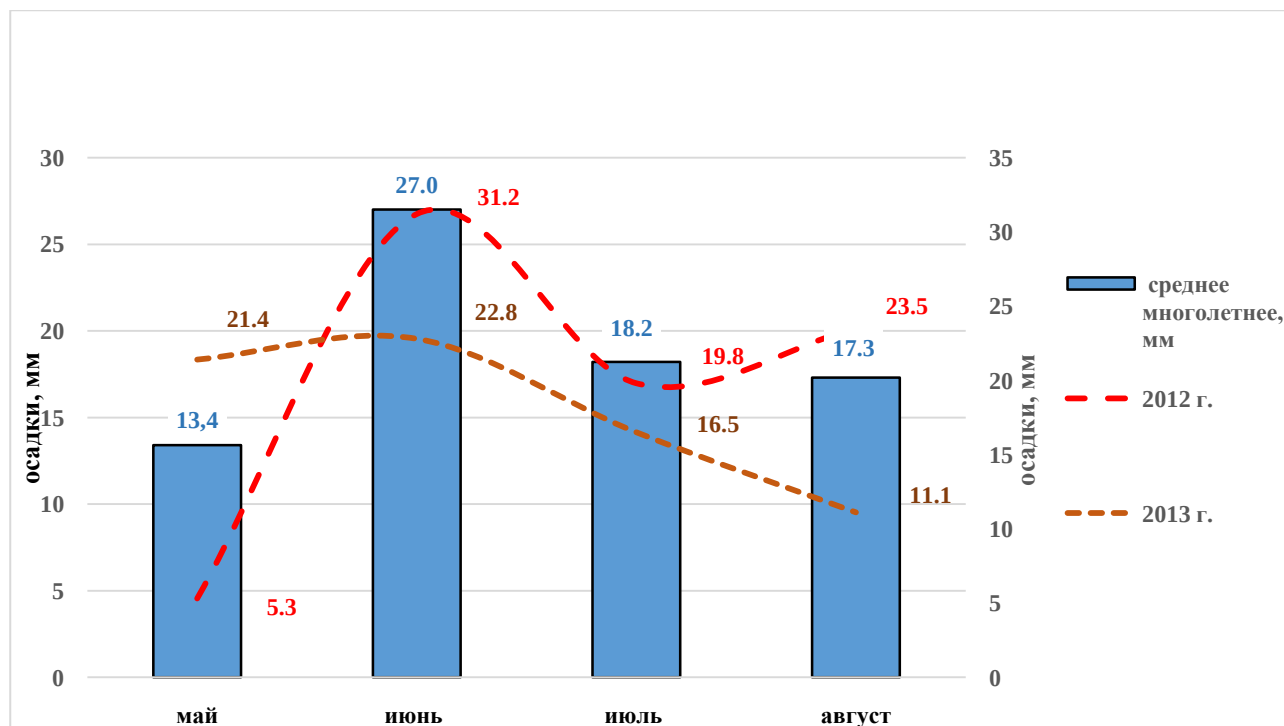


Рис. 2. Количество осадков в 2012-2013 гг.

Результаты исследований и их обсуждение

Изучались особенности интенсивности транспирации в наиболее важные для роста фазы онтогенеза у двенадцати сортообразцов кустовой фасоли зернового типа, условно разделенных на пять групп, относящихся к разным периодам селекции культуры.

В результате исследований была выявлена существенная разница в значениях интенсивности транспирации и устьичной проводимости молекул воды и углекислого газа у растений фасоли обыкновенной в разные годы исследования (рис. 3, 4, табл. 2).

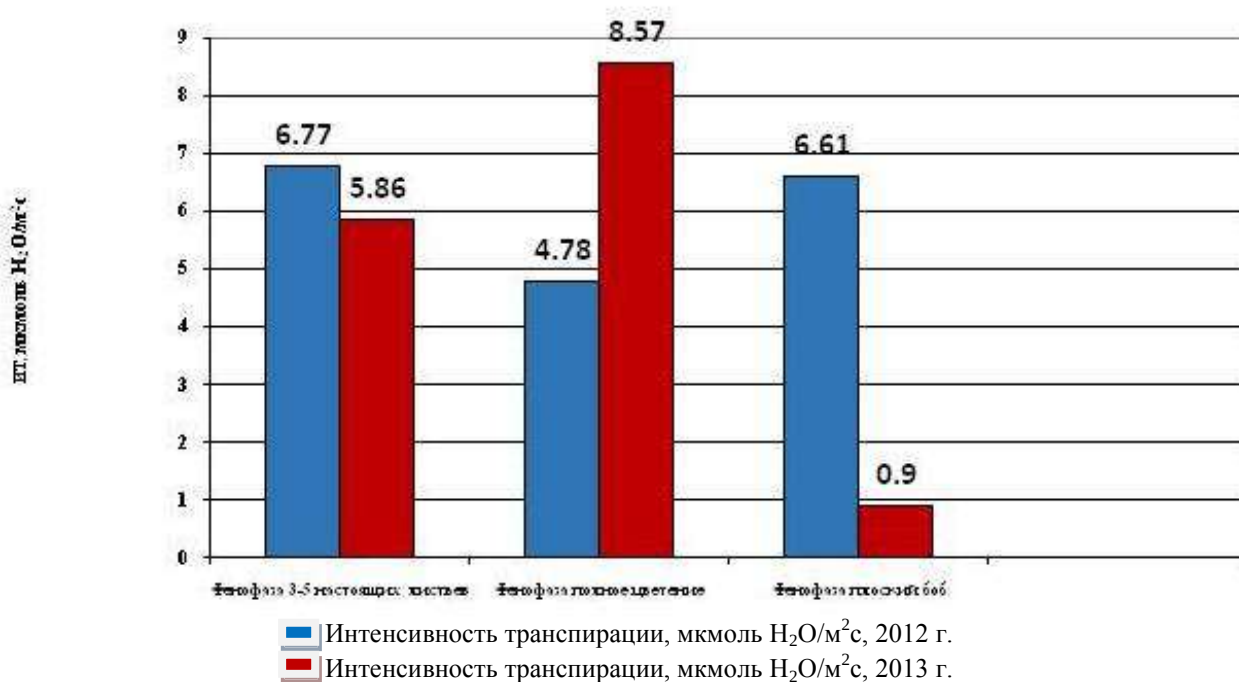


Рис. 3. Динамика изменения интенсивности транспирации в среднем по фазам роста фасоли обыкновенной, 2012 г.

В 2012 году фаза онтогенеза 3-5 настоящих листьев отмечалась в первой декаде июня, средняя температура, зафиксированная газоанализатором в момент измерения: 26,5°C, а относительная влажность воздуха – 68%; количество осадков, выпавших за декаду, составило 34,0 мм. Фенофаза полное цветение фасоли обыкновенной наблюдалась в начале первой декады июля, фаза онтогенеза плоский боб – третья декада июля. Средняя температура, зафиксированная в период измерения интенсивности транспирации, в фенофазу полное цветение составляла 31,7°C, относительная влажность воздуха – 56%, количество выпавших за декаду осадков 16,2 мм. Средняя температура и относительная влажность воздуха в фазу плоский боб 24,7°C и 80% соответственно, количество выпавших за декаду осадков 33,2 мм.

Наблюдались значительные изменения уровня транспирации у всех сортов фасоли обыкновенной в зависимости от средней температуры и влажности воздуха по фазам роста и развития (рис. 3). При повышении температуры на 5,2°C и снижении относительной влажности воздуха, а также количестве выпавших осадков в фазу полное цветение, интенсивность транспирации падала на 29,3% по сравнению с фазой 3-5 настоящих листьев. Затем, при снижении температуры до оптимального для вегетации фасоли значения (24,7°C), а также увеличении относительной влажности воздуха и числа выпавших осадков, интенсивность транспирации повышалась на 38%, по сравнению с предыдущей фенофазой 3-5 настоящих листьев. Устьичная проводимость падала на 53,6% в фазу полное цветение и повышалась на 12% в фенофазу плоский боб по сравнению с предыдущей (рис. 4). Коэффициент корреляции зависимости интенсивности транспирации от температурного режима в 2012 году составлял $r = 0,44$, а корреляция зависимости данного показателя от влажности воздуха $r = -0,47$.

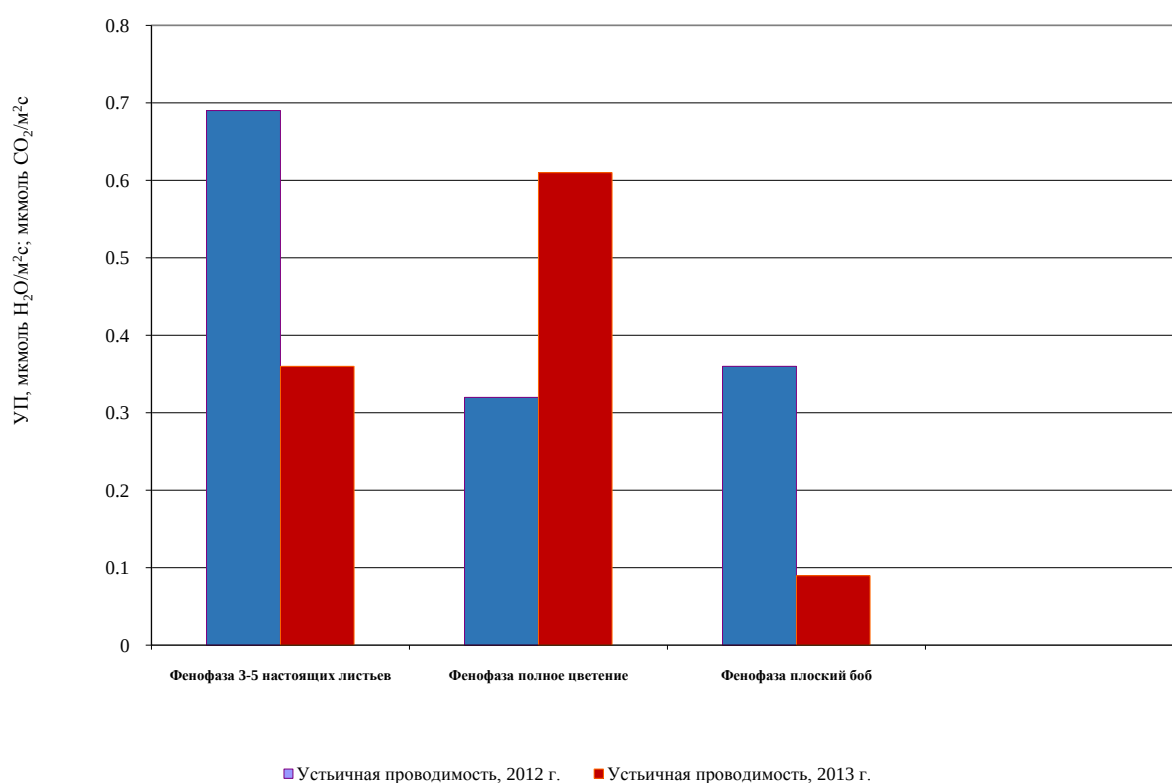


Рис. 4. Динамика изменения устьичной проводимости (УП) у фасоли обыкновенной по фазам роста, в среднем, 2012-2013 гг.

В 2013 году фенофаза 3-5 настоящих листьев наблюдалась в первую декаду июня, средняя температура воздуха, зафиксированная с помощью газоанализатора в день измерения 27,4°C, при относительной влажности воздуха 62%; величина осадков, выпавших за первую декаду июня – 3,6 мм. Фаза роста и развития фасоли обыкновенной полное

цветение отмечалась в последней декаде июня, температура воздуха в момент проведения замеров: 29,8°C, относительная влажность воздуха 51%, количество выпавших в эту декаду осадков 53,6 мм. Фенофаза плоский боб наблюдалась в конце второй декады июля: средняя температура воздуха в день исследований 28,5°C, относительная влажность воздуха 74%, количество осадков за декаду – 17,7 мм. В среднем температура воздуха в июне-июле 2013 года была на 2-5 градусов выше оптимальной для вегетации фасоли (18-25°C).

Средняя температура воздуха, зафиксированная прибором в поле в день измерения интенсивности транспирации у сортообразцов фасоли обыкновенной в фазу 3-5 настоящих листьев в 2013 году была выше, чем в 2012 году на 0,9°C, а относительная влажность воздуха и количество осадков ниже в сравнении тем же годом. Показатели интенсивности транспирации и устьичной проводимости в эту фазу были ниже в сравнении с 2012 годом.

В фенофазу полное цветение средняя температура по данным газоанализатора была выше, чем в фазу 3-5 настоящих листьев на 2,4 градуса, а относительная влажность воздуха 51% (ниже, чем 2012 году на 5%), количество выпавших за декаду осадков 53,6 мм. В этих условиях скорость транспирации повышалась на 46,2%, а устьичная проводимость – на 69,4% в сравнении с предыдущей фенофазой.

В фазу плоский боб интенсивность транспирации и устьичная проводимость резко снижались соответственно на 89,5% и на 85,2% (рис. 3, 4), что, скорее всего, объясняется постоянным воздействием повышенной для нормального роста и развития фасоли обыкновенной температуры, сниженной влажности воздуха, а также недостаточным количеством осадков, наблюдавшимися в межфазный период. Коэффициент корреляции между активностью транспирации и температурой в 2013 году равнялся $r = 0,59$, а коэффициент корреляции зависимости интенсивности транспирации от относительной влажности воздуха достигал значения $r = -0,93$.

Коэффициент корреляции между устьичной проводимостью и влажностью воздуха у фасоли обыкновенной, в среднем за два года наблюдений, выявил слабую отрицательную зависимость изученного показателя от фактора (влажность воздуха) $r = -0,37$. Коэффициент корреляции между величиной устьичной проводимости и температурой воздуха в среднем за 2012-2013 гг. исследований был близок к нулю $r = 0,03$. Однако корреляция между показателем интенсивности транспирации и устьичной проводимости в среднем по двум годам $r = 0,73$, говорит о тесной взаимосвязи процесса транспирации и величины значения устьичной проводимости у фасоли обыкновенной.

Отмечались некоторые сортовые особенности в степени интенсивности транспирации в разные годы исследования. В 2012 году сорт Гелиада (st.) выделился среди всех, как образец с наиболее стабильным и высоким показателем интенсивности транспирации. Так, в фенофазу полное цветение скорость испарения молекул воды у растений фасоли сорта Гелиада (st.) возрастала до 8,6 мкмоль $\text{H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$, тогда как у остальных сортообразцов уменьшалась. В 2012 году у сортов Горналь и Оран в фенофазу полное цветение интенсивность транспирации снижалась, затем слабо изменялась в фазу плоский боб. Наименьшие и наибольшие значения интенсивность транспирации в 2012 году отмечались соответственно у сорта Сакса без волокна 615 – 3,7 мкмоль $\text{H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$ (фенофаза полное цветение) и сорта Днепропетровская бомба – 9,3 мкмоль $\text{H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$ (плоский боб) (табл. 2).

В 2013 году у сорта Горналь интенсивность транспирации в фенофазу 3-5 настоящих листьев, а также в фазу полное цветение была на одном уровне (6,1 мкмоль $\text{H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$), в то время как у остальных сортообразцов было отмечено резкое увеличение показателя. Самые высокие значения интенсивности транспирации за вегетацию отмечались у сортов Услава от 1,1 до 9,9 мкмоль $\text{H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$ и Шоколадница от 1,1 до 9,8 мкмоль $\text{H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$. Наименьшее значение интенсивности транспирации в 2013 году отмечалось у сорта Сакса без волокна 615 – 0,6 мкмоль $\text{H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$ (плоский боб), а наибольшее – у сорта Услава 9,9 мкмоль $\text{H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$ (полное цветение) (табл. 2). Среди изученных групп самым высоким и стабильным показателем интенсивности транспирации по двум годам выделились группы сортов, относящиеся к 2000-2009 гг. и 2010-2013 гг. периодам селекции.

Таблица 2

Интенсивность транспирации растений фасоли обыкновенной в наиболее важные фазы онтогенеза, 2012 -2013 гг. мкмоль Н₂О/м²с.

Сортообразец	2012			2013		
	Фаза 3-5 настоящих листьев	Полное цветение	Плоский боб	Фаза 3-5 настоящих листьев	Полное цветение	Плоский боб
Сорта селекции 1940-1950 гг.						
Кустовая б/в 85	7,2	3,9	5,8	4,6	7,2	0,9
Московская зеленостручная	6,8	4,1	8,4	5,7	8,9	0,8
Сакса б/в 615	6,5	3,7	5,7	4,0	8,8	0,6
Среднее по группе	6,8	3,9	6,6	4,8	8,3	0,8
Сорта селекции 1980-1990 гг.						
Горналь	7,2	4,1	4,5	6,1	6,1	0,8
Днепропетровская бомба	6,9	5,2	9,3	5,9	8,4	1,2
Среднее по группе	7,0	4,7	6,9	6,0	7,2	1,00
Сорта селекции 1990-2000 гг.						
Нерусса	6,1	3,9	6,0	4,6	7,2	0,9
Оран	6,4	4,3	4,5	7,0	9,0	0,7
Среднее по группе	6,3	4,1	5,3	5,8	8,1	0,8
Сорта селекции 2000-2009 гг.						
Шоколадница	7,0	5,0	6,0	7,2	9,8	1,1
Гелиада (st)	7,1	8,6	7,4	5,6	9,5	1,0
Рубин	6,8	5,0	8,6	5,7	9,5	1,2
Среднее по группе	7,0	6,2	7,3	6,1	9,6	1,1
Сорта селекции 2010-2013 гг.						
Услава	6,6	6,0	5,4	7,0	9,9	1,1
02-173	6,91	4,01	8,4	6,1	9,4	0,7
Среднее по группе	6,8	5,0	6,9	6,6	9,6	1,0
НСР ₀₅	2,4	1,8	3,4	3,7	0,6	0,4

Заключение

По результатам проведенных исследований были выявлены особенности протекания процессов транспирации и устьичной проводимости у растений фасоли обыкновенной в зависимости от факторов окружающей среды. В 2012 году при температуре 31,68°C, относительной влажности воздуха 56% степень интенсивности транспирации и устьичная проводимость резко снижалась в фазу полное цветение (29,3% – интенсивность транспирации, 53,6% – устьичная проводимость) и повышалась при оптимальной температуре (24,6°C) на 38% – интенсивность транспирации, на 12% – устьичная проводимость. В 2013 году наблюдалось увеличение степени интенсивности транспирации (на 46,2%) и устьичной проводимости (на 69,4%) при температуре 29,8°C, относительной влажности воздуха 51% и осадках 53,6 мм. В фазу плоский боб под воздействием засухи

наблюдалось падение обоих показателей: на 89,5% – интенсивность транспирации, на 85,2% – устьичная проводимость.

Установлены: тесная прямая зависимость интенсивности транспирации и устьичной проводимости, отрицательная зависимость скорости испарения молекул воды и устьичной проводимости от влажности воздуха; прямая положительная связь транспирационной активности от температуры воздуха. Выделены две группы сортов, обладающие наиболее высокими и стабильными показателями степени интенсивности транспирации - сорта селекции 2000-2009 гг. и сорта селекции 2010-2013 гг.

Литература

1. Якушкина Н.И. Физиология растений. – М.: Просвещение – 1980. – 303 с.
2. Ehleringer, J.R., Klassen S., Clayton C., Sherrill D., Fuller-Hollbrook M., Qing-nong Fu, Cooper T.A.. Carbon isotope discrimination efficiency in common bean // Crop Science – 1991. – № 31. – С. 1611-1615.
3. Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Сальникова Н.Б. Интенсивность фотосинтеза и транспирации листьев у растений *Glycine max* (L.) Merr. // Вестник аграрной науки – 2017.-6(69). – С. 3-8 с.
4. Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Сальникова Н.Б. Интенсивность транспирации листьев *Glycine max* (L.) Merr. в зависимости от фазы роста и ярусного расположения на растении. // Овощи России – 2018. – №1 (39). – С. 47-493.
5. Доброхотов А.В., Козырева Л.В., Максенова И.Л., Шандор Л.В. Модельная оценка пространственного распределения устьичной проводимости у кормовых трав // Сельскохозяйственная биология – 2017.- том 52, – № 3. – С. 446-453.
6. Амелин А.В., Фесенко А.Н., Заикин В.В., Чекалин Е.И. Особенности устьичной проводимости молекул воды листьями гречихи посевной *Fagopyrum esculentum* Moench. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018 – №4(28) – С.-24-59.
7. Амелин А.В., Фесенко А.Н., Заикин В.В., Чекалин Е.И. Видовые особенности устьичной проводимости листьев у растений *Fagopyrum esculentum* Moench // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 8. – С. 41-48.
8. Кудоярова Г.Р., Веселов Д.С., Фаизов Р.Г., Веселова С.В., Иванов Е. А., Фархутдинов Р.Г. Реакция устьиц на изменение температуры и влажности воздуха у растений разных сортов пшеницы, районированных в контрастных климатических условиях. // Физиология растений. – 2007. – Т. 54. – № 1. – С. 54-58.
9. Сафаралихонов А.Б., Акназаров О.А. Дневная и сезонная динамика интенсивности транспирации листьев растений конских бобов при УФ-облучении семян. // Доклады Академии Наук Республики Таджикистан. – 2014. – том 57, – № 4. – С. 327-332.
10. Миюц О.А. Особенности фотосинтеза в наиболее важные фазы роста фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) разных периодов селекции. // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства» 11-14 ноября. Орел. – 2019. – С.111-114.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.2/Гос. комис. по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР. – М.: – 1989. – 194 с.

References

1. Yakushkina N.I. Fiziologiya rastenii [Plant physiology]. Moscow. *Prosveshchenie*, 1980, 303 p. (in Russian)
2. Ehleringer, J.R., Klassen S., Clayton C., Sherrill D., Fuller-Hollbrook M., Qing-nong Fu, Cooper T.A.. Carbon isotope discrimination efficiency in common bean. Crop Science, 1991, no. 31, pp. 1611-1615.
3. Amelin A.V., Chekalin E.I., Zaikin V.V., Sal'nikova N.B. Intensivnost' fotosinteza i transpiratsii list'ev u rastenii *Glycine max* (L.) Merr.[The intensity of photosynthesis and transpiration of leaves in plants *Glycine max* (L.) Merr.] *Vestnik agrarnoi nauki*, 2017, 6(69), pp. 3-8. (in Russian)
4. Amelin A.V., Chekalin E.I., Zaikin V.V., Sal'nikova N.B. Intensivnost' transpiratsii list'ev *Glycine max* (L.) Merr. v zavisimosti ot fazy rosta i yarusnogo raspolozheniya na rastenii [Leaf transpiration rate *Glycine max* (L.) Merr. depending on the phase of growth and longline location on the plant]. *Nauchno-prakticheskii zhurnal Ovoshchi Rossii*. 2018, no.1 (39), pp. 47-49. (in Russian)
5. Dobrokhoto A.V., Maksenkova I.L., Shandor L.V. Model'naya otsenka prostranstvennogo raspredeleniya ust'ichnoi provodimosti u kormovykh trav [Model assessment of the spatial distribution of stomatal conduction in forage grasses]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2017, vol. 52, no.3, pp. 446-453. (in Russian)
6. Amelin A.V., Fesenko A.N., Zaikin V.V., Chekalin E.I. Osobennosti ust'ichnoi provodimosti molekul vody list'yami grechikhi posevnoi *Fagopyrum esculentum* Moench[Features of stomatal conductivity of water molecules by leaves of common buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, no. 4 (28), 2018, pp. 24-59. (in Russian)
7. Amelin A.V., Fesenko A.N., Zaikin V.V., Chekalin E.I. Vidovye osobennosti ust'ichnoi provodimosti list'ev u rastenii *Fagopyrum esculentum* Moench [Species features of stomatal conduction of leaves in plants of *Fagopyrum*

- esculentum Moench]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2018, no. 8, pp. 41-48. (in Russian)
8. Kudoyarova G.R., Veselov D.S., Faizov R.G, Veselova S.V., Ivanov E. A., Farkhutdinov R.G. Reaktsiya ust'its na izmenenie temperatury i vlazhnosti vozdukha u rastenii raznykh sortov pshenitsy, raionirovannykh v kontrastnykh klimaticheskikh usloviyakh [The reaction of stomata to changes in temperature and humidity in plants of different varieties of wheat, zoned in contrasting climatic conditions]. *Fiziologiya rastenii*, 2007, vol. 54, no. 1, pp. 54-58. (in Russian)
9. Safaralikhonov A.B., Aknazarov O.A. Dnevnyaya i sezonnyaya dinamika intensivnosti transpiratsii list'ev rastenii konskikh bobov pri UF-obluchenii semyan [Daily and seasonal dynamics of the intensity of transpiration of leaves of horse beans plants under UV radiation]. *Doklady Akademii Nauk Respubliki Tadzhikistan*. 2014, vol 57, no.4, pp. 327-332. (in Russian)
10. Miyuc O.A. [Features of photosynthesis in the most important phases of growth of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) of different breeding periods] Osobennosti fotosinteza v naibolee vazhnye fazy rosta fasoli obyknovЕННОй (*Phaseolus vulgaris* L.) raznykh periodov selektsii. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov «Rol' molodykh uchenykh v innovatsionnom razvitii sel'skogo khozyaistva» 11-14 noyabrya. Orel [Proc. intern. Sci. – Pract. Conf. of young scientists and specialists “The role of young scientists in the innovative development of agriculture”]. Orel, 2019, pp.111-114. (in Russian)
11. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodology of state variety testing of crops]. Vol. 2. *Gos. komis. po sortoispytaniyu sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pri M-ve sel. Khoz-va SSSR*, Moscow], 1989, 194 p. (in Russian)

СЕЛЕКЦИЯ ПРОСА АФРИКАНСКОГО (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br) В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

С.О. ГУРИНОВИЧ, научный сотрудник

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*Селекция проса африканского (проса жемчужного) *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. проводится по схожему сценарию с другими просовидными культурами в сторону увеличения длины метёлки, крупности зерна, озёрнённости, продуктивности зерна и зелёной массы. В полевых условиях применяются метод ручной кастрации и принудительного опыления при среднем проценте завязывания равном 50...60% и новый метод, основанный на особенностях цветения данной культуры (гейтоногамии и протерогинии), без ручной кастрации и с принудительным опылением.*

В результате многолетних исследований был создан генофонд голозёрного проса африканского. Выявлено широкое разнообразие и варьирование признаков: по высоте (длине самого длинного стебля с метёлкой) от 0,5 до 3 метров, по длине соцветия (метёлки) – 5-25 см, крупности зерна 3-19 г., кустистости – 1-20. Длина вегетационного периода (всходы – созревание) колебалась от 70 до 140 дней. Максимальное варьирование признаков наблюдалось также по форме метёлки и зерна, по плотности соцветия, длине и густоте щетинок, наличию антоциана на стебле, листьях и метёлке, а среднее варьирование – по цвету метёлки, зерна и консистенции эндосперма.

По итогам конкурсного сортоиспытания среди проса африканского по урожайности зерна (семян) и зелёной массы в качестве перспективного селекционного материала можно использовать 6 фенотипически различных высокоурожайных форм: Pt111 (conoidum), Pt 225 (conoidum), Pt248 (milo), Pt226 (fusoidum), Pt254 (cylindricum) и сорт Гурсо, превысившие стандарт Согоур на 12–57%. В Государственное сортоиспытание передан новый среднеспелый крупнозёрный сорт Гурсо. Разновидность – conoidum.

Знание взаимосвязи компонентов продуктивности между собой и с урожаем семян является необходимым для селекционной работы. В условиях центральной России урожайность зерна проса африканского в 2017 г. и 2018 г. была положительно связана с длиной вегетационного периода ($r = +0,63$ и $r = +0,53$), а в 2017 г. и 2018 г. – с массой 1000 семян ($r = +0,63$ и $r = +0,56$). Это указывает на сопряженность морфологических показателей, которые в конечном итоге обеспечивают определенное направление селекционного процесса на основе отбора по крупности зерна и озёрнённости соцветий.

В процессе изучения селекционного материала удалось объединить и дополнить исследования различных систематиков, разработать единую внутривидовую классификацию проса африканского, которая включает 5 подвидов и 25 разновидностей. Подвиды проса африканского идентичны подвидам проса посевного: spicatum – комовому, americanum – сжатому, typhoideum – развесистому, africanum – раскидистому, bajra – овальному. Новая классификация подразумевает определение разновидностей основанных на ключевых параметрах метёлки.

Ключевые слова: просо африканское, селекционный материал, сорт, урожайность, разновидность, классификация.

PEARL MILLET SELECTION (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br) IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION OF RUSSIA

S.O. Gurinovich

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: African millet selection (pearl millet) *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. It is carried out according to a similar scenario with other panicoidae crops in the direction of increasing panicle length, grain size, number of grains in a panicle, grain productivity and green mass. In the field, the method of manual castration and forced pollination is used with an average percentage of ovary equal to 50 ... 60% and a new method based on the characteristics of the flowering of this culture (geitonogamy and proterogyny), without manual castration and with forced pollination.

As a result of many years of research, a gene pool of naked African millet was created. A wide variety and variation of characters was revealed: in height (the length of the longest stem with a panicle) from 0.5 to 3 meters, along the length of the inflorescence (panicle) - 5-25 cm, grain size 3-19 g, bushiness - 1-20. The length of the growing season (seedlings - ripening) ranged from 70 to 140 days. The maximum variation of characters was also observed in the shape of panicle and grain, in inflorescence density, length and density of bristles, the presence of anthocyanin on the stem, leaves and panicle, and the average variation in color of panicle, grain and endosperm consistency.

According to the results of competitive variety testing among African millet for grain (seed) and green mass productivity, 6 phenotypically different high-yielding forms can be used as a promising selection material: Pt111 (conoidum), Pt 225 (conoidum), Pt248 (milo), Pt226 (fusoidum), Pt254 (cylindricum) and the Gurso variety that exceeded the Sogur standard by 12–57%. A new mid-ripening coarse-grained variety Gurso was transferred to the State variety test. Variety – conoidum.

Knowledge of the relationship of the components of productivity with each other and with the seed crop is necessary for breeding. In central Russia, the yield of grain of African millet in 2017 and 2018 was positively related to the length of the growing season ($r = +0,63$ and $r = +0,53$), in 2017 and 2018 years — to the weight of 1000 seeds ($r = +0,63$ and $r = +0,56$). This indicates the contiguity of morphological indicators, which ultimately provide a certain direction of the selection process based on selection by grain size and grain content of inflorescences.

In the process of studying breeding material, it was possible to combine and supplement the studies of various taxonomists, to develop a single intraspecific classification of African millet, which includes 5 subspecies and 25 varieties. Subspecies of African millet are identical to subspecies of common millet: *spicatum* – to compact, *americanum* – to compressed, *typhoideum* – to brznching, *africanum* – to spreading, *bajra* – to oval. The new classification involves the identification of varieties based on the key parameters of the panicle.

Keywords: pearl millet, breeding material, variety, productivity, species, classification.

Введение

В условиях глобального потепления необходимо внедрять культуры и сорта, которые наиболее эффективно используют углекислый газ атмосферы – это культуры с C_4 – типом фотосинтеза, и способные формировать оптимальный растительный покров в засушливых условиях, где как известно увеличивается эмиссия углекислого газа в атмосферу. Такой культурой с C_4 – типом фотосинтеза, солеустойчивой и засухоустойчивой является африканское просо.

Просо африканское (просо жемчужное) *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. является шестой по важности злаковой культурой в мире после риса, пшеницы, кукурузы, сорго и ячменя. Это широко выращиваемая богарная зерновая культура в засушливых и полузасушливых районах Африки и Южной Азии, и может быть выращена в районах там, где осадков недостаточно (от 200 до 600 мм / год) для выращивания кукурузы и сорго. В южной Африке, кукуруза частично или полностью вытеснила просо африканское из-за коммерциализации сельского хозяйства. В других странах его возделывают при интенсивном выращивании в качестве кормовой культуры. На европейские страны приходится 4% выращивания проса и только 1% в Северной Америке, в основном на корм. В коллекции ВИР поддерживается 406 образцов проса африканского. Семена хранятся в условиях длительного, среднего и кратковременного хранения. Важность проса африканского для использования и разведения

в РФ включает в себя раннеспелость, высокий урожай зерна, высокий выход зеленой массы, высокое содержание сырого белка, устойчивость к засухе [1].

Развитие прососеяния в Российской Федерации – перспективное направление в решении ряда задач не только по обеспечению населения ценной крупой. Просо – одна из ценных сельскохозяйственных культур универсального использования. Способность обеспечивать хорошие урожаи при поздних сроках посева позволяет пересевать просом поврежденные площади озимых и яровых культур, а также проводить поукосные и пожнивные посевы. Зеленая масса проса превосходит по качеству зеленую массу кукурузы, сорго и суданки. При отдельной уборке во время скашивания, растение остается еще зеленым, в нем содержится много сахаров и каротина, поэтому просяная солома превосходит по поедаемости и содержанию переваримого протеина солому всех зерновых злаков. Введение просяных компонентов в рацион крупного рогатого скота способствует повышению качества продукции. Зерно проса – обязательный компонент комбикормов, особо ценный в области птицеводства [2].

В исследовательском институте сельскохозяйственных культур для полужасушливых тропических сохраняется 335 сортообразцов *Pennisetum glaucum* из 13 стран. Коллекция оценивается по разнообразию и наличию географических пробелов. Широкое разнообразие наблюдалось в коллекции по озернённости (от 16 до 609 семян/раст.), числу продуктивных побегов на растении (от 12 до 368 шт.), длине листа (21,3...58,8 см), что указывает на высокий потенциал сбора кормов. В общей сложности 354 районов расположены в 86 провинциях восьми стран в первичном центре происхождения для проса африканского были определены как географические пробелы. Высокая кормовая урожайность и потенциал зародышевой плазмы *Pennisetum glaucum* и низкая интенсивность коллекции в отдельных странах указывают на необходимость запуска миссии сбора и создания зародышевой плазмы, исключительно для диких родственников проса африканского, чтобы заполнить таксономии и географические пробелы в коллекции [3].

Цель исследований заключается в создании принципиально нового селекционного материала проса африканского для селекции высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям северо-западной части Центрально-Чернозёмного региона, разработке внутривидовой классификации на основе полученных форм.

Материал и методика исследований

Экспериментальные посеы были размещены на полях севооборота селекционного центра ФНЦ ЗБК. Предшественник – пар. Почвы – тёмно-серые лесные, среднесуглинистые, средне окультуренные. Микрорельеф участка выровненный. Пахотный слой почвы характеризуется высокой водоудерживающей способностью, имеет среднекислую реакцию почвенного раствора, среднее содержание гумуса, повышенное содержание подвижного фосфора для данного типа почв, среднее содержание обменного калия. По основным физико-химическим показателям почвы являются типичными для данной природно-экономической зоны. В конкурсном и экологическом сортоиспытании общая площадь делянки составляла 7,2 м². Размещение делянок в опыте рендомизированное, повторность 3-4-кратная. Перед посевом внесена азофоска (N₁₅P₁₅K₁₅) в количестве 150 кг/га. Посев осуществлялся селекционной сеялкой СКС-6-10. Норма высева – 2,5 млн. всхожих зерен на гектар. Фенологические наблюдения, оценку фенотипической изменчивости количественных признаков проводили по разработанной ранее методике [4]. Уборка – в фазу полного созревания селекционным малогабаритным комбайном SAMPO-130. Экспериментальные данные обработаны статистическими методами с использованием компьютерных программ *Microsoft office Excel*.

Результаты и обсуждение

Истоки селекции проса африканского (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) в Орловской области берут своё начало в 1978 году с попыток выращивания и адаптации культуры в условиях искусственного климата и последующих полевых испытаний, проводимых Вельсовской Л.А. В это время ею был сделан первый отбор на скороспелость из образца

коллекции ВИР к-56 (Саратовская область) с игловидной формой метёлки и получена первая гибридная популяция на его основе, где в качестве отца-опылителя была взята смесь пыльцы 3 иностранных образцов коллекции ВИР. С 1996 года и по настоящее время селекцией проса африканского и других просовых культур последовательно занимается Гуринович С.О., при непосредственной поддержке и участии Сидоренко В.С. До 1999 года велись безуспешные отборы скороспелых форм на адаптивность, кондиционную и полевую всхожесть семян из десятка образцов коллекции ВИР и 4-х сортов казахской селкции. В период с 1999 по 2007 гг. произошла окончательная адаптация культуры путём гибридизации и последующих отборов перспективных рекомбинантов, а также с применением мутагенеза, где в качестве мутагена использовался колхицин, начиная с обработки набухших прорастающих семян 0,25% раствором при суточной экспозиции (24 часа) в чашках Петри на фильтровальной бумаге, в термостате, при температуре +30°C. После этого отбирались только проросшие семена с утолщёнными первичными корешками и последующим ручным высевом с поливом в полевых условиях, что отличалось трудоёмкостью процесса и малым количеством отобранных мутантов. За этот период было получено 18 гибридных популяций, 10 стерильных мутаций с удлинённо-овальной формой зерновки и 24 скороспелых отбора из образцов коллекции ВИР и мировой коллекции ботанических садов (табл. 1).

Таблица 1

Селекционные достижения ФНЦ ЗБК по просу африканскому за 1978-2019 гг.

№ п/п	Годы	Количество			
		гибридных популяций	мутаций	скороспелых отборов	общее
1.	1978-1998	1	0	1	2
2.	1999-2007	18	10	24	52
3.	2008-2019, в т.ч.	195	50	20	275
4.	2008	3	4	1	8
5.	2009	7	0	0	7
6.	2010	34	1	1	36
7.	2011	1	1	0	2
8.	2012	1	4	0	5
9.	2013	15	13	0	28
10.	2014	50	0	18	68
11.	2015	15	3	0	18
12.	2016	10	1	0	11
13.	2017	8	9	0	17
14.	2018	37	24	0	61
15.	2019	14	0	0	14
ВСЕГО		214	70	45	329

Переломным моментом селекции стал 2008 г., когда растения проса африканского впервые стали обрабатывать концентрированным раствором колхицина (2%) в стадии всходов до 3 листа. Это позволило значительно увеличить вариабельную выборку отличительных признаков, в том числе полустерильных мутантов, дало широкое многообразие мутаций по форме соцветий, зерна и другим признакам. В 2008 г. произошло ключевое скрещивание, позволившее создать сорт Согур, где в качестве родителей были взяты крупнозёрные формы с разной формой зерновки: скороспелая материнская полустерильная (Pt68) и фертильная отцовская крупнозёрная с повышенной озёрностью (Pt50). Высокопродуктивная и крупнозёрная отцовская форма была создана с помощью отдалённой гибридизации при скрещивании скороспелого отбора из самого крупнозёрного сорта СССР Приаральское 83 с сорго-просовым гибридом. За период с 2008 по 2019 гг. создано 195 гибридных популяций, выявлено 36 мутаций и отобрано 20 скороспелых генотипов из позднеспелых генотипов мировой коллекции (табл. 1).

Создание первого раннеспелого, крупнозёрного, высокопродуктивного сорта Согур и уникальной признаковой коллекции с максимальной вариабельностью показателей позволило разработать «Методику на отличимость, однородность и стабильность (ООС)» [4], дополнить систематику, расширить ареал возделывания культуры, составить внутривидовую классификацию для проса африканского. В последние годы сорт Согур выступил в качестве источника скороспелости, крупнозёрности, повышенной адаптивности. Благодаря этому лучшие селекционные образцы имеют оптимальный вегетационный период (в среднем за 4 последних года около 95 сут.). Наиболее приемлемой для культуры является длина растений 155...170 см, длина соцветия – около 15 см. Средняя масса зерна с метёлки в 2018- 2019 гг. превысила уровень стандартного сорта Согур на 2 г. Большой успех достигнут в селекции на крупнозёрность, за последние 10 лет масса 1000 семян увеличилась с 4-10 г до 12-19 г, что соответствует мировому уровню. Существенный прогресс отмечен по урожайности зерна. Если максимальная урожайность в 2012-2015 гг. была 2,28 т/га, то в благоприятном 2018 г. – 4,1 т/га у нового сорта Гурсо, что на 1,08 т/га выше стандарта (табл. 2).

Таблица 2

Варьирования признаков у проса африканского за годы испытаний (2008-2019 гг.)

№ п/п	Годы	Градация	Длина вегетационного периода, сут.		Длина, см		Масса, г		Урожайность, т/га	
			посев– всходы	всходы -созр.	раст. (ДР)	метёлки (ДМ)	зерна с метёлки (МЗМ)	1000 семян (МТС)	зел. массы (УЗМ)	зерна (УЗ)
1	2008 - 2011	min	6	69	73	7	2,1	4,8	25,6	0,30
		max	15	116	250	21	19,7	16,0	87,8	1,47
		среднее	10	86	150	14	8,7	10,1	52,0	0,90
2	2012 -2015	min	6	86	111	6	3,4	5,5	41,1	0,84
		max	12	117	203	22	22,2	18,6	93,3	2,28
		среднее	9	97	162	14	10,0	11,6	60,2	1,33
3	2016	min	15	88	60	8	3,3	4,8	20,0	0,81
		max	16	107	231	23	20,6	17,0	78,9	2,43
		среднее	15	97	166	15	10,5	12,5	52,2	1,23
		Согур	15	90	176	15	12,0	11,5	55,6	1,62
4	2017	min	10	87	120	8	5,5	5,5	44,4	1,48
		max	11	112	208	19	15,2	17,5	72,2	2,80
		среднее	10	98	156	15	11,2	13,3	58,9	1,73
		Согур	10	89	166	15	12,5	11,8	68,9	2,57
5	2018	min	5	86	124	6	6,1	5,5	57,8	2,96
		max	7	100	202	22	30,2	22,8	68,7	4,10
		среднее	6	92	170	15	15,4	14,5	62,6	3,38
		Согур	6	88	172	15	13,3	12,0	62,6	3,02
6	2019	min	6	87	142	8	8,2	5,5	31,4	2,34
		max	7	99	170	18	24,0	19,0	57,3	2,78
		среднее	7	95	155	14	13,4	15,0	48,9	2,55
		Согур	6	87	142	14	11,5	11,6	31,4	2,34

По данным исследований, проведенных в университете Гараяна (Индия), установлено, что взаимодействие генотип x среда было тесным для периода всходы-начало выметывания соцветий и длины соцветий. Для количества генеративных побегов, крупности семян и массы соцветий нелинейная доля вариации изменчивости была более высокой для родительских форм, в то время как варьирование парных признаков было выше у гибридов. Исходные популяции и гибриды имели широкий диапазон варьирования признаков в

зависимости от окружающей среды (пункты испытания). Выявлены перспективные популяции для использования в скрещиваниях с целью повышения массы соцветий, размеров семян и высоты растений, в частности, линия 5054А перспективна для селекции по длине соцветий и скороспелости [5].

Просо африканское имеет початковидную метёлку (султан) и является перекрёстноопыляемой культурой с двумя особенностями цветения (гейтоногамией и протерогинией), когда в двухцветковых колосках двояколопастные перистые рыльца плодущих и бесплодных цветков выбрасываются на 2-3 дня ранее 3-х пыльников со зрелой пылью. *Pearl millet* самый жароустойчивый, солеустойчивый и засухоустойчивый вид среди всех злаков.

Анализ генофонда голозёрного проса африканского показал широкое разнообразие и варьирование признаков: по высоте (длине самого длинного стебля с метёлкой) от 0,5 до 3 метров, по длине соцветия (метёлки) – 5-25 см, крупности зерна 3-19 г., кустистости – 1-20. Длина вегетационного периода (всходы – созревание) колебалась от 70 до 140 дней. Максимальное варьирование признаков наблюдалось также по форме метёлки и зерна, по плотности соцветия, длине и густоте щетинок, наличию антоциана на стебле, листьях и метёлке, а среднее варьирование по цвету метёлки, зерна и консистенции эндосперма.

Дальнейшая селекция *Pearl millet* проходит по схожему сценарию с другими просовидными культурами в сторону увеличения длины метёлки, крупности зерна, озёрности, $K_{хоз.}$, продуктивности зерна и зелёной массы, с возможным появлением новых окрасок метёлок, колосовых чешуй, цветковых чешуй и зерна (эндосперма). Увеличение продуктивности будет связано с увеличением густоты стеблестоя с более толерантным при загущении отношением растений друг к другу и возможным появлением самоопылённых линий, у которых период выбрасывания рылец пестика будет практически совпадать с выбросом пыльников или процесс опыления будет проходить внутри цветка. На данном этапе хромосомный набор проса африканского составляет $2n=18$, в ближайшие годы возможно удвоение до 36 хромосом, что уже произошло у отдельных видов *Pennisetum*, и связано это будет с отдалённой гибридизацией и колхицинированием данной культуры.

В результате выполнения программы скрещивания в полевых условиях применяются как метод ручной кастрации и принудительного опыления при среднем проценте завязывания равном 50...60%, так и метод, основанный на особенностях цветения данной культуры (гейтоногамии и протерогинии), без ручной кастрации и с принудительным опылением «пыльцевым облаком».

В последние годы коллекция селекционного материала проса африканского пополнилась раннеспелыми генотипами *Pt 220* и сорт Согур (*conoidum*), а также *Pt 250* (*milo*), среднеспелыми короткостельными формами *Pt 198*, *Pt 210*, *Pt 278* (разновидности *milo*). В условиях Орловской области максимальная длина метёлки проса африканского достигла 25 см, а толщина – 9 см (у мутантов). Источниками мощных соцветий являются сорт Гурсо, гибриды: *Pt 224*, *Pt 225*, *Pt 283*, *Pt 295* (разновидности *conoidum*). Среди гибридов первого поколения можно выделить 4 среднеспелых крупнозёрных генотипов проса африканского. По итогам конкурсного сортоиспытания среди проса африканского по урожайности зерна (семян) и зелёной массы в качестве перспективного селекционного материала можно использовать 6 фенотипически различных высокоурожайных форм: *Pt111* (*conoidum*), *Pt 225* (*conoidum*), *Pt248* (*milo*), *Pt226* (*fusoidum*), *Pt254* (*cyindricum*) и сорт Гурсо, превысившие стандарт Согур на 12-57% (табл. 3).

По итогам трёхлетнего испытания проса африканского в Государственное сортоиспытание передан новый среднеспелый крупнозёрный сорт Гурсо. Разновидность – *conoidum*. Растения нового сорта длиннее, имеют высокую интенсивность начального роста, среднее время вымётывания, наклонённый лист со средними показателями длины и ширины, полупрямостоячий тип куста, среднюю толщину стебля, среднюю интенсивность антоциановой окраски метёлки и пыльников, среднюю длину, толщину и плотность метёлки, коническую форму метёлки, отсутствие щетинок. Зерновка имеет серую окраску цветковых

плёнок и без плёнок, обратно-яйцевидную форму, очень высокую массу 1000 семян, полустекловидный эндосперм.

Таблица 3

Источники хозяйственно-полезных признаков у проса африканского (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), 2016-2019 гг.

Признак	Параметры	Источники	Разновидность
Длина вегетационного периода, сут.	86...90	Согур, Pt 220 Pt 250	<i>conoidum</i> <i>nilo</i>
Длина растений, см	135...145	Pt 198, Pt 210, Pt 278	<i>nilo</i>
Длина соцветий, см	15...18	Гурсо, Pt 224, Pt 225, Pt 283, Pt 295	<i>conoidum</i> <i>conoidum</i>
Масса 1000 семян, г	17,4...19	Pt 226, Pt 253, Pt 278, Pt 300	<i>fusoidum</i> <i>conoidum</i> <i>nilo</i>
Урожайность зелёной массы, т/га	70...72	Pt 225, Pt 111 Pt 248	<i>conoidum</i> <i>nilo</i>
Урожайность зерна, т/га	3,5...4,1	Гурсо, Pt 111, Pt 226, Pt 254	<i>conoidum</i> <i>fusoidum</i> <i>cylindricum</i>

Новый сорт Гурсо (селекционная линия Pt 221) создан методом многократного индивидуального отбора на крупнозёрность, озёрность и высокую продуктивность из гибридной популяции, где в качестве материнской формы выступил самый крупнозёрный на тот период полустерильный колхицинированный мутант на основе сорта Согур (Pt 220), а в качестве отцовской – высокоозёрный генотип (Pt 124) от скрещивания 3-х индийских сортообразцов коллекции ВИР [(к-277 х к-107) х к-43]. ♀ С Согур х ♂ [(ВИР 277 (Индия) х ВИР 107 (Индия)) х ВИР 43 (Индия)].

Знание взаимосвязи компонентов продуктивности между собой и с урожаем семян является необходимым для селекционной работы. Исследования индийских ученых указывают на слабое влияние внешних условий. Высота растений, число побегов, длина междоузлий, число листьев существенно и положительно коррелировали с урожаем семян. Для высоты растений характерна существенная положительная связь с длиной междоузлий и длиной соцветий. Кустистость коррелировала положительно с длиной междоузлий, однако с диаметром соцветий и массой 500 семян выявлена строгая отрицательная связь. Изученные признаки определяли 50% вариативности урожайности семян, причем прямое влияние числа побегов, высоты растений и числа листьев было наиболее высоким [6]. В большинстве случаев отбор у проса африканского направлен на повышение урожая зерна, что часто приводит к ухудшению других признаков. Установлено, что урожайность положительно и достоверно коррелирует со всеми изучаемыми признаками: высота растений, длина метелки, ее диаметр, масса 1000 семян. При этом фенотипические коэффициенты корреляции варьировали от 0,18 до 0,32 в зависимости от схемы отборов. Если вести селекцию только на повышенную урожайность зерна, то высота растений должна стать больше по сравнению с исходной [7].

Корреляционный анализ (табл. 4) позволил установить, что в условиях центральной России урожайность зерна проса африканского в 2017 г. и 2018 г. была положительно связана с длиной вегетационного периода ($r = +0,63$ и $r = +0,53$), а в 2017 г. и 2018 г. – массой 1000 семян ($r = +0,63$ и $r = +0,56$). Это указывает на сопряженность морфологических показателей, которые в конечном итоге обеспечивают определенное развитие растений в зависимости от погодных условий и правильное направление селекционного процесса на основе отбора по крупности зерна и озёрности соцветий.

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и отдельными показателями структуры урожая

Показатели	Годы			
	2016	2017	2018	2019
Вегетационный период, всходы – созревание	0,19	0,63**	0,53**	0,14
Длина растения	0,74**	0,25	0,26	0,44
Длина метёлки (султана)	0,48	0,19	0,48	0,18
Масса 1000 семян	0,32	0,67**	0,14	0,58**
Урожайность зелёной массы	0,67**	0,23	0,43	0,35

** – существенно на 95%-ном уровне значимости

В начале 20-го века к изучению рода *Pennisetum* приступил британский систематик и исследователь Карл Лике (1907). Находясь в длительной экспедиции по африканскому континенту, Лике и ряд его последователей определили первичный центр происхождения проса африканского в Северо-Восточном районе Африки (Судан, Эфиопия, Эритрея), где было выявлено наибольшее разнообразие и варьирование признаков, описаны первые подвиды и разновидности [8].

В России в середине XIX века систематикой и внутривидовой классификацией проса африканского занимался Гризебах [9]. Позднее в СССР Рожевиц, опираясь на данные Гризебаха и его последователей пришел к выводу о том, что вторичным центром происхождения проса африканского является Центральная и Восточная Сибирь, где данная высокобелковая культура была основным кормом мамонтов, слонов и других крупных травоядных животных [10].

Просо африканское, перловое, жемчужное, *Pearl millet*, перистошестинник сизый *Pennisetum glaucum* (L.) Br. относится к подсемейству просовидных, трибе просовых, подтрибе колючешестинниковых *Cenchrinae* Dum., которая включает 9 родов и 250 видов, роду перистошестинников. В процессе изучения селекционного материала нам удалось объединить и дополнить исследования различных систематиков, разработать единую внутривидовую классификацию проса африканского, которая включает 5 подвидов и 25 разновидностей (табл. 5).

Подвиды различаются по длине и толщине метёлки, разновидности дополнительно включают форму початковидной метёлки:

1) Ssp. *Spicatum* (L.) Roem. Et. Schult. – перистошестинник колосистый, сибирский, игловидный, лесной с короткой (4-13 см) и тонкой (1-3 см) метёлкой;

2) Ssp. *Americanum* (L.) K.Shum. – перистошестинник американский, змеевидный, инков, горный, с длинной (21-35 см) и тонкой (1-3 см) метёлкой;

3) Ssp. *Typhoideum* (Rich.) Maire et Weill. – перистошестинник рогозовидный, гибридогенный, индийский, степной со средней по длине (14-20 см) и толщине (3-4 см) метёлкой;

4) Ssp. *Africanum* (L.) Leeke – перистошестинник африканский, саванный, кормовой с длинной (21-35 см) и толстой (4-12 см) метёлкой;

5) Ssp. *Bajra* (L.) Leeke – перистошестинник персидский, хлебный, баджра, арабский, пустынный с короткой (4-13 см) и толстой (4-12 см) метёлкой.

Предусмотрены следующие колебания от заданных параметров метёлки внутри подвидов: по длине ± 1 см, по толщине $\pm 0,5$ см, в зависимости от различия в почвенно-климатических условиях. Максимальные параметры длины соцветий варьируют от 35 до 50-60 см, а толщины – от 12 до 15 см. Скорее всего, это обусловлено тем, что очень позднеспелые формы у нас не вызревают и не дают семян, и к тому же являются полудикими, мелкосемянными, чисто кормовыми в сравнении с нашими раннеспелыми и среднеспелыми сортами универсального типа использования.

Таблица 5

Определитель разновидностей проса африканского, *Pearl millet, Pennisetum glaucum* (L.) R. Br (по параметрам и форме метёлки)

Форма метёлки	Подвиды (по длине и толщине метёлки)				
	<i>Spicatum</i> (L.) Roem. et Schult. перистошестиник колосистый, сибирский	<i>Americanum</i> (L.) K. Schum. перистошестиник американский, змеевидный	<i>Typhoideum</i> (Rich) Maire Weill. перистошестиник рогозовидный, индийский	<i>Africanum</i> (L.) Leeke перистошестиник африканский, саванный	<i>Bajra</i> (L.) Leeke перистошестиник персидский, баджра
	короткая, тонкая метёлка	длинная, тонкая метёлка	средняя метёлка по длине и толщине	длинная, толстая метёлка	короткая, толстая метёлка
Веретеновидная	<i>acicularum</i> Hochst.	<i>molissimum</i> Hochst.	<i>fusoidum</i> Gur.	<i>alopecuroides</i> Leeke	<i>deflexum</i> Dur. et Schintz
Коническая	<i>spicata</i> Roem. et Schult.	<i>virgatum</i> Hitch.	<i>conoidum</i> Gur.	<i>nigritarum</i> Dur. et Schintz	<i>milo</i> Griseb.
Грушевидная	<i>stolonifera</i> Roem. et Schult.	<i>serpentum</i> Hitch.	<i>pirum</i> Gur.	<i>ellipsoides</i> Leeke	<i>arabica</i> A.Br.
Цилиндрическая	<i>compactum</i> Boiss. et Buhse	<i>longistipum</i> Hochst.	<i>cylindricum</i> Sw.	<i>villosum</i> Sw.	<i>ovatum</i> Boiss.
Мутантная	<i>dirumpo</i> Griseb.	<i>paspaloides</i> Leeke	<i>bifurcatum</i> Stapf. et. Hub.	<i>ramosum</i> Stapf. et. Hub.	<i>lacerum</i> Stapf. et. Hub.

В связи с тем, что у проса африканского значительно увеличилась крупность зерна, данная культура перешла в разряд голозёрных, а классификация по окраске цветковых чешуй перестала нести ключевое значение и автоматически перешла в разряд подразновидностей. Подвиды проса африканского идентичны подвидам проса посевного: *spicatum* – комовому, *americanum* – сжатому, *typhoideum* – развесистому, *africanum* – раскидистому, *bajra* – овальному. Новая классификация подразумевает определение разновидностей основанных на ключевых параметрах метёлки.

Заключение

Создание генофонда голозёрного проса африканского позволило выявить широкое разнообразие и варьирование признаков: по высоте (длине самого длинного стебля с метёлкой) от 0,5 до 3 метров, по длине соцветия (метёлки) – 5-25 см, крупности зерна 3-19 г., кустистости – 1-20. Длина вегетационного периода (всходы – созревание) колебалась от 70 до 140 дней.

По итогам конкурсного сортоиспытания проса африканского по урожайности зерна (семян) и зелёной массы в качестве перспективного селекционного материала можно использовать 6 фенотипически различных высокоурожайных форм: *Pt111 (conoidum)*, *Pt 225 (conoidum)*, *Pt248 (milo)*, *Pt226 (fusoidum)*, *Pt254 (cylindricum)* и сорт Гурсо, превысившие стандарт Согур на 12–57%. В Государственное сортоиспытание передан новый среднеспелый крупнозёрный сорт Гурсо. Разновидность – *conoidum*.

Знание взаимосвязи компонентов продуктивности между собой и с урожаем семян является необходимым для селекционной работы. В условиях центральной России урожайность зерна проса африканского в 2017 г. и 2018 г. была положительно связана с длиной вегетационного периода ($r = +0,63$ и $r = +0,53$), а в 2017 г. и 2018 г. – массой 1000 семян ($r = +0,63$ и $r = +0,56$). Это указывает на сопряженность морфологических показателей, которые в конечном итоге обеспечивают определенное направление селекционного процесса на основе отбора по крупности зерна и озернённости соцветий.

В процессе изучения селекционного материала удалось объединить и дополнить исследования различных систематиков, разработать единую внутривидовую классификацию проса африканского, которая включает 5 подвидов и 25 разновидностей. Подвиды проса африканского идентичны подвидам проса посевного: *spicatum* – комовому, *americanum* – сжатому, *typhoideum* – развесистому, *africanum* – раскидистому, *bajra* – овалному. Новая классификация подразумевает определение разновидностей основанных на ключевых параметрах метёлки.

Литература

1. Global strategy for the ex situ conservation of pearl millet. – 2012. – 89 с.
2. Сидоренко В.С. Новые сорта проса – реальный ресурс для производства кормов. // Земледелие. – 2010. – № 5. – С. 23-24.
3. H. D. Upadhyaya, K. N. Reddy, Sube Singh, C. L. L. Gowda, M. Irshad Ahmed and Vinod Kumar. Diversity and gaps in *Pennisetum glaucum* subsp. *monodii* (Maire) Br. germplasm conserved at the ICRISAT genebank. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization (2014) 12(2); 226-235. doi: 10.1017/S1479262113000555
4. Гуринович С.О., Сидоренко В.С. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность проса африканского (жемчужного) *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3 (27). С. 95-100.
5. Ghorpade P.B., Metta L.V. Correlation studies in relation to population improvement in pearl millet [Изучение корреляций в связи с улучшением популяций африканского проса.]. J. Maharashtra Agr. Univ. – 1993. – 18; № 3. – P. 491-492.
6. Borole U.M., Patil F.B. Character association in pearl millet [Взаимосвязь признаков африканского проса.]. J. Maharashtra Agr. Univ. - 1991. - 16, № 3. – P. 426-428.
7. Pethani K.V., Kapoor R.L. Phenotypic stability of yield components in pearl millet [Фенотипическая стабильность признаков структуры урожая у различных образцов проса африканского.] Gujarat Agr. Univ. Res. J, 1986; T. 12. N 1. – P. 6-13
8. Leeke K. *Pennisetum* ser. *Cenchropsis*. Zeitschr. Naturwissensch, Halle, – 1907, 79:21.
9. Grisebach A. *Gromineae*. *Pinnisetum* sect. *Setipenna*. In: C.F. Ledebour, *Flora Rossica*, 4, 1852-1853, Stuttgartiae: 442.
10. Рожевиц Р.Ю. Злаки. Введение в изучение кормовых и хлебных злаков. – М.-Л.: Сельхозгиз, – 1937, – 636 с.

References

1. Global strategy for the ex situ conservation of pearl millet. 2012. 89 p.
2. Sidorenko V.S. Novye sorta prosa - real'nyi resurs dlya proizvodstva kormov (New varieties of millet - a real resource for feed production). *Zemledelie*. 2010, no.5, pp. 23-24. (In Russian)
3. H.D. Upadhyaya, K.N. Reddy, Sube Singh, C. L. L. Gowda, M. Irshad Ahmed and Vinod Kumar. Diversity and gaps in *Pennisetum glaucum* subsp. *monodii* (Maire) Br. germplasm conserved at the ICRISAT genebank. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization (2014) 12(2); 226-235. doi: 10.1017/S1479262113000555
4. Gurinovich S.O., Sidorenko V.S. Metodika provedeniya ispytaniy na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost' prosa afrikanskogo (zhemchuzhnogo) *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. (Methodology for testing the distinctiveness, uniformity and stability of African millet (pearl millet) *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.). *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*. 2018, no. 3 (27), pp. 95-100. (In Russian)
5. Ghorpade P.B., Metta L.V. Correlation studies in relation to population improvement in pearl millet. J. Maharashtra Agr. Univ. 1993. 18; no. 3, pp. 491-492.
6. Borole U.M., Patil F.B. Character association in pearl millet. J. Maharashtra Agr. Univ. 1991. 16, no. 3, pp. 426-428.
7. Pethani K.V., Kapoor R.L. Phenotypic stability of yield components in pearl millet . Gujarat Agr. Univ. Res. J, 1986; T. 12. No. 1, pp. 6-13.
8. Leeke K. *Pennisetum* ser. *Cenchropsis*. Zeitschr. Naturwissensch, Halle, 1907, 79:21.
9. Grisebach A. *Gromineae*. *Pinnisetum* sect. *Setipenna*. In: C.F. Ledebour, *Flora Rossica*, 4, 1852-1853, Stuttgartiae: 442.
10. Rozhevits R.Yu. Zlaki. Vvedenie v izuchenie kormovykh i khlebnnykh zlakov (Cereals. Introduction to the study of feed and cereals). M.-L.: *Sel'khozgiz*, 1937, 636 p. (In Russian)

Статья подготовлена в рамках выполнения госзадания ПФНИ № 0636-2019-0009 «Создание новых генотипов зерновых, зернобобовых и крупяных культур с высокой продуктивностью, качеством зерна, повышенной устойчивостью к наиболее опасным болезням, вредителям и абиотическим факторам».

Рег.номер АААА-А19-119041590033-6

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ НАНОКРЕМНИЯ

А.А. МНАТСАКАНЯН, кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID ID: 0000-0002-1214-1068

Г.В. ЧУВАРЛЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID ID: 0000-0002-5150-890X

О.Б. БЫКОВ, научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-0675-3463

тел.: 8 (861) 222-67-47, E-mail: newagrotech2015@mail.ru

ФГБНУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЗЕРНА ИМЕНИ П.П. ЛУКЬЯНЕНКО»

В статье представлены данные по действию препарата, состоящего из nano частиц кремния с комплексом микроэлементов. Целью исследований является изучение эффективности действия препарата НаноКремний на плодородие чернозема выщелоченного Краснодарского края и урожайность озимой пшеницы и сои, в зависимости от систем основной обработки почвы. В задачу исследований входило изучение влияния НаноКремния на агрофизические и агрохимические показатели почвы, а также урожайность выращиваемых культур. Исследования проводились на чернозёме выщелоченном Краснодарского края в ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», на базе агротехнологического отдела. В ходе опытов не выявлено положительного действия исследуемого препарата на органическое вещество, но при этом НаноКремний существенно влиял на изменение таких агрофизических свойств почвы, как объёмная масса и агрономически ценная структура. Так, при традиционной обработке, в слое 0–10 см оценка почвы по структурности – хорошая, а с применением препарата НаноКремний – отличная. Почва, обработанная по минимальной технологии на контроле в слое 0–40 см – плотная, а при внесении препарата НаноКремний – среднеплотная. На этой же системе обработки, уже на глубине 20–40 см структурность почв – удовлетворительная, тогда как с внесением исследуемого препарата – хорошая. Следует отметить положительное влияние НаноКремния на пористость и водопрочность почвенных агрегатов, которые также изменялись в лучшую сторону в зависимости от изучаемого слоя почвы и системы обработки почвы.

Обработка почвы препаратом НаноКремний в дозе 100 г/га влияла и на урожайность выращиваемых культурах. На посевах озимой пшеницы у растений отмечено утолщение стенок стебля, что повысило их устойчивость к полеганию. На этих вариантах получена урожайность превышающая контроль от 0,2 до 0,72 т/га, в зависимости от обработок почвы. На сое, в условиях неблагоприятных погодных условий 2018 года, достоверной прибавки урожайности не получено.

Ключевые слова: агрофизика почв, органическое вещество, система обработки почвы, урожайность, озимая пшеница, соя.

CHANGES IN SOIL FERTILITY AND YIELD OF WINTER WHEAT AND SOYBEANS INDICATORS DEPENDING ON THE SYSTEMS OF BASIC TREATMENT AND THE USE OF NANOSILICON

A.A. Mnatsakanyan, G.V. Chuvarleeva, O.B. Bykov

FSBSI «P.P. LUKYANENKO NATIONAL CENTER FOR GRAIN»

Abstract: *The article presents data on the action of a preparation consisting of nanoparticles of silicon with a complex of microelements. The aim of the research is to study the effectiveness of the preparation NanoSilicon on the fertility of the leached chernozem of the Krasnodar Territory and the yield of winter wheat and soybeans, depending on the systems of basic tillage. The task of the research included the study of NanoSilicon for agrophysical and agrochemical parameters of the soil, as well as the yield of crops. The research was carried out on leached chernozem of Krasnodar region at FSBSI "P.P. Lukyanenko National Center for Grain ", based on the agro-technological department. During the experiments, no positive effect of the investigated preparation on organic matter was revealed, but at the same time NanoSilicon significantly influenced the change in such agrophysical properties of the soil as bulk density and agronomically valuable structure. So, with traditional tillage, in the 0-10 cm layer, the soil structure assessment is good, and with the use of NanoSilicon preparation it is excellent. The soil cultivated according to the minimum technology on the control in the 0-40 cm layer is dense, and when NanoSilicon is applied, it is medium dense. On the same tillage system, already at a depth of 20-40 cm, the structure of soils is satisfactory, while with the introduction of the studied preparation it is good. It should be noted the positive effect of NanoSilicon on the porosity and water resistance of soil aggregates, which also changed for the better depending on the studied soil layer and the soil cultivation system.*

Soil treatment with NanoSilicon preparation at a dose of 100 g / ha also influenced the yield of cultivated crops. On the sowing of winter wheat, the plants showed a thickening of the walls of the stem, which increased their resistance to lodging. On these variants, the yield exceeding the control was obtained from 0.2 to 0.72 t / ha, depending on soil treatments. On soybeans, under adverse weather conditions in 2018, no reliable increase in yield was obtained.

Keywords: agrophysics of soils, organic matter, soil cultivation system, yield, winter wheat, soy.

Кремний – это один из самых распространенных элементов земной коры, роль которого в формировании почвенного плодородия и многообразии протекающих в почве процессов трудно переоценить.

В ряде отечественных и зарубежных работ подчеркивается особая важность кремния в формировании различных агрохимических и агрофизических свойств почв, в контроле многих геохимических и почвенных процессов [1, 2, 3]. Причем активно используется не только само вещество, но и все разнообразные и многочисленные его соединения.

Кремний почвенного раствора контролирует и определяет направленность многих процессов почвенной экосистемы. Основная часть соединений кремния играет роль минерального каркаса и инертна по отношению к процессам питания растений, которые могут усваивать только подвижные низкомолекулярные кремниевые кислоты. Содержание последних в почве крайне низко (не превышает 150-200 мг/кг почвы) и сопоставимо с наличием подвижных форм фосфора и обменного калия.

Кремниевые соединения благоприятно влияют на свойства почвы, например, от содержания, и состава алюмосиликатов, зависят связность и набухаемость почв, а также емкость катионного обмена. Содержание инертного кварца в тяжелосуглинистых почвах влияет на улучшение его водно-воздушного режима [4, 5, 6].

При попадании нано частиц кремния в почву и взаимодействии с ней возникают новые свойства и соединения, которые не наблюдались для более крупных его форм. Обработанные нано частицами кремния растения, легко усваивают их на клеточном уровне, что сказывается на росте и развитии растения в целом [7].

На основании вышесказанного научной новизной данных исследований является то, что впервые в условиях центральной зоны Краснодарского края проводятся исследования по изучению кремний содержащего препарата НаноКремний на показатели почвенного плодородия и урожайность сельскохозяйственных культур в зернопропашном севообороте.

Материалы и методы исследования

Научные исследования велись в агротехнологическом отделе ФГБНУ «Национальный центра зерна имени П.П. Лукьяненко», расположенном в центральной зоне Краснодарского края. Исследования проводились на стационаре шестипольного севооборота, на мониторинговом поле № 3. На полях выращивалась озимая пшеница (2017 г.), сорт Сила (селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко) по предшественнику кукуруза на зерно и соя (2018 г.), сорт Селекта 201 (селекции «СОКО») по предшественнику озимая пшеница. Данные представлены в среднем за 2017 и 2018 годы.

Почва опытного поля чернозём выщелоченный, который отличается большой мощностью гумусового горизонта и сравнительно малым содержанием органического вещества в верхнем слое почвы, с глубиной его содержание уменьшается. Количество общего азота в слое 0-30 см составляет 0,22-0,30%, валового фосфора в пределах 0,17-0,22%, валового калия – 1,7-2,1%.

Верхние слои этих почв имеют нейтральную, реже слабокислую реакцию почвенного раствора.

Структура верхнего 0-20 см слоя, комковато-порошистая, в нижележащих слоях – комковато – зернистая. Механический состав почвы тяжелый, содержание физической глины колеблется от 61 до 64%, а илистой фракции от 37 до 44%. Объемная масса почвы слоя 0-30 см составляет 1,0-1,3 г/см³.

Климат центральной зоны умеренно-континентальный, умеренно-засушливый, с коэффициентом увлажнения 0,30–0,40. По многолетним данным среднегодовое количество осадков составляет 600–700 мм со значительными колебаниями от 351 до 882 мм. Распределение их по месяцам неравномерное.

Погодные условия 2016–2017 сельскохозяйственного года сложились следующим образом.

Сентябрь – прохладный и влажный, особенно третья декада месяца. Холодными и дождливыми были октябрь и ноябрь. Декабрь и январь были умеренно холодными, с недобором осадков. Характерной чертой февраля являлось значительное понижение температуры воздуха во второй декаде и резкое потепление в третьей, осадков выпало ниже нормы. Март был теплым и влажным, апрель – прохладным и дождливым. Первая декада мая характеризовалась теплой погодой, вторая и третья декады были холодными и дождливыми, выпало более двух норм осадков. Погода в июне была близкой к среднемноголетней. В целом погодные условия сложились благоприятно для роста и развития озимой пшеницы.

Погодные условия весной и летом 2018 года характеризовались так: март был теплым и влажным, выпало более двух норм осадков, апрель – теплый и сухой, май характеризовался теплой и влажной, особенно третья декада, погодой; июнь – жаркий и сухой, июль жарким, прошли ливневые дожди, очень жарким и сухим был август – температура воздуха на 3,6°C превышала среднемноголетнюю, осадков выпало 10,8% от нормы. В целом погодные условия сложились крайне неблагоприятно для сои.

В качестве кремний содержащегося препарата был выбран агроулучшитель, зарегистрированный под торговой маркой НаноКремний – удобрение минеральное с микроэлементами, основанный на чистом, не связанном кремнии, частицы в препарате имеют нано-размер (от 0,005 мкм). В его состав входит активный кремний – 50-60%, железа – 6%, медь – 1%, цинк – 0,5%, помещенные в среду из полиэтиленгликоля для исключения процессов окисления. Кроме вышеуказанного состава препарат НаноКремний больше ничего не содержит и поэтому является экологически чистым.

Цель исследований – определение показателей плодородия чернозёма выщелоченного и урожайности озимой пшеницы и сои в зависимости от систем основной обработки и применения препарата НаноКремний как агроулучшителя.

Для достижения поставленной цели исследования проводились на мониторинговом поле стационара.

Севооборот включает следующее чередование культур: кукуруза на зерно; озимая пшеница; соя; озимая пшеница; подсолнечник; озимая пшеница.

На мониторинговом поле, заложен опыт с внесением агромелиоранта НаноКремний в дозе 100 г/га для изучения его действия на агрохимические, биологические и агрофизические свойства чернозема выщелоченного и урожайность выращиваемых в стационаре культур. Каждую из имеющих обработок почвы разделили на две части контроль и обработанную препаратом. В исследованиях 2017 года НаноКремний вносили под предпосевную культивацию озимой пшеницы (осень, 2016 г.). В опыте 2018 года НаноКремний вносился под предпосевную культивацию сои (весна, 2018 г.).

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Традиционная система обработки почвы (вспашку с оборотом пласта, на глубину 23–25 см, в качестве основного способа обработки) – контроль;
2. Традиционная система обработки почвы + обработка почвы препаратом НаноКремний, нормой 100 г/га;
3. Минимальная мульчирующая с разуплотнением система обработки почвы, (чизелевание на глубину 32-35 см с сохранением пожнивных остатков на полях) – контроль;
4. Минимальная мульчирующая с разуплотнением система обработки почвы + обработка почвы препаратом НаноКремний, нормой 100 г/га;
5. Минимальная мульчирующая система обработки почвы, (исключающая глубокие обработки почвы, с сохранением пожнивных остатков на полях) – контроль;
6. Минимальная мульчирующая система обработки почвы + обработка почвы препаратом НаноКремний, нормой 100 г/га.

Учёты, наблюдения и анализы в наших исследованиях проводили согласно общепринятым методикам: определение плотности почвы – методом Качинского; агрегатный состав - методом сухого фракционирования образцов по методу Н.И. Савинова, общую пористость и степень аэрации – расчётным путём; содержание органического вещества в почве по ГОСТу 26213-91; водопрочность почвенных агрегатов – по методике Андрианова – Качинского.

Статистическая обработка результатов исследований – по методу Б.А. Доспехова (дисперсионный анализ).

Результаты и их обсуждение

Органическое вещество на 85-90% состоит из гумуса, включающего в свой состав углерод, кислород, азот, серу, фосфор, и другие вещества, являющиеся важным критерием при оценке её плодородности. Чем выше уровень органического вещества в почве, тем больше оно способствует созданию благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур [8]. На мониторинговом поле шестипольного севооборота в июне отобраны образцы почвы в слое до 60 см на определение содержания органического вещества в ней, в зависимости от изучаемых факторов (табл. 1).

При традиционной обработке почвы на глубинах 0-20 и 20-40 см количество органического вещества составило чуть более 3,5%, с увеличением глубины уменьшилось на 0,22% (40-60 см) и составило 3,28%. На минимальных системах обработки отмечена та же тенденция, а именно накопление органического вещества в верхних слоях почвы и снижение в более глубоких.

Оценивая сохранение и накопление органического вещества в зависимости от способа обработки почвы, следует отметить, что на минимальных обработках его содержание существенно выше, чем на традиционной системе обработки: на 0,36% на разуплотняющей и на 0,19% на минимальной в слое почвы 0-20 см. В слое почвы 20-40 см на этих обработках отмечена тенденция к снижению содержания органического вещества по отношению к традиционной обработке на 0,13 и 0,15%, соответственно. В более глубоких слоях существенных отличий не наблюдалось.

Наблюдения за содержанием органического вещества при внесении препарата НаноКремний на различных системах обработки почвы не выявили существенных отличий.

Таблица 1

**Влияние систем основной обработки и применения препарата НаноКремний на содержание органического вещества в черноземе выщелоченном, %
(июнь, среднее за 2017-2018 гг.)**

Вариант	Глубина отбора, см	Контроль	НаноКремний
Традиционная	0–20	3,51	3,60
	20–40	3,54	3,45
	40–60	3,28	3,34
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	0–20	3,87	3,80
	20–40	3,41	3,33
	40–60	3,22	3,26
Минимальная мульчирующая	0–20	3,70	3,67
	20–40	3,39	3,39
	40–60	3,30	3,30
НСР _{0,05}		0,09	

Структура почвы это один из важнейших доминант контролирующих показателей антропогенного воздействия на почву. Для хорошего роста и развития сельскохозяйственные культуры требуют определенного структурообразования почвы, которое часто близкое к природному. Влияние обработок почвы и применение препарата НаноКремний на агрофизические показатели плодородия представлены в таблице 2 (мониторинговое поле, шестипольного севооборота).

Таблица 2

Агрофизические свойства почвы при различных системах её обработки в зависимости от применения препарата НаноКремний, (июнь, среднее за 2017–2018 гг.)

Вариант		Глубина отбора, см	Объемная масса, г/см ³	Агрономически ценная структура, %	Оценка почвы по:	
					плотности	структурности
Традиционная	K*	0 – 10	1,17	76,1	средняя	хорошая
		10 – 20	1,24	66,1	средняя	хорошая
		20 – 40	1,33	64,6	плотная	хорошая
		0 – 40	1,25	68,9	средняя	хорошая
	Si**	0 – 10	1,12	79,3	средняя	отличная
		10 – 20	1,22	69,3	средняя	хорошая
		20 – 40	1,31	64,1	плотная	хорошая
		0 – 40	1,22	70,9	средняя	хорошая
Разуплотняющая	K*	0 – 10	1,02	75,0	очень рыхлая	хорошая
		10 – 20	1,15	70,8	средне плотная	хорошая
		20 – 40	1,35	69,9	плотная	хорошая
		0 – 40	1,17	71,9	средне плотная	хорошая
	Si**	0 – 10	1,09	74,3	очень рыхлая	хорошая
		10 – 20	1,25	66,3	средне плотная	хорошая
		20 – 40	1,34	68,2	плотная	хорошая
		0 – 40	1,23	69,6	средне плотная	хорошая
Минимальная	K*	0 – 10	1,28	61,3	средняя	хорошая
		10 – 20	1,31	57,9	плотная	хорошая
		20 – 40	1,37	56,8	плотная	удовлет.
		0 – 40	1,32	58,7	плотная	хорошая
	Si**	0 – 10	1,28	64,7	средне плотная	хорошая
		10 – 20	1,27	64,8	средне плотная	хорошая
		20 – 40	1,29	59,7	средне плотная	хорошая
		0 – 40	1,28	63,1	средне плотная	хорошая

Примечание: K* – контроль; Si** – с внесение препарата НаноКремний

Анализ полученных данных показал, что на традиционной системе обработки почвы на контроле объёмная масса в верхнем 0–10 см слое составила 1,17 г/см³, на варианте с кремнием – 1,12 г/см³. В нижележащих слоях 10-20 см и 20-40 см этот показатель составил 1,24 и 1,33 г/см³ с применением кремния 1,22 и 1,31 г/см³ то есть внесение препарата не оказало влияние на объёмную массу почвы на традиционной системе обработки. На мульчирующей минимальной с разуплотнением обработке почвы объёмная масса в верхних слоях также не зависела от применения препарата НаноКремний. Однако в слое 20-40 см на этом варианте наблюдалось уплотнение.

На минимальной мульчирующей системе обработки почвы объёмная масса на контроле не изменялась по слоям и составила 1,31-1,37 г/см³. Внесение препарата НаноКремний способствовало снижению плотности почвы, которая составила 1,27–1,29 г/см³.

Проанализировав результаты структурно агрегатного состава, следует отметить, что на традиционной системе содержание агрономически ценных агрегатов в 0-40 см слое почвы составило на контроле 68,9%, а с внесением препарата НаноКремний данный показатель на 2,0% выше. В то время как на разуплотняющей обработке отмечено снижение содержания агрономически ценных агрегатов на 2,3% при внесении этого препарата. Наиболее существенно действие препарата НаноКремний отмечено на минимальной системе обработки – повышение количества агрегатов 0,25-10,0 мм от его применения составило 4,4%.

По содержанию агрономически ценных агрегатов почвы лучшей является минимальная с разуплотнением система обработки – 71,0%, превышая на 3,0% традиционную и на 13,2% минимальную мульчирующую.

Внесение препарата НаноКремний в почву влияло на показатели оценки по плотности и структурности. Разберем это более подробно по каждой обработке.

На традиционной системе изменений агрофизических свойств почвы в слое 0-40 см на контроле и с применением препарата НаноКремний не наблюдалось. Однако следует отметить, что внесение препарата увеличило показатели оценки по структурности в 0-10 см слое. При обработке почвы по разуплотняющей технологии влияния кремний содержащего препарата на эти показатели не выявлено, наблюдались их незначительные изменения, которые на общей её оценке не сказались.

Изменение под действием препарата НаноКремний отмечено при минимальной мульчирующей обработке почвы. Внесение препарата НаноКремний увеличило в лучшую сторону показатели оценки по плотности почвы, переводя её из разряда плотной в разряд среднеплотной. Следует также отметить и действие данного препарата на оценку почвы по структурности, так на контроле в слое почвы 20-40 см она удовлетворительная, а с применением препарата НаноКремний – хорошая.

Агрофизическим показателем почвы также является пористость. Под пористостью почвы следует понимать суммарный объем пор в единице объема почвы, выраженный в процентах. По почвенным порам перемещается вода с растворенными в ней веществами, в них содержится воздух. В почвенных порах обитают микроорганизмы, простейшие и другие представители почвенной биоты, по ним в почву проникают корни и корневые волоски растений. Поэтому общий объем пор, составляющих это пространство – важнейшие характеристики почвы.

Формирование пористости происходит в результате действия различных факторов, в том числе и от влияния систем обработок почвы и возможно исследуемого препарата (рис. 1.)

Так, средняя пористость почвы 0-40 см слоя на контроле составила на традиционной системе обработки – 52%, на минимальной мульчирующей с разуплотнением – 55% и на минимальной мульчирующей – 49%. Следует отметить, что на традиционной системе обработки верхние слои почвы обладают большей пористостью, чем слой 20-40 см. На минимальной мульчирующей с разуплотнением – меньшей пористостью характеризуется слой почвы 10-20 см, большей – верхний 0-10 см слой и на минимальной мульчирующей

обработке одинаковая пористость по исследуемому профилю.

Внесение препарата НаноКремний способствовало увеличению пористости верхнего 0–10 см слоя почвы и снижению у нижележащего на традиционной системе обработки. На минимальной мульчирующей с разуплотнением системе обработки произошли аналогичные изменения. В то время как на минимальной мульчирующей наблюдалось равномерное повышение этого показателя по всему изучаемому слою.

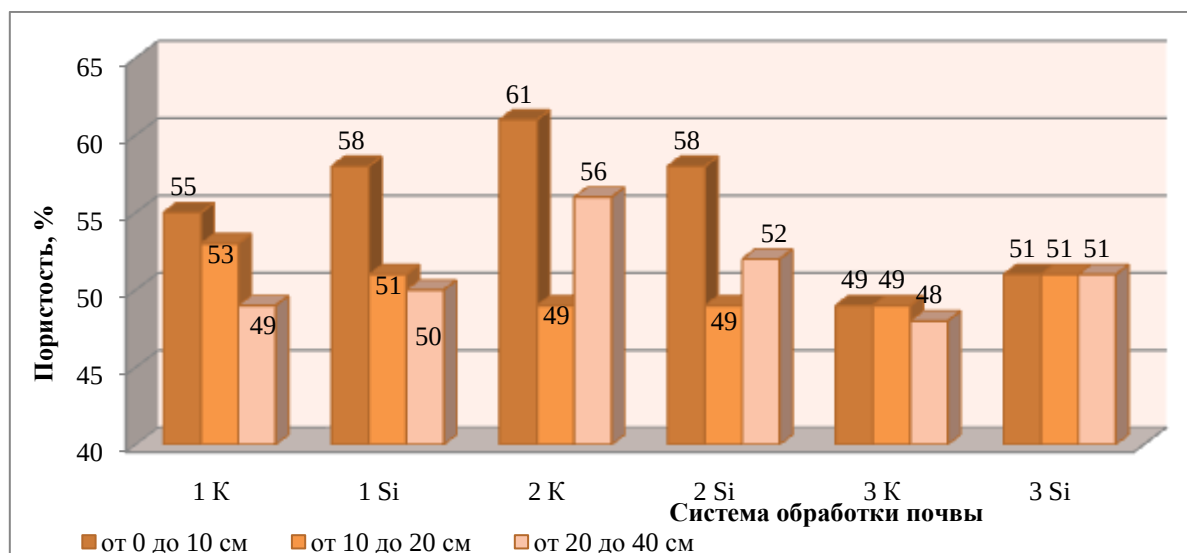


Рис. 1. Влияние препарата НаноКремний на пористость почвы в зависимости от системы обработки почвы, 2017-2018 гг.

Примечание: 1 К – Традиционная, контроль; 2 Si – Традиционная, с внесением НаноКремний; 2 К – Минимальная мульчирующая с разуплотнением, контроль; 2 Si – Минимальная мульчирующая с разуплотнением, с внесением НаноКремний; 3 К – Минимальная мульчирующая, контроль; 3 Si – Минимальная мульчирующая, с внесением НаноКремний.

Большое значение для характеристики почв имеет водопрочность её агрегатов, (табл. 3). В наших исследованиях водопрочность почвенных агрегатов в слое 0-40 см при традиционной системе обработки почвы составила 57,8 %, что на 2,2 и 4,6% ниже, чем при минимальных обработках почвы.

Таблица 3

Водопрочность почвенных агрегатов при различных системах её обработки в зависимости от применения препарата НаноКремний, 2017–2018 гг.

Система обработки почвы	Глубина отбора, см	Водопрочность почвенных агрегатов, %	
		контроль	НаноКремний
Традиционная	0 – 10	57,6	59,2
	10 – 20	56,1	60,0
	20 – 40	59,7	59,4
	0 – 40	57,8	59,5
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	0 – 10	61,6	62,1
	10 – 20	58,6	63,6
	20 – 40	59,4	58,2
	0 – 40	60,0	61,3
Минимальная мульчирующая	0 – 10	65,5	70,8
	10 – 20	61,0	60,1
	20 – 40	60,8	59,4
	0 – 40	62,4	63,4
НСР _{0,05}		0,9	

Внесение в почву препарата НаноКремний улучшило водопрочность независимо от изучаемых обработок. Так, на традиционной обработке почвы она увеличилось в слое 0–40 см на 1,7%, на разуплотняющей на 1,3%, а на мульчирующей – на 1,0%.

Урожайность озимой пшеницы и сои за годы проведённых исследований представлены в таблице 4. В 2017 году при выращивании озимой пшеницы по традиционной обработке почвы отмечено получение высокой прибавки урожайности – 0,72 т/га, что объясняется тем, что внесение 100 г/га НаноКремния в почву способствовало увеличению толщины стенок стебля пшеницы (отмечено визуально), что препятствовало её полеганию в виду сложившихся климатических условий. Полегания озимой пшеницы на минимальных обработках не наблюдалось.

Таблица 4

Урожайность сельскохозяйственных культур за 2017 - 2018 гг в зависимости от изучаемых факторов, т/га

Вариант		Урожайность выращиваемых культур			
Система обработки почвы	Обработка НаноКремнием	Озимая пшеница, 2017 г	+/- контр.	Соя, 2018 г	+/- контр.
Традиционная	контроль	5,92	–	1,68	–
	100 г/га	6,64	+ 0,72	1,70	+ 0,02
Минимальная мульчирующая с разуплотнением	контроль	6,56	–	1,69	–
	100 г/га	6,76	+ 0,20	1,72	+ 0,03
Минимальная мульчирующая	контроль	6,30	–	1,56	–
	100 г/га	6,72	+ 0,42	1,58	+ 0,02
НСР _{0,05}		0,24		0,04	

Действие препарата НаноКремний отмечена также и на минимальной мульчирующей обработке, где прибавка по отношению к контролю составила 0,42 т/га, что объясняется увеличением количества зерен в колосе.

В 2018 году на мониторинговом поле возделывалась соя, из-за нетипичных климатических условий сложившихся в период роста и развития сои полученная урожайность была низкой. На вариантах с внесением препарата НаноКремний полученная прибавка по отношению к контролю незначительна.

Выводы

1. В ходе проведённых исследований выявлено, что внесение препарата НаноКремний в почву не влияет на содержание органического вещества.

2. Объёмная масса почвы в 0-40 см слое на традиционной и на мульчирующей с разуплотнением системах обработки почвы на 0,07-0,15 г/см³ ниже, чем на минимальной мульчирующей. Применение препарата НаноКремний на этих обработках почвы не оказало воздействия на изменение плотности почвы. Внесение этого препарата на минимальной мульчирующей обработке способствовало снижению плотности почвы с 1,32 до 1,28 г/см³.

3. Наибольшее количество агрономически ценных агрегатов почвы наблюдалось на минимальной с разуплотнением системе обработки – 71,0%, что на 3,0% выше, чем на традиционной и на 13,2%, чем на минимальной. Применение препарата НаноКремний увеличило содержание агрономически ценных агрегатов на традиционной обработке почвы – на 2,0% и минимальной – на 4,4%

4. Пористость почвы в 0–40 см слое на традиционной системе обработки составила 52%, на минимальной мульчирующей – 49%. Внесение препарата НаноКремний на традиционной и минимальной мульчирующей с разуплотнением системах обработки почвы привело к увеличению пористости в верхнем 0-10 см слое и снижению в нижележащих слоях. На минимальной мульчирующей наблюдалось равномерное повышение этого показателя.

5. Анализ данных по урожайности озимой пшеницы показал, что из-за сильного полегания посевов на традиционной системе обработки, получена урожайность на 0,64 и 0,38 т/га ниже, чем на минимальной с разуплотнением и минимальной мульчирующей соответственно. Внесение в почву препарата НаноКремний в дозе 100 г/га способствовало повышению устойчивости к полеганию, что позволило увеличить урожайность на 0,72 т/га на традиционной обработке, на 0,2 т/га на разуплотняющей обработке и на 0,42 т/га при минимальной мульчирующей обработке. Урожайность сои из-за нетипичных климатических условий в период роста получена низкой и не отличалась по вариантам опыта.

Литература

1. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. // Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, – 2013. – 176 с.
2. Матыченков И.В., Хомяков Д.М., Пахненко Е.П., Бочарникова Е.А., Матыченков В.В. Подвижные кремниевые соединения в системе почва-растение и методы их определения. // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2016. – № 3. – С. 35-39
3. Ma J.F. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. // Soil science and plant nutrition. – 2004. – Т. 50. – №. 1. – С. 11-18.
4. Орлов Д.С. Химия почв: Учеб. для вузов по спец. Агрохимия и почвоведение // – М.: Изд-во Моск. ун-та, – 1985 – 376 с.
5. Офицеров Е.Н., Рябов Г.К., Убаскина Ю.А., Климовский А.Б., Фетюхина Е.Г. Кремний и гуминовые кислоты: моделирование взаимодействий в почве. // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – № 4-2. – С. 550-556.
6. Самсонова Н. Е. Кремний в почве и растениях // Агрохимия. – 2005. – №. 6. – С. 76-86.
7. Мнатсакян А.А., Чуварлеева Г.В., Волкова А.С. Кремний и его роль в повышении продуктивности и качества зерна сои. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 2 (34). – С.21-28. DOI: 10.24411/2309-348x-2020-11165
8. Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А. Агрофизические свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в севооборотах // Известия ОГАУ. – 2019. – № 3 (77). – С. 27-30.

References

1. Kulikova A. Kh. Kremnii i vysokokremnistye porody v sisteme udobreniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Silicon and high-siliceous rocks in the fertilization system of agricultural crops]. Ul'yanovsk. UGSKHA im. P.A.Stolypina, 2013. 176 p. (In Russian)
2. Matychenkov I.V., KHomiyakov D.M., Pakhnenko E.P., Bocharnikova E.A., Matychenkov V.V. Podvizhnye kremnievye soedineniya v sisteme pochva-rastenie i metody ikh opredeleniya [Mobile silicon compounds in the soil-plant system and methods for their determination]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Iss. 17. Pochvovedenie- Soil science. 2016. no.3. pp. 35-39. (In Russian)
3. Ma J. F. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. Soil science and plant nutrition. Vol. 50, no. 1, pp. 11-18.
4. Orlov D. S. Khimiya pochv: Ucheb. dlya vuzov po spets. Agrokimiya i pochvovedenie [Soil Chemistry: Textbook. for universities on specials. Agrochemistry and soil science]. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1985, 376 p. (In Russian)
5. Ofitserov E. N., Ryabov G. K., Ubas'kina YU. A., Klimovskii A. B., Fetyukhina E. G. Kremnii i guminovye kisloty: modelirovanie vzaimodeistvii v pochve [Silicon and humic acids: modeling interactions in soil]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2011. no.4-2, pp. 550-556. (In Russian)
6. Samsonova N. E. Kremnii v pochve i rasteniyakh [Silicon in soil and plants]. Agrokimiya. – 2005, no. 6, pp. – 76-86. (In Russian)
7. Mnatsakanyan A.A, Chuvarleeva G.V., Volkova A.S. Kremnii i ego rol' v povyshenii produktivnosti i kachestva zerna soi [Silicon and its role in increasing of soy gran productivity and quality]. Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. No.2 (34), pp. 21-28. (In Russian). DOI: 10.24411/2309-348x-2020-11165
8. Kaftan Yu.V., Zenkova N.A. Agrofizicheskie svoistva pochvy i urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v sevooborotakh [Agrophysical properties of soil and crop yield in crop rotations]. Izvestiya OGAU, 2019, no. 3 (77), pp. 27-30. (In Russian)

СОРТ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ ТРИАДА, РЕКОМЕНДОВАННЫЙ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

П.Н. МАЛЬЧИКОВ, доктор сельскохозяйственных наук
В.С. СИДОРЕНКО*, кандидат сельскохозяйственных наук

Л.А. БЕСПАЛОВА **, академик РАН

А.А. МУДРОВА **, **М.Г. МЯСНИКОВА**, кандидаты сельскохозяйственных наук

Т.В. ЧАХЕЕВА, **Ж.В. СТАРИКОВА***, научные сотрудники

Ф.В. ТУГАРЕВА*, аспирант

САМАРСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ САМАРСКОГО ФИЦ РАН,

*ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

**ФГБНУ «НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЗЕРНА ИМЕНИ П.П. ЛУКЪЯНЕНКО», kniish@kniish.ru

Описаны способы выведения, морфологические, ботанические признаки и свойства нового сорта яровой твёрдой пшеницы Триада, созданного в результате кооперации селекционно-исследовательских работ ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, Национального центра зерна им. П.П. Лукьяненко и Самарского НИИСХ-филиала Самарского ФИЦ РАН, который решением Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений РФ от 12.03.2020 года допущен (рекомендован) для хозяйственного использования в 5 (Центрально-Чернозёмном) регионе России. Новый сорт отличается высокой стабильностью урожайности зерна в широком диапазоне условий среды, в том числе в степных районах Поволжья, Урала, Казахстана и Сибири. Значительно превосходит по урожайности зерна, используемые в качестве стандартов сорта в Центрально-Черноземном и Северокавказском регионах, имеет высокий потенциал продуктивности, проявляет высокую устойчивость к полеганию при урожайности зерна более 6,0 тонн/га. Новый сорт отличается высокой устойчивостью к комплексу патогенов. На естественном инфекционном фоне практически устойчив к листовым пятнистостям (фузариоз, альтернариоз, септориоз, пиренофороз), мучнистой росе, бурой ржавчине. На искусственном инфекционном фоне проявил полный иммунитет к пыльной головне, высокую устойчивость к твёрдой головне и среднюю восприимчивость к фузариозу колоса и зерна. Отличается стабильностью формирования высококачественной клейковины.

Ключевые слова: яровая твёрдая пшеница, сорт Триада, селекция, государственное сортоиспытание, реестр сортов.

SPRING DURUM WHEAT CULTIVAR TRIADA, PROPOSED FOR ECONOMIC USE IN THE 5TH REGION OF RUSSIA

P.N. Malchikov, V.S. Sidorenko*, L.A. Bespalova, A.A. Mudrova**, M.G. Myasnikova,**
T.V. Chakheeva, Z.V. Starikova*, F.V. Tugareva*

SAMARA AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE, BRANCH OF THE SAMARA FEDERAL
RESEARCH CENTRE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES»

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

** FSBSI «P.P. LUKYANENKO NATIONAL GRAIN CENTRE»

Abstract: The Described ways of the breeding, morphological, botanical traits and characteristic of the new cultivar of the spring durum wheat Triada, created as a result of cooperation breeding and research work FSBSI “Federal Scientific Center of Legumes and Groat

Crops”, FSBSI “P.P. Lukyanenko National Grain Centre” and Samara Agricultural Research Institute, Branch of Federal Research Centre “Samara Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, which was approved for use in the 5th region of Russia (Central black earth region) by the decision of the state Commission for testing and protection of breeding achievements of Russia on March 12, 2020 year. The New cultivar differs the high stability of grain yield in a wide range of environmental conditions, including in the steppe regions of the Volga region, the Urals, Kazakhstan and Siberia. Significantly exceeds the yield of grain used as standard varieties in the Central black earth and North Caucasus regions, has a high productivity potential, shows high resistance to lodging with a grain yield of ~ 6.0 tons/ha. The new cultivar is highly resistant to a complex of pathogens. On a natural infectious background, it is almost resistant to leaf spots (*Fusarium*, *Alternaria*, *Septoria*, pyrenophorosis), powdery mildew, brown rust. On an artificial infectious background, it showed complete immunity to loose smut, high resistance to covered smut, and average susceptibility to ear and grain fusariosis. It is characterized by stable formation of high-quality gluten.

Keywords: durum wheat, cultivar Triada, breeding, state variety testing, cultivars monitoring.

Введение

По прогнозам экспертов дефицит зерна твёрдой пшеницы на мировом рынке будет возрастать, что связано с ростом населения на Ближнем Востоке, в Турции, Китае, Юго-Восточной Азии, где с ростом благосостояния населения продукты из твёрдой пшеницы получают распространение. Учитывая, что в мире пригодные для получения высококачественного зерна твёрдой пшеницы территории остались только в России и Казахстане, расширение посевов и производство зерна этой культуры в нашей стране будут увеличиваться. В связи с этим помимо традиционных степных агроэкологических регионов Поволжья и Урала, значительное расширение посевов твёрдой пшеницы в ближайшем будущем может иметь место в черноземных областях юга и центра России, где одним из основных лимитирующих продукционный процесс факторов является полегание растений. Очевидна выгода применения короткостебельных сортов в этих условиях. Кроме устойчивости к полеганию гены короткостебельности обеспечили почти весь прогресс в селекции пшеницы на продуктивность в XX веке за счёт перераспределения биомассы растений в пользу зерновой части. Поэтому создание короткостебельных сортов пшеницы твёрдой яровой, для зоны плодородных почв степной и лесостепной зоны России, является актуальной селекционно-исследовательской задачей. Низкорослый (ген редукции высоты растений *RhtB1b*) сорт пшеницы твёрдой яровой Триада, включённый в реестр охраняемых селекционных достижений России в 2020 году с допуском для хозяйственного использования в пятом регионе, – частично решает эти задачи. В статье описаны методы создания сорта, его морфобиологические и апробационные признаки и результаты изучения в различных агроэкологических зонах.

Методы выведения сорта, условия и методика его изучения

Внутривидовая гибридизация была источником генотипической изменчивости в популяциях, из которых был отобран новый сорт. Гибридизация и отбор исходных и селекционных генотипов проведены в Самарском НИИСХ. Техника кастрации и опыление материнских форм выполнены на основе твел-метода [1,2]. Принципы подбора родительских компонентов, применявшихся в работе, соответствуют на разных этапах трем концепциям по классификации С. Бороевича: признака, гена, генетической дивергенции [3]. Родословная сорта Триада с указанием исходных и промежуточных форм, представлена на рисунке. Сорт получен отбором от завершающего скрещивания Безенчукской 209 и селекционной линии – 646Д-37. Материнский компонент этой гибридной популяции (Безенчукская 209) происходит от скрещивания короткостебельной селекционной линии Гордеиформе 942 (Харьковская9*4//Харьковская46*7/ Соскорит 71), несущей ген редукции высоты растений *RhtB1b* от мексиканского сорта Соскорит 71, и высокопродуктивной линии Гордеиформе 1434 (Саратовская золотистая / Безенчукская 182 // Безенчукская 182/Гордеиформе 740).

Безенчукская 209 унаследовала от Гордеиформе 942 ген RhtB1b, высокое качество клейковины, устойчивость к полеганию, листовым пятнистостям и бурой ржавчине. Материнская линия нового сорта – 646Д-37 имеет в родословной селекционную линию 2214Б-17 (♀) и короткостебельный, устойчивый к листовым пятнистостям мексиканский сорт Anser 10 (♂) из СИММУТ). Материнская форма этого гибрида – 2214Б-17 (Гордеиформе 748 / ЛН-209-36) получена отбором из популяции устойчивой к пыльной головне и листовым пятнистостям. Линия 646Д-37 унаследовала свойства своих родителей, – устойчивость к листовым пятнистостям и короткостебельность, контролируемую геном RhtB1b [4].

Скращивание, положившее начало созданию сорта Триада, выполнено в 2005 году, репродуцирование гибридных популяций F₁-F₃ проведено в 2006-2008 гг. в полевых условиях, отбор элитного колоса сделан в 2009 году в F₄, изучение и отбор линии в СП-1 года проведен в 2010 году. Потомство отобранной линии под селекционным номером 1591Д-21 изучалось по признакам адаптивности и продуктивности в селекционных питомниках (2011-2012 гг.), качеству, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам в питомниках малого (2013-2014 гг.) и основного сортоиспытания в 2015-2017 гг. В процессе создания сорта Триада в СП-1 года было изучено 120 линий, происходящих из популяции 1591Д, в СП-2 года 25. В конкурсном сортоиспытании изучалась только одна линия – 1591Д-21, получившая при передаче в систему государственного сортоиспытания название Триада. Параллельно в 2015-2017 годы линия 1591Д-21 изучалась в Национальном центре зерна имени П.П. Лукьяненко, в филиале этого центра – Северокубанской сельскохозяйственной опытной станции и в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. В 2017-2019 годы сорт испытывался в системе КАСИБ (Казахстанско-Сибирская селекция пшеницы) в двух циклах. Первый цикл (2017-2018 годы) был сформирован на основе сортов, поступивших от учреждений в 2017 году. Во втором цикле среди сортов нового набора сортов (2019 год) сорт Триада изучался, как лучший генотип из предыдущего цикла. Полевые эксперименты включали 9 экологических пунктов селекционных учреждений России и Казахстана.

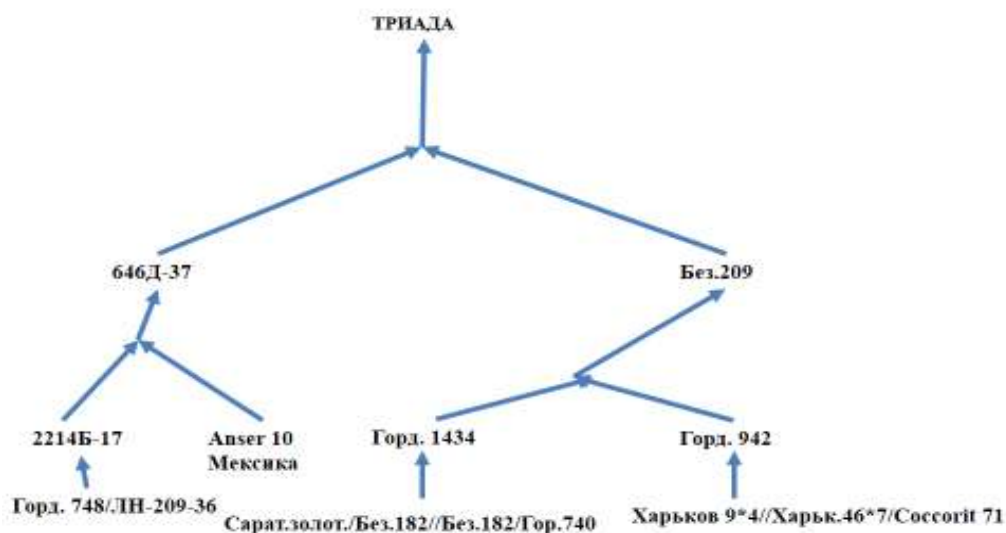


Рис. Генеалогия сорта Триада

Результаты и обсуждение

Морфологические и апробационные признаки. Сорт принадлежит к волжской степной агроэкологической группе. Разновидность гордеиформе, куст полупрямостоящий, растение по высоте – короткое или среднее, соломина выполнена средне. Опушение верхнего узла соломины отсутствует или очень слабое. Восковой налёт на влагалище и листовой пластинке флагового листа, шейке соломины и колосе очень сильный. Колос пирамидальный, средней длины, сильноокрашенный, средней плотности, опушение краев первого сегмента стержня колоса отсутствует или очень слабое. Ости коричневые, на

верхушке колоса, длиннее колоса. Нижняя колосковая чешуя яйцевидная, опушение наружной поверхности отсутствует, плечо приподнятое, узкое, зубец короткий, прямой. Зерновка удлинённая, хохолок короткий, окрашивание фенолом светлое.

Хозяйственно-биологические свойства. В конкурсном сортоиспытании Самарского НИИСХ в 2015-2019 гг. зерновая продуктивность сорта Триада по предшественнику чёрный пар (2,46 т/га), варьировала в пределах стандартного, высокопродуктивного и адаптированного сорта Безенчукская 210 (2,44 т/га). Значимое преимущество сорта по урожаю зерна отмечено в учреждениях соисполнителях селекционной программы («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», ФНЦ зернобобовых и крупяных культур).

В условиях Краснодарского края урожайность нового сорта за три года испытаний составила 5,3 т/га в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко и 5,09 т/га в СКСХОС - филиале НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, что выше стандарта (сорт Вольнодонская) на 0,97 т/га и 1,45 т/га соответственно.

В условиях Орловской области в ФНЦ ЗБК новый сорт сформировал урожай зерна 5,88 т/га, что выше на 0,62 т/га, чем у стандартного сорта Донская элегия [5]. В испытаниях в системе 19КАСИБа сорт Триада в 2017 -2018 годы в среднем по всем экопунктам (Актюбинск, Алма-Ата-1, Алма-Ата-2, Карабалык, Шортанды, Барнаул, Саратов, Омск, Безенчук) среди 26 сортов различных учреждений занял 1-е место с величиной урожайности 3,72 т/га. Триада, как лучший сорт 19КАСИБа, был включен для продолжения испытаний в следующий цикл 20КАСИБа, где среди 28 генотипов нового набора в тех же экологических пунктах его средний урожай достиг 2,64 т/га, что также было лучшим результатом.

В условиях Среднего Поволжья (Самарский НИИСХ) Триада колосится на один день позднее или одновременно со среднеспелым стандартом, в условиях Краснодарского края (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко) колошение наступает позднее на 4 сут., чем у стандарта Вольнодонская. Созревание в Поволжье наступает одновременно со стандартом, в Краснодаре – позднее на 7-8 суток.

Новый сорт отличается более высокой, чем у стандартных в регионах изучения сортов, устойчивостью к комплексу патогенов.

В Самарском НИИСХ Триада выделилась по устойчивости к листовым пятнистостям (фузариоз, альтернариоз) и бурой листовой ржавчине, в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур проявилась высокая устойчивость к септориозу, в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко на естественном инфекционном фоне установлена высокая устойчивость к мучнистой росе; на искусственном инфекционном фоне проявились полный иммунитет к пыльной головне, высокая устойчивость к желтой ржавчине, твердой головне, средняя восприимчивость к фузариозу колоса (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность и устойчивость к патогенам сорта яровой твердой пшеницы Триада, по данным полученным в НИУ оригинаторах сорта

Параметр	Единица измерения	Новый сорт Триада	Стандарт Безенчукская 210
Реализованный потенциал урожайности	т/га	7,20	6,24
Урожайность, Самарский НИИСХ, 2014-2019 гг	т/га	2,16	2,11
Урожайность, СКСХОС – 2015-2017 гг.	т/га	5,09	3,64*
Урожайность, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, 2015-2017гг.	т/га	5,30	4,33
Урожайность, ФНЦ ЗБК	т/га	5,88	5,24
Период всходы-колошение	сут.	45,1	44,9
Устойчивость к засухе	балл (1-9).	6,0	7,0
Длина соломины	см.	47,0	52,0

Продолжение табл.1

Поражение растений патогенами на естественном инфекционном фоне			
Поражение листьев <i>Fusarium</i> sp., Самарский НИИСХ	R...S	R	R
Поражение листьев <i>Alternaria</i> sp., Самарский НИИСХ	R...S	R/MR	R/MR
Поражение листьев <i>Puccinia triticina</i> , Самарский НИИСХ	тип/%	2/5	2/7.5
Поражение листьев септориозом, ФНЦ ЗБК	%	25.0	42.0
Поражение <i>Blumeria graminis</i> , НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	тип/%	1/5	3/40
Поражение растений патогенами на искусственном инфекционном фоне			
Поражение листьев желтой ржавчиной, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	%	0	0-30
Поражение колоса <i>Fusarium gramineum</i> , НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	R...S	MR/MS	S/MS
Поражение колоса пыльной головней, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	%	0,0	45,1
Поражение колоса твёрдой головней, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	%	0,3	33,0

• В качестве стандарта в НЦЗ им. П.П.Лукьяненко и на Северокавказской СХОС использовался сорт Вольнодонская, в ФНЦ ЗБК - Донская элегия.

В системе государственного сортоиспытания на сортоучастках Орловской области сорт Триада существенно превысил стандарт Донская элегия по урожайности – на 0,77 т/га (Свердловский ГСУ) и на 1,27 т/га (Ливенский ГСУ).

Максимальная урожайность была отмечена в 2019 г. на Свердловском ГСУ – 6,19 т/га, что сопоставимо с урожайностью лучших сортов яровой мягкой пшеницы. На ГСУ Самарской области, расположенных в степных районах, сорт Триада по урожайности зерна можно отнести к группе конкурентоспособных генотипов в сравнении со стандартом (табл. 2, 3), что подтверждает достаточный уровень адаптивности этого короткостебельного сорта и к условиям Среднего Поволжья.

Таблица 2

**Урожайность сортов яровой твёрдой пшеницы на ГСУ Орловской области
2018-2019 годы, ц/га**

СОРТ	Регион допуска РФ	Свердловский ГСУ				Ливенский ГСУ			
		2018	2019	Средняя	+, -	2018	2019	Средняя	+, -
Донская элегия St	5,6,7,8,9	41,8	47,1	44,5	0	39,3	23,5	31,4	0
Воронежская 13	ГСИ	40,1	45,0	42,6	-1,9	41,6	21,7	31,7	+0,3
СИ Нило	ГСИ	42,2	48,9	45,6	+1,1	44,3	27,6	36,0	+4,6
Тессадур	ГСИ	37,3	58,3	47,8	+3,3	46,4	33,6	40,0	+8,6
Фуэго	ГСИ	36,9	43,1	40,0	-4,5	43,9	25,4	34,7	+3,3
Триада	5	42,9	61,9	52,4	+7,7	50,5	37,6	44,1	+12,7

Таблица 3

**Урожайность сортов яровой твёрдой пшеницы на ГСУ Самарской области 2018-2019
годы, ц/га**

СОРТ	Регион допуска РФ	Безенчукский ГСУ				Кошкинский ГСУ			
		2018	2019	Средняя	+,-	2018	2019	Средняя	+,-
Безенчукская 210, St	7,9	8,5	26,0	17,3	0,0	20,4	39,3	29,9	0
Безенчукская золотистая	7,8,9	8,7	24,6	16,7	-0,6	20,1	36,3	28,2	-1,7
Бурбон	9	8,9	24,5	16,7	-0,6	15,8	38,4	27,1	-2,8
Воронежская 13	ГСИ	7,2	19,0	13,1	-4,2	20,9	35,2	28,1	-1,8
Гусельская	ГСИ	8,2	20,4	14,3	-3,0	19,9	32,6	26,3	-3,7
Таганрог	7	11,0	26,3	18,7	1,4	25,8	42,7	34,3	4,4
Тессадур	ГСИ	6,5	14,7	10,6	-6,7	21,1	33,2	27,2	-2,8
Триада	5	10,8	25,7	18,3	1,0	-	40,8	40,8	1,5

Высокая устойчивость нового сорта подтвердилась при его изучении в экологических пунктах питомника КАСИБ (таблицы 4, 5, 6).

В 2017 и 2018 годах в пунктах значительного распространения патогенов и на инфекционных фонах изучен 21 сорт яровой твердой пшеницы из учреждений России и Казахстана. Инфекционный фон формировался в ВИЗРе на основе инокулюма бурой ржавчины собранной на северо-западе России, стеблевой ржавчины и листовых пятнистостей из омской популяции патогенов.

В трех отдаленных регионах России (Омск, Алтай и Самара), в Южном Казахстане и в Кении были обнаружены следующие заболевания: листовая, стеблевая и желтая ржавчина, мучнистая роса, септориозная пятнистость (*Stagonospora nodorum*), желтая пятнистость (*tan spot*), темно-бурая пятнистость (*spot blotch*).

В результате были выявлены три селекционные линии с множественной устойчивостью к болезням трех видов ржавчины, мучнистой росы и пятнистости листьев, в том числе Триада (Гордеиформе 1591Д-21).

Таблица 4

**Реакция сортов твёрдой пшеницы на инфекцию бурой ржавчины в стадии проростков
и в стадии взрослого растения, питомники 19КАСИБ.**

Сорт	Бурая ржавчина							
	Степень поражения (%) в поле		Тип инфекции на стадии проростков (IT)					
			Раса 1	Раса 2	Раса 3	Раса 4	Раса 5	Раса 6
Гордеиф. 178-05-2	10S	0	2	3	3	3	2	0-1
Гордеиф. 05-42-12	5MR	0	3	3	3	3	3	2
Триада (Гор.1591Д-21)	5S	0	3	3	1-2	3	2	1-2

Обозначения: MR – средняя устойчивость; S- восприимчивость; цифра перед буквенным символом означает % поражения.

Таблица 5

Реакция сортов твёрдой пшеницы на инфекцию стеблевой и желтой ржавчины в стадии взрослого растения и стеблевой ржавчины в стадии проростков, питомники 19КАСИБ

Сорт	Стеблевая ржавчина							Желтая ржавчина				
	Степень поражения (%) и тип реакции в поле						Стадия проростков (IT)	Степень поражения (%) и тип реакции в поле				
	Омск		Алтай	Самара 2017	Казахстан			Кения 2017	Омск популяц	Кения 2017	Казахстан	
	2017	2018			2017	2017					2018	2017
Гор. 178-05-2	10MS	20S	20S	20S	0	10M	10M	2+ 3-	15S	0	0	
Гор. 05-42-12	0	10MR	1-5S	20S	20MS	20MS	20MSS	2	20S	5R	10R	
Триада	10MR	10MR	20S	10MS	0	5MR	30MSS	1-2	15S	0	5R	

Обозначения: S-восприимчивость; K –устойчивость; MR – средняя устойчивость; MS – средняя восприимчивость; MSS – восприимчивость превышающая средний уровень; цифра перед буквенным символом означает % поражения.

Таблица 6

Реакция сортов твердой пшеницы на инфекцию мучнистой росы и листовых пятнистостей, питомники 19КАСИБ

Сорт	Степень поражения в поле, %								Стадия проростка*	
	Мучнистая роса		SNB** *	Tan spot				Spot blotch	Tan spot**	Spot blotch* *
	Алта й	Самар а	Алтай	Самара		Казахстан		Алтай		
	2017	2017	2017	201 7	2018	2017	201 8	2017	Тип инфекц.(IT)	
Гордеф. 178-05-2	0	5	20	1-5	10	20	20	5	2/2	3
Гордеф. 05-42-12	0	0	15	1-5	5	20	20	5	3/3	2,3
Триада	0	0	20	1-5	5	20	20	20	2/2	3

* некроз/хлороз; ** Tan spot (*P. Tritici-repentis* – желтая пятнистость) изоляты из Омска; ** Spot blotch изоляты из Омска (*B. Sorokiniana* – темно-бурая пятнистость); *** SNB – *Stagonospora nodorum* blotch

По многолетним данным сорт Триада стабильно и в различных условиях среды формирует высококачественную клейковину (табл. 7). За три года конкурсного сортоиспытания в Самарском НИИСХ показатель SDS седиментации нового сорта составил 50,5 мл, что на 10,5 мл выше требований мирового рынка и на 52,0% выше уровня стандартного сорта. Значительное преимущество по качеству клейковины нового сорта отмечено и по широко используемому на российском рынке зерна и в исследовательских учреждениях России и стран СНГ показателю ИДК, который при многолетнем изучении соответствовал второму классу – 85,0 единиц прибора. Отчетливо проявились особенности сорта, характеризующие высокое качество его клейковины при оценке на миксографе по параметрам «время замеса теста» и «устойчивость к замесу теста» (табл. 7).

Триада стабильно формирует зерно соответствующее требованиям ГОСТа России по признаку «число падения» (>200секунд), что косвенно характеризует его высокую устойчивость к прорастанию зерна на корню. За годы конкурсного сортоиспытания стекловидность зерна нового сорта соответствовала первому классу ГОСТа РФ (>75,0%) и за пять лет изучения в среднем её значение составило – 82,2%.

Сорт Триада был передан в систему государственного сортоиспытания по четырём регионам: Средневолжскому, Нижневолжскому, Центрально-Черноземному и Северокавказскому. В 2020 году решением Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений России сорт включен в Реестр охраняемых селекционных достижений с допуском к хозяйственному использованию в 5 (Центрально-Черноземном) регионе.

Предполагаемый экономический эффект от эксплуатации сорта (по ценам на 1 мая 2020 г.) в этом регионе может составить 75-100 млн. рублей на 50000 тыс. га посева.

Таблица 7

Качество зерна и макарон нового сорта яровой твердой пшеницы Триада, на основе данных, полученных в 2015-2019 гг.

Параметр	Единица измерения	Новый сорт Триада	Стандарт Безенчукская 210
Содержание белка в зерне	%	16,6	15,4
Содержание клейковины в зерне	%	29,2	29,4
Стекловидность	%	77,6	85,8
SDS седиментация	мл	50,5	32,5
ИДК	ед. прибора	85,0	102,0
Параметры миксографа			
PT (Pic Time – время замеса теста)	минут	11,0	4,8
PH (Pic Height – максимальная высота миксограммы)	см.	5,9	6,4
BW (Brand With – ширина миксограммы в момент разжижения теста)	см.	1,7	1,5
MTV(MixtoleranceValue– устойчивость к замесу теста)	см.	0,2	0,9
Качество макарон			
Прочность макарон на излом	грамм	975	1085
Цвет макарон	балл	4,0	5,0
Разваримость макарон	коэфф.	3,9	4,2
Сухой остаток, после варки макарон	%	5,8	6,4

Заключение

В Самарском НИИСХ, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ФНЦ зернобобовых и крупяных культур создан сорт яровой твердой пшеницы Триада, который решением Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений РФ от 12.03.2020 года допущен (рекомендован) для хозяйственного использования в 5 (Центрально-Черноземном) регионе России.

Новый сорт отличается высокой стабильностью урожайности зерна в широком диапазоне условий среды. Его изучение в Центрально-Черноземном и Северокавказском регионах показало значительное преимущество над стандартными сортами. По морфотипу он низкорослый (несёт ген редукции высоты растений RhtB1b), не полегает при урожайности

зерна ~ 6,0 тонн/га. Проявляет иммунитет или высокую устойчивость к патогенам, вызывающим листовые пятнистости (фузариоз, альтернариоз, септориоз, пиренофороз), мучнистую росу, бурую ржавчину, пыльную и твёрдую головню. Отличается стабильностью формирования высококачественной клейковины. Первичное и коммерческое семеноводство ведётся в учреждениях – оригинаторах сорта.

Литература

1. Мережко А.Ф., Эзрохин Л.М., Юдина А.Е. Эффективный метод опыления зерновых культур: методические рекомендации // – Л., –1973.
2. Васильчук Н.С. Селекция яровой твердой пшеницы // Саратов, – 2001. – 124 с.
3. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений // – М., – 1984.
4. Мальчиков Н.П., В.С Сидоренко, М.Г. Мясникова, Розова М.А., Мудрова А.А., Цыганков В.И., Мухитов Л.П., Тугарева Ф.В. Результаты селекции сортов яровой твёрдой пшеницы с укороченной соломиной. //Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. - № 4 (24). –С. 97-106
5. Тугарева Ф.В., Сидоренко В., Мальчиков Н.П., Мясникова М.Г, Костромичева В.А., Старикова Ж.В. Селекционная ценность новых генотипов твёрдой пшеницы // «Cercetari la culturile plantelor camp in Republica Moldova», conferinta nationala (2018; Chisinau), Balti, 21-22 iunie 2018/coord.: Valeriu Capcelea. – Chisinau: Balti: S. n., 2018. – P. 157-160

References

1. Merezhko A.F., Ezrokhin L.M., Yudina A.E. Effektivnyi metod opyleniya zernovykh kul'tur: metodicheskie rekomendatsii (An effective method of pollinating crops: guidelines). L., 1973. (In Russian)
2. Vasil'chuk N.S. Seleksiya yarovoi tverdoi pshenitsy [Spring durum wheat breeding]. Saratov, 2001, 124 p. (In Russian)
3. Boroevich S. Printsipy i metody seleksii rastenii (Principles and methods of plant breeding). M., 1984. (In Russian)
4. Mal'chikov N.P., Sidorenko V.S., Myasnikova M.G., Rozova M.A., Mudrova A.A., TSygankov V.I., Mukhitov L.P., Tugareva F.V. Rezul'taty seleksii sortov yarovoi tverdoi pshenitsy s ukorochennoi solominoi [The results of the selection of varieties of spring durum wheat with a shortened straw]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2017, no.4 (24), pp. 97-106. (In Russian)
5. Tugareva F.V., Sidorenko V.C., Mal'chikov N.P., Myasnikova M.G., Kostromicheva V.A., Starikova Zh.V. Seleksionnaya tsennost' novykh genotipov tverdoi pshenitsy [The breeding value of new durum wheat genotypes]. «Cercetari la culturile plantelor camp in Republica Moldova», conferinta nationala (2018; Chisinau), Balti, 21-22 iunie 2018/coord.: Valeriu Capcelea.–Chisinau: Balti: S. n., 2018, pp. 157-160.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ОБРАБОТОК

В.М. ГАРМАШОВ, доктор сельскохозяйственных наук
И.М. КОРНИЛОВ, Н.А. НУЖНАЯ, кандидаты сельскохозяйственных наук

НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ЦЕНТРАЛЬНО - ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЛОСЫ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА

Изучено влияние основной обработки почвы на структуру почвы, урожайность и качество ярового ячменя. Установлено, что нулевая обработка почвы увеличивала структурно-агрегатный состав в горизонте почвы 0-30 см (72%) по отношению к контролю (67,6%) при коэффициентах структурности соответственно 2,57 и 2,09.

Доказуемое снижение урожайности ярового ячменя (на 0,34 и 0,78 т/га) на естественном фоне (без внесения удобрений) по отношению к контролю установлено, соответственно, по минимальной и нулевой обработкам почвы. Применение удобрений на фоне основных обработок почвы увеличивало уровень урожайности культуры на 0,72-1,61 т/га, с минимальными прибавками по тем же обработкам, что и на естественном фоне. Определенной закономерности по влиянию основной обработки почвы на показатели качества ячменя не выявлено.

Ключевые слова: почва, структура, урожайность, ячмень, качество.

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SUMMER BARLEY ON THE BACKGROUND OF VARIOUS INTENSITY OF SOIL TILLAGE

V.M. Garmashov, I.M. Kornilov, N.A. Nuzhnaya

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE
OF CENTRAL-CHERNOZEM ZONE»

Abstract: *Influence of the basic soil cultivation on structure of ground, productivity and quality of summer barley is investigated. It is established, that zero till increased structurally – modular structure in horizon of ground of 0-30 cm (72%) in relation to the control (67,6%) over structure factors, accordingly, 2,57 and 2,09.*

Demonstrable decrease in productivity of summer barley (on 0,34 and 0,78 t/g) on a natural background (without application of fertilizers) in relation to the control is established, accordingly, on the minimal and zero till of soil. Application of fertilizers on a background of the basic soil cultivation increased a level of productivity of the crop on 0,72-1,61 t/g, with the minimal increases on the same soil cultivation, as on a natural background. The certain regularity on influence of the basic soil cultivation on parameters of quality of barley is not revealed.

Keywords: soil, structure, productivity, barley, quality.

В ячменном зерне содержится витамин А, почти все витамины группы В, витамины D, Е, РР. В состав ячменя входит широкий набор микроэлементов. В первую очередь, фосфор, который необходим для нормального обмена веществ в организме, а так же для полноценной деятельности мозга. В зерне культуры содержится значительное количество кремния, хрома, фтора, бора, цинка.

Ячмень – чемпион по содержанию в природном виде кальция, калия, марганца и железа. Поэтому пожилым людям ячмень нужнее и полезнее любых лекарств. Так же в состав ячменного зернышка входят медь, никель, молибден, магний, йод, бром, кобальт, стронций и др. Зерно ячменя на 65% состоит из медленноусвояемых углеводов и на 5-6% – из клетчатки, необходимой нашему желудку и кишечнику. Клетчатка нормализует

пищеварение и выводит из организма все вредные продукты распада. Ячмень содержит более 10% белка, который по своей пищевой ценности превосходит пшеничный. Растительный белок, в отличие от животного, усваивается нашим организмом почти на 100%.

В настоящее время почвенный покров подвергается активному антропогенному воздействию: 60-90% площади распаханно, используется широкий спектр агрономических, агротехнических и мелиоративных воздействий, которые в совокупности приводят к существенному изменению факторов почвообразования, свойств и режимов почв, изменению структурного состояния. Структура почвенного покрова является одним из важных диагностических признаков почвы. Почвенная структура изменяется в зависимости от приемов обработки, сроков определения, глубины опробуемого слоя проникновения воздуха к корням растений, удерживания влаги, развития почвенной микрофлоры. Уменьшение содержания агрономически ценных агрегатов и увеличение глыбистости ведет к снижению продуктивности культур. По данным ряда исследователей, проводивших научные изыскания, установлено, что оптимальным количеством агрономически ценных агрегатов, при котором создается благоприятный водно-воздушный и пищевой режимы почвы, является 60-80% от общей ее массы. К.И. Карпович и А.И. Якунин отмечают, что содержание водопрочных агрегатов (а этот показатель характеризует эрозионную устойчивость почвы) к концу ротации севооборота наибольшим было в вариантах с поверхностной безотвальной обработкой и без основной обработки: 90,1; 91,8%, это соответствует очень хорошему структурному состоянию почвы [1]. Аналогичные результаты получены в исследованиях С.Б. Кененбаева и А.И. Иорганского [2]. И.Г. Мельцаев, А.А. Борин указывают, что более благоприятные условия для образования водопрочной структуры были в вариантах с глубоким рыхлением и глубокой запашкой органических удобрений: содержание водопрочных агрегатов находилось на уровне 40-45%. По мелким обработкам количество их не превышало 37-38% [3, 4]. Максимальный выход продукции с 1 га пашни полевого севооборота за две ротации установлен по минимальной обработке при возделывании зерновых культур [5]. Озимые и яровые культуры обеспечивают примерно одинаковую урожайность (с несущественной разностью в 0,1-0,2 т/га по культурам), а вариант с нулевой обработкой уступал им по урожайности: озимая пшеница – 5,5 и 9,9%, озимая рожь – 4,6 и 4,2%, яровая пшеница 4,2 и 3,8% и ячмень – 4,5 и 4,0%.

Н.В. Перфильев и О.А. Вьюшина отмечают, что урожайность зерновых культур и его качество по вспашке были выше, по сравнению с ресурсосберегающей технологией на фоне без применения удобрений на 0,03 – 0,16 т/га, а при их внесении на 0,11-0,23 т/га севооборотной площади [6].

Урожайность озимой пшеницы по вспашке была выше (4,27 т/га), чем при глубоком рыхлении и дисковании, соответственно, на 0,35 и 0,74 т/га [7]. Глубокое рыхление под подсолнечник позволило получить более высокий урожай продукции (2,11т/га), по сравнению со вспашкой и дискованием. Разница составила, соответственно, 0,06 и 0,16 т/га.

А.В. Слесарев с соавторами отмечают, что приемы обработки почвы оказали значительное влияние на выход зерна с 1 га севооборотной площади [8]. Усредненные показатели по фонам обработки составили: по плоскорезной – 0,80, по вспашке – 0,87, по поверхностной – 0,79, то есть в отличие от контроля (плоскорезная) колебания продуктивности на остальных способах обработки почвы не превышали 3,7-6,1%. Н.В. Шевченко, Е.М. Лебедь, Н.И. Пивовар установили, что самая высокая урожайность и рентабельность получена при обработке почвы комбинированным орудием по сравнению с дискованием. Прямой посев способствовал сокращению затрат по сравнению с дискованием всего на 5-7%. Поэтому его применение оказалось более рентабельным лишь при условии получения близкой к контролю урожайности озимой пшеницы после подсолнечника [9].

При использовании нулевой обработки под озимую пшеницу установлено существенное снижение урожайности пшеницы, как на естественном плодородии, так и на фоне внесения удобрений [10]. Без удобрений и защиты растений уменьшение глубины

обработки не оказывало влияния на урожайность озимой пшеницы, а нулевая приводила к ее снижению по пару и гороху на 0,39 и 0,44 т/га (25,0-30,03%), по овсу и при бессменном посеве – на 0,03; 0,12 т/га (2,8 и 13,5%). На фоне удобрений разница с нулевой обработкой сохранялась на том же уровне [11].

По результатам анализа литературных источников установлено, что нет единого мнения по влиянию способов обработки на показатели плодородия почвы и урожайность сельскохозяйственных культур даже в пределах одной зоны. Поэтому необходимо проводить дальнейшие исследования по поиску наиболее эффективных приемов обработки почвы под каждую культуру.

Материал и методика

Полевые исследования проводились в стационарном опыте НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева в 2018-2019 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с благоприятными физико-химическими и агрохимическими показателями. Содержание гумуса (по Тюрину в модификации В.Н. Симакова, ГОСТ 2613-91) – 7,1 %, общего азота (по Гинзбургу) – 0,36 %, общего фосфора (по Гинзбургу и Щегловой) – 0,33 %, общего калия (по Ожигову) – 1,87 %, азота гидролизуемого (по Тюрину и Кононовой) – 63,3 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – 68,7 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 7,14 %, гидролитическая кислотность – 0,70 мг-экв/100 г почвы.

Схема стационарного опыта включала следующие варианты обработки почвы: 1) вспашка на глубину 20-22 см; 2) вспашка на глубину 25-27 см; 3) безотвальная обработка почвы на глубину 14-16 см; 4) поверхностная обработка на 6-8 см; 5) нулевая обработка почвы по технологии No-Till; 6) косая залежь.

Результаты исследований

Анализ результатов исследований показал, что безотвальные обработки почвы в период вегетации ярового ячменя в слое почвы 0-30 см увеличивали количество пылевой фракции (1,01-1,13%) по сравнению с отвальными обработками (0,74-0,96%) при показателях на косой залежи 0,96% (табл. 1). Крупной фракции (более 10 мм) в горизонте 0-20 см минимальное количество установлено по контролю (система отвальной обработки на 20-22 см) и на варианте без обработки почвы соответственно 27,9 и 27,7% и на косой залежи этот показатель был равен в таком же слое почвы 6,57%. В слое почвы 0-30 см меньшее количество глыбистой фракции отмечено на вариантах без обработки почвы 26,9%, что на 4,8% меньше по отношению к контрольному варианту. В слое почвы 0-20 см лучший структурно-агрегатный состав установлен на контроле и нулевой обработке (71,3%), при содержании их на косой залежи 92,5%).

Вариация относительно контроля и остальных вариантов составила в этом горизонте от 0,4 (по мелкой вспашке) до 4,8% (на варианте с минимальной обработкой). В слое почвы 0-30 см максимальное количество структурных агрегатов (0,25-10,0 мм) было на варианте без обработки почвы и составило 72,0%, что на 4,4% выше, по сравнению с контрольным вариантом и на 19,8% меньше в сравнении с косой залежью. В слое почвы 0-20 см примерно равные коэффициенты структурности установлены на контроле и нулевой обработке соответственно 2,49 и 2,48%, а минимальные его показатели были на варианте с минимальной обработкой почвы – 1,99 при значениях на косой залежи (эталон) – 12,37. В горизонте 0-30 см максимальный коэффициент структурности установлен на варианте без обработки почвы 2,57, что на 23,0% выше относительно контроля (2,09). Следует отметить, что изучаемые черноземные почвы обладают хорошим агрегатно – структурным состоянием, что в значительной степени связано с высоким содержанием в них органического вещества. Установлено, что в зависимости от систем обработки почвы урожайность ярового ячменя составила 0,87-1,70 т/га, с максимальным показателем на системе глубокой вспашки, однако по отношению к контролю прибавка урожайности культуры математически не доказуема ($НСР_{05} = 0,29$ т/га) (табл. 2).

Таблица 1

Структурно-агрегатный состав почвы при различных приемах основной обработки под ячмень (среднее за 2018-2019гг.)

Варианты	Слой	Размер частиц			Коэффициент структурности (Кст)
		<0,25 мм	>10 мм	0,25-10мм	
Вспашка на 20-22 см.	0-10	1,08	22,4	76,6	3,27
	10-20	0,54	33,3	66,1	1,95
	0-20	0,81	27,9	71,3	2,49
	20-30	0,59	39,4	60,2	1,51
	0-30	0,74	31,7	67,6	2,09
Вспашка на 25-27 см.	0-10	0,70	21,7	77,6	3,46
	10-20	1,08	37,2	61,8	1,61
	0-20	0,89	29,4	69,7	2,30
	20-30	0,81	34,0	65,2	1,88
	0-30	0,86	30,9	68,2	2,14
Вспашка на 14-16 см	0-10	1,37	28,1	70,6	2,40
	10-20	0,72	30,0	69,3	2,26
	0-20	1,05	29,0	69,9	2,33
	20-30	0,80	33,3	65,9	1,93
	0-30	0,96	30,4	68,6	2,18
Безотвальная обработка на 14-16 см	0-10	1,51	27,3	71,2	2,47
	10-20	0,90	33,0	66,1	1,95
	0-20	1,20	30,2	68,6	2,19
	20-30	0,63	32,1	67,3	2,06
	0-30	1,01	30,8	68,2	2,14
Минимальная обработка на 8-10 см	0-10	1,35	27,4	71,3	2,48
	10-20	1,15	37,1	61,8	1,62
	0-20	1,25	32,2	66,5	1,99
	20-30	0,90	33,2	65,9	1,93
	0-30	1,13	32,5	66,3	1,97
Нулевая	0-10	0,61	28,5	70,9	2,44
	10-20	1,56	26,9	71,6	2,52
	0-20	1,08	27,7	71,3	2,48
	20-30	1,14	25,4	73,5	2,77
	0-30	1,10	26,9	72,0	2,57
Залежь	0-10	0,95	8,05	91,0	10,11
	10-20	0,88	5,08	94,0	15,77
	0-20	0,92	6,57	92,5	12,37
	20-30	1,05	8,64	90,3	9,31
	0-30	0,96	7,26	91,8	11,17

Доказуемое снижение урожайности на 0,34 т/га или на 20,6% и на 0,78 т/га или на 47,3% установлено соответственно по минимальной и нулевой обработкам почвы при урожайности на контроле 1,65 т/га

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоне основной обработки почвы увеличивало уровень урожайности на 0,72-1,61 т/га по сравнению с вариантами без их внесения. Причем минимальные прибавки урожайности отмечены по вариантам без обработки (0,72 т/га) и минимальной обработкой (1,34 т/га).

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоне основной обработки почвы увеличивало уровень урожайности на 0,72-1,61 т/га по сравнению с вариантами без их внесения. Причем минимальные прибавки урожайности отмечены по вариантам без обработки (0,72 т/га) и минимальной обработкой (1,34 т/га).

Как показали результаты исследований, снижение интенсивности в обработке до определенного уровня (минимальная до 10 см и вариант без обработки) привело к падению

урожайности ярового ячменя на удобренном и неудобренном фонах, и эти снижения доказуемы.

Таблица 2

**Урожайность ячменя в зависимости от обработки почвы и удобрений, т/га
(среднее за 2018-2019 гг.)**

	Обработка (фактор А)	Удобрение (фактор В)		Средняя по фактору А	
		Без удобрений	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	т/га	+ / -
1	Вспашка – 20-22 см	1,65	3,20	2,43	0,0
2	Вспашка – 25-27 см	1,70	3,21	2,45	0,02
3	Вспашка – 14-16 см	1,64	3,17	2,40	-0,03
4	Безотвальная – 14-16 см	1,55	3,04	2,29	-0,14
5	Вспашка – 20-22 см	1,64	3,25	2,44	0,01
6	Вспашка – 14-16 см	1,55	3,05	2,30	-0,13
7	Безотвальная – 14-16 см	1,44	2,95	2,19	-0,24
8	Минимальная – 10-12 см	1,31	2,65	1,98	-0,45
9	Нулевая	0,87	1,59	1,23	-1,20
	Средняя по фактору В	1,48	2,90		
НСР ₀₅		0,29	0,38	0,21	

Содержание белка в зерне ячменя при различных способах обработки почвы на естественном фоне плодородия изменялось от 13,3 при комбинированной системе обработки почвы в севообороте и при вспашке на глубину 20-22 см под ячмень до 10,7% по мелкой отвальной обработке почвы, при 12,1 % на контроле но не выходило за пределы ошибки определения (НСР₀₅ = 1,7%) (табл. 3).

Таблица 3

Показатели качества зерна ячменя при различных способах обработки почвы, %

Система обработки (фактор А)		Фон*	Белок	Крахмал
Отвальная на 20-22 см (контроль)		а	12,1	56,8
		б	12,5	56,6
Отвальная на 25-27 см		а	11,4	56,9
		б	12,8	57,2
Отвальная на 14-16 см		а	10,7	57,9
		б	12,0	56,2
Безотвальная на 14-16 см		а	12,9	58,0
		б	12,8	57,6
Комбинированная в севообороте, под ячмень вспашка на 20-22 см		а	13,3	58,2
		б	13,3	57,1
Отвальная разноглубинная в севообороте, под ячмень вспашка на 14-16 см		а	12,5	58,0
		б	12,3	57,9
Безотвальная разноглубинная, под ячмень безотвальная на 14-16 см		а	11,8	57,5
		б	11,8	56,7
Поверхностная, КПЭ-3,8 на 6-8 см.		а	12,6	58,1
		б	12,1	57,4
Нулевая		а	12,2	57,3
		б	12,3	58,2
НСР ₀₅ Обработка	частный эффект		1,7	1,1
	главный эффект		1,2	0,77
НСР ₀₅ Удобрение	частный эффект		0,9	1,3
	главный эффект		0,3	0,42

Фон*а – без удобрений; б – N₆₀P₆₀K₆₀

Аналогичная закономерность отмечается и на фоне с применением удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ под основную обработку почвы. Наибольшая величина этого показателя 13,3% была при комбинированной системе обработки почвы в севообороте со вспашкой под ячмень на глубину 20-22 см.

Содержание крахмала в зерне ячменя изменялось от 55 до 66%. На удобренных вариантах содержание крахмала варьировало относительно контроля от 0,1% при глубокой отвальной обработке до 1,4% на комбинированной обработке в севообороте, при содержании его на контроле 56,8%. Определенной закономерности по влиянию удобрений на содержание крахмала в зерне ярового ячменя не установлено. В одних случаях его было больше на естественном фоне (без внесения удобрений), в других – на удобренных участках.

Таким образом, в условиях юго-востока ЦЧЗ приемы основной обработки почвы в различной степени влияли на структуру почвы, уровень урожайности и качество ярового ячменя. Применение технологии без обработки почвы не ухудшало структурно-агрегатный состав почвы по сравнению со вспашкой, однако существенно снижало урожайность культуры на фоне применения удобрений и без них. Применение минеральных удобрений повышало уровень урожайности по всем обработкам почвы с различной степенью эффективности. Определенной закономерности по влиянию основной обработки почвы на качественные показатели зерна ячменя не установлено.

Литература

1. Карпович К.И., Якунин А.И. Совершенствование обработки почвы в лесостепи Поволжья. // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 21-22.
2. Кененбаев С.Б., Иорганский А.И. Экологизация земледелия в Казахстане. // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 4-5.
3. Мельцаев И.Г., Борин А.А. Предпосевная обработка почвы под картофель // Земледелие. – 1997. – № 3. – С. 23-24.
4. Мельцаев И.Г., Борин А.А. Приемы повышения плодородия почв // Земледелие. – 2004. – № 1. – С. 12-13.
5. Волков А.И., Кириллов Н.А., Григорьева И.В. и др. Влияние ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур на продуктивность полевого севооборота. // Земледелие. – 2017. – № 5. – С. 32-35.
6. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Урожайность зерна культур и качество зерна пшеницы // Земледелие. – 2017. – № 5. – С. 36-38.
7. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Эффективность обработки почвы в севооборотах на различных типах почв Центрального Предкавказья. // Земледелие. – 2017. – № 4. – С. 19-21.
8. Слесарев А.В., Синещев В.Е., Зинченко С.И. и др. Эффективность плоскорезной зяблевой обработки почвы // Земледелие. – 2016. – № 7. – С. 24-27.
9. Шевченко Н.В., Лебедь Е.М., Пивовар Н.И. Сравнительная оценка минимальных технологий обработки почвы при выращивании озимой пшеницы в северной степи Украины // Земледелие. – 2015. – № 2. – С. 20-21.
10. Турусов В.И., Гармашов В.М. Эффективность различных приемов и систем обработки почвы в звене севооборота горох – озимая пшеница в условиях юго-востока ЦЧР // Земледелие. – 2018. – № 4. – С. 9-14.
11. Усенко С.В., Усенко В.И., Гаркуша А.А. Эффективность приемов обработки почвы и средств интенсификации на яровой пшенице в зависимости от метеоусловий и предшественника в лесостепи Алтайского Приобья // Земледелие. – 2019. – № 5. – С. 16-21.

References

1. Karpovich K.I., Yakunin A.I. Sovershenstvovanie obrabotki pochvy v lesostepi Povolzh'ya [Improving soil cultivation in the Volga forest-steppe]. *Zemledelie*, 2006, no. 4, pp. 21-22. (in Russian)
2. Kenenbaev S.B., Iorganskii A.I. Ekologizatsiya zemledeliya v Kazakhstane [Ecologization of agriculture in Kazakhstan]. *Zemledelie*, 2008, no. 1, pp. 4-5. (in Russian)
3. Mel'tsaev I.G., Borin A.A. Predposevnaya obrabotka pochvy pod kartofel' [Presowing tillage for potatoes]. *Zemledelie*, 1997, no. 3, pp. 23-24. (in Russian)
4. Mel'tsaev I.G., Borin A.A. Priemy povysheniya plodorodiya pochv [Techniques for increasing soil fertility]. *Zemledelie*, 2004, no. 1, pp. 12-13. (in Russian)
5. Volkov A.I., Kirillov N.A., Grigor'eva I.V. et al. Vliyanie resursosberegayushchikh tekhnologii vozdel'yvaniya zernovykh kul'tur na produktivnost' polevogo sevooborota [The impact of resource-saving technologies for the cultivation of grain crops on the productivity of field crop rotation]. *Zemledelie*, 2017, no. 5, pp. 32-35. (in Russian)
6. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Urozhainost' zerna kul'tur i kachestvo zerna pshenitsy [Crop yield and wheat quality]. *Zemledelie*, 2017, no. 5, pp. 36-38. (in Russian)
7. Kuzychenko Yu.A., Kulintsev V.V., Kobozev A.K. Effektivnost' obrabotki pochvy v sevooborotakh na razlichnykh tipakh pochv Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [The effectiveness of soil cultivation in crop rotation on various types of soils of the Central Pre-Caucasus]. *Zemledelie*, 2017, no. 4, pp. 19-21. (in Russian)

8. Slesarev A.V., Sineshchekov V.E., Zinchenko S.I. et al. Effektivnost' ploskoreznoi zyablevoi obrabotki pochvy [The effectiveness of flat-cut chaffinch tillage]. *Zemledelie*, 2016, no. 7, pp. 24-27. (in Russian)
9. Shevchenko N.V., Lebed' E.M., Pivovar N.I. Sravnitel'naya otsenka minimal'nykh tekhnologii obrabotki pochvy pri vyrashchivanii ozimoi pshenitsy v severnoi stepi Ukrainy [Comparative assessment of minimum tillage technologies for growing winter wheat in the northern steppe of Ukraine]. *Zemledelie*, 2015, no. 2, pp. 20-21. (in Russian)
10. Turusov V.I., Garmashov V.M. Effektivnost' razlichnykh priemov i sistem obrabotki pochvy v zvene sevooborota gorokh - ozimaya pshenitsa v usloviyakh yugo-vostoka TsChR [The effectiveness of various methods and systems of tillage in the link crop rotation peas - winter wheat in the southeast of central black earth region]. *Zemledelie*, 2018, no. 4, pp. 9-14. (in Russian)
11. Usenko S.V., Usenko V.I., Garkusha A.A. Effektivnost' priemov obrabotki pochvy i sredstv intensivatsii na yarovoi pshenitse v zavisimosti ot meteouslovii i predshestvennika v lesostepi Altaiskogo Priob'ya [Efficiency of 'tillage methods and intensification tools on spring wheat depending on weather conditions and predecessor in the forest-steppe of The Altai Ob region]. *Zemledelie*, 2019, no. 5, pp.16-21. (in Russian)

ПАРАМЕТРЫ ОТБОРА ПЕРСПЕКТИВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА РФ

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

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*При создании новых сортов клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) необходимо использовать исходный материал, характеризующийся повышенным весом головок и сухого вещества растений, обильным количеством стеблей и головок, семян в головках, высокими показателями по завязываемости семян и обсеменённости соцветий в связи с их сильной и средней корреляционной связью с семенной продуктивностью ($r = 0,57-0,89$). Длина стеблей, масса 1000 семян, полнота выраженности рисунка на листьях имели близкую к средней и среднюю корреляционную связь с семенной продуктивностью ($r = 0,24-0,46$). Число междоузлий стебля, количество бобов в головках, продолжительность периода от начала весеннего отрастания до начала цветения, двусемянность боба также имели положительную корреляцию с семенной продуктивностью, хотя и в меньшей степени ($r = 0,04-0,24$). Выявленные корреляционные связи могут быть использованы в селекции клевера лугового при отборе исходного материала и браковке селекционных номеров с целью повышения эффективности и сокращения времени селекционного процесса.*

Ключевые слова: клевер луговой, селекция, семенная продуктивность, корреляция, отбор, растения, сухое вещество, стебли, головки, завязываемость семян, обсеменённость соцветий.

PARAMETERS OF SELECTION OF PROMISING MATERIAL FOR BREEDING RED CLOVER IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

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

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *When creating new varieties of red clover (*Trifolium pratense* L.), it is necessary to use a source material characterized by an increased weight of heads and dry matter of plants, an abundant number of stems and heads, seeds in the heads, high rates of seed setting and seeding of inflorescences due to their strong and average correlation with seed productivity ($r = 0,57-0,89$). The length of the stems, the weight of 1000 seeds, and the fullness of the severity of the pattern on the leaves had a close to average and average correlation with seed productivity. ($r = 0,24-0,46$). The number of internodes of the stem, the number of pods in the heads, the duration of the period from the beginning of spring regrowth to the beginning of flowering, the two-seeded pod also had a positive correlation with seed productivity, although to a lesser extent ($r = 0,04-0,24$). The revealed correlations can be used in the selection of red clover in the selection of initial material and rejection of selection numbers in order to increase the efficiency and reduce the time of the selection process.*

Keywords: red clover, selection, seed productivity, correlation, selection, plants, dry matter, stems, heads, seed setting, seeding of inflorescences

Клевер луговой является источником полноценных, обогащённых белком кормов, используемых для всех видов сельскохозяйственных животных, а также средством биологизации земледелия, восстановления плодородия почв. Орловская область относится к одной из наиболее благоприятных зон возделывания клевера лугового, в том числе для товарного семеноводства [1]. Эта культура имеет первостепенное значение среди выращиваемых здесь многолетних трав и занимает ежегодно около 1/3 их посева [2].

Дальнейшее расширение посевов клевера лугового, повышение эффективности его возделывания связаны с созданием новых урожайных, экологически устойчивых селекционных сортов с высокой семенной продуктивностью для быстрого размножения и внедрения в производство. С целью ускорения селекционного процесса актуальное значение имеет изучение и использование корреляционных связей семенной продуктивности клевера лугового с его фенотипическими признаками, что облегчит отборы на всех этапах селекционного процесса.

Рядом ученых [3, 4, 5] установлено, что семенная продуктивность растений клевера лугового в большинстве случаев надёжно коррелирует с такими признаками, как количество генеративных стеблей, соцветий, число семян в головке. Выявлена связь образования семян с фертильностью пыльцы [6, 7], размерами семядолей, выраженностью рисунка на листьях (8), длиной вегетационного периода [5, 9], величиной корневой системы, содержанием глюкозы в корневой шейке [10]. Предпринимаются попытки использовать в селекции на повышенную семенную продуктивность полиэмбрионию клевера лугового [11, 12]. В связи с уменьшением популяций шмелей, являющихся природными опылителями клевера лугового, возникает необходимость вести отбор растений с укороченной трубкой венчика цветка для доступности опыления медоносными и дикими пчёлами, а также по признаку яркости окраски соцветий [13].

Проведенные другими авторами исследования показали, что семенная продуктивность клевера лугового имеет различные по значению корреляционные связи с его фенотипическими признаками. Значения некоторых показателей в различных источниках имеют существенные различия, что, вероятно, связано с особенностями изучаемого материала, климатическими условиями года и места проведения опытов. Проведенные нами эксперименты позволили определить признаки, свидетельствующие о максимальных показателях семенной продуктивности и рациональности отбора в этом направлении.

Целью исследований являлось: изучение корреляционных связей семенной продуктивности исходного и перспективного селекционного материала клевера лугового с его фенотипическими признаками в связи с необходимостью повышения эффективности селекционного процесса и ускорения времени создания новых сортов.

Материал и методика

Исследования проведены в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур в 1993-2019 гг. Работа осуществлялась в соответствии с общепринятыми методическими указаниями (Методические указания по селекции многолетних трав. – М.: ВНИИ кормов, 1985. – 187 с.; Методические указания по селекции и семеноводству клевера. – М.: ВНИИ кормов, 2002. – 71 с.; Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав. – М.: ВНИИ кормов, 1986. – 135 с.). Почва опытных участков тёмно-серая лесная, среднесуглинистого состава, слабокислая (рН 5,5-5,8). Содержание гумуса (по Тюрину) – 4,8-5,1 %.

В опытах были изучены сорта клевера лугового отечественного и зарубежного происхождения, номера собственной селекции, созданные методами отбора, гибридизации, создания сложногогибридных популяций (Среднерусский, Орлик, Памяти Лисицына, Орловский среднеранний, Сувенир, ВИК 7, ВИК 84, Марс, Дымковский, Кировский 159, Трио, Новичок, Tilo Dachenfeldt, Memmos, Fetterskitzinger, ДС-134-56-8-32-2, ДС-134-56-39-11-1, ДС-134-56-8-32-4, ДС-134-56-10-73-4, ВИК 7 х Ротонде, ВИК 7 х Саппоро, ВИК 7 х Ранний 1, Болховский местный х Орион, Гд-44/92, Гд-45/92, Гд-63/92, ГД-201/11-ГД-220/11, СГП-152/97, СГП 159/97, СГП-6/98, СГП-7/98, ТОС 165/01, ТОС 169/01 и другие).

Закладка питомников осуществлялась семенами при индивидуальном стоянии растений по схеме 0,7 м х 0,7 м. Повторность – 20-50 растений каждого номера. В питомниках проводились наблюдения за ростом и развитием растений. Учёт урожайных и морфологических данных осуществлялся путём анализа каждого растения. В лабораторных условиях велась оценка мощности куста путём взвешивания всего растения, измерялась длина стеблей, подсчитывалось количество генеративных стеблей, междоузлий, головок, бобов и семян в головках. Определяли завязываемость семян, обсеменённость головок, двусемянность боба, вес головок и массу 1000 семян по каждому растению. После обмолота семян учитывалась семенная продуктивность растений.

Завязываемость семян определяли путём анализа 5 головок среднего яруса каждого растения как отношение числа всех завязавшихся семян к числу бобов в них. Обсеменённость головок рассчитывали как отношение выполненных (полноценных) семян к числу бобов в них. Двусемянность боба находили как отношение числа бобов с двумя семенами к общему числу бобов в тех же головках.

Обработка экспериментальных данных осуществлялась методом корреляционного анализа с использованием программного пакета Microsoft Office 2007.

Корреляционная зависимость между признаками считалась сильной (высокой) - при $r > 0,7$; средней – при $r = 0,3-0,7$; слабой (низкой) – при $r < 0,3$ (Доспехов Б.А., 1985).

Результаты и обсуждение

В процессе селекционной работы новый сорт проходит длинный путь, включающий отбор исходного материала и браковку селекционных номеров. Для ускорения селекционного процесса применяются различные приёмы, одним из которых является использование косвенного отбора на основе взаимосвязи (корреляции) пар признаков, которая может быть прямолинейной или криволинейной. Прямолинейная связь бывает сильной (высокой), средней и слабой (низкой), прямой (положительной) и обратной (отрицательной).

Проведённые исследования позволили выявить прямолинейные положительные корреляционные связи между семенной продуктивностью и фенотипическими признаками клевера лугового в условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона РФ.

Установлено, что сильная корреляционная связь существовала между семенной продуктивностью клевера лугового (г/раст.) и весом (г) сухих созревших головок ($r = 0,81-0,84$), а также количеством (шт.) выполненных (полноценных) семян в головке ($r = 0,72-0,89$) (табл.).

Высокую корреляционную связь семенная продуктивность имела с обсеменённостью соцветий, определяемой как отношение количества выполненных (полноценных) семян к числу бобов в головке ($r = 0,70-0,80$, в том числе $r = 0,71-0,80$ для диплоидов и $r = 0,70-0,75$ для тетраплоидов).

Семенная продуктивность клевера лугового в значительной степени определялась завязываемостью семян, рассчитываемой как отношение суммы выполненных и щуплых семян к числу бобов в головке – $r = 0,49-0,77$, причём более выраженной она была для диплоидов - $r = 0,66-0,77$ и менее выраженной для тетраплоидов - $r = 0,49-0,76$).

Семенная продуктивность клевера лугового была тесно связана с числом завязавшихся семян в головках (сумма полноценных и щуплых семян) – $r = 0,63-0,86$, в том числе $r = 0,79-0,81$ для диплоидов и $r = 0,63-0,86$ для тетраплоидов. Для урожайности семян тетраплоидов наибольшее значение имело не только общее содержание семян в головках, но и количество выполненных семян ($r = 0,84-0,89$), так как у них часть завязавшихся семян отмирает на различных этапах онтогенеза и удаляется в виде щуплой фракции во время сортировки.

Семенная продуктивность растений клевера лугового при индивидуальном стоянии в значительной степени определялась мощностью их развития – наблюдалась приближающаяся к сильной и сильная корреляционная связь сбора семян с весом сухой массы растения ($r = 0,70-0,72$).

Высокой урожайностью семян характеризовались растения, имеющие наибольшее количество стеблей – $r = 0,61-0,83$, что было присуще как диплоидным, так и тетраплоидным сортообразцам ($r = 0,61-0,79$ и $r = 0,55-0,83$ соответственно).

Семенная продуктивность в значительной степени зависела от количества продуктивных головок на растении – $r = 0,57-0,89$, в том числе для диплоидов - $r = 0,57-0,78$, для тетраплоидов - $r = 0,76-0,89$.

Между семенной продуктивностью и длиной стебля отмечена средняя положительная корреляционная связь ($r = 0,43-0,46$).

Установлена приближающаяся к средней и средняя корреляционная связь семенной продуктивности с наличием и степенью (в баллах) выраженности рисунка на листьях ($r = 0,28-0,30$).

Семенная продуктивность клевера лугового имела сопряжённость с массой 1000 семян – $r = 0,24-0,45$. Для диплоидных сортообразцов эта связь приближалась к средней ($r = 0,24-0,32$), для тетраплоидов она являлась уверенно средней в связи с более крупными семенами ($r = 0,39-0,45$).

У диплоидов клевера лугового отмечена прямая положительная корреляционная связь, хотя и в слабой степени, между семенной продуктивностью растений и количеством междоузлий стебля - $r = 0,14-0,17$, двусемянностью боба - $r = 0,09-0,18$. Взаимосвязь между количеством бобов в головке и семенной продуктивностью также была низкой - $r = 0,04-0,18$, в том числе для диплоидов - $r = 0,12-0,18$, для тетраплоидов - $r = 0,04-0,16$.

Таблица

Фенотипические признаки клевера лугового, положительно коррелирующие с семенной продуктивностью

Наименование признака	Коэффициент корреляции с семенной продуктивностью (r)		
	клевер луговой	в т. ч. диплоиды (2 х)	в т. ч. тетраплоиды (4 х)
Вес созревших сухих головок, г/раст.	0,81-0,84	0,81-0,84	0,82-0,83
Количество выполненных (полноценных) семян в головке, в среднем, шт.	0,72-0,89	0,72-0,76	0,84-0,89
Обсеменённость соцветий, %	0,70-0,80	0,71-0,80	0,70-0,76
Вес сухой массы растения, г	0,70-0,72	0,70-0,72	0,70-0,71
Общее количество семян в головке, в среднем, шт.	0,63-0,86	0,79-0,81	0,63-0,86
Количество генеративных стеблей, шт./раст.	0,61-0,83	0,61-0,79	0,55-0,83
Количество продуктивных головок, шт./раст.	0,57-0,89	0,57-0,78	0,76-0,89
Завязываемость семян, %	0,49-0,77	0,66-0,77	0,49-0,76
Длина стебля, см	0,43-0,46	0,43-0,46	0,43-0,45
Выраженность рисунка на листьях, балл	0,28-0,30	0,28-0,30	0,28-0,30
Масса 1000 семян, г	0,24-0,45	0,24-0,32	0,39-0,45
Количество междоузлий, шт.	0,14-0,17	0,14-0,17	0,14-0,17
Продолжительность периода от начала весеннего отрастания до начала цветения, дней	0,09-0,24	0,09-0,24	0,12-0,20
Двусемянность боба, %	0,09-0,18	0,09-0,18	
Количество бобов в головке, в среднем, шт.	0,04-0,18	0,12-0,18	0,04-0,16

Установлено, что в северной части Центрально-Чернозёмного региона, в частности в Орловской области, имеется положительная корреляционная связь, хотя и в слабой степени,

семенной продуктивности клевера лугового с продолжительностью вегетационного периода от начала весеннего отрастания до начала цветения ($r = 0,09-0,24$), в отличие от отрицательного коэффициента корреляции между этими признаками в условиях Московской области [5]. Это говорит о том, что Орловская область является благоприятной зоной для возделывания на семенные цели не только раннеспелых сортов клевера лугового, но также среднеспелых и позднеспелых сортов, что подтверждается полученными урожайными данными [12].

Заключение

В условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона РФ при создании новых сортов клевера лугового необходимо использовать исходный материал, представленный растениями с высокой массой сухого вещества, большим количеством генеративных стеблей, обилием головок. Имеет значение высокая завязываемость семян и повышенная обсеменённость соцветий, общее количество семян в головках, в первую очередь полноценных (выполненных). Эти признаки в средней и сильной степени сопряжены с семенной продуктивностью ($r = 0,55-0,89$). Необходимо обращать внимание на длину стеблей, массу 1000 семян, полноту выраженности рисунка на листьях, имеющих приближающуюся к средней и среднюю корреляционную связь с семенной продуктивностью ($r = 0,24-0,46$). Желательно, чтобы исходный материал характеризовался наибольшим количеством бобов в головках, двусемянностью боба, среднеспелостью или позднеспелостью, так как эти признаки в почвенно-климатических условиях проведения исследований также имеют положительную корреляционную связь с семенной продуктивностью, хотя и в слабой степени ($r = 0,04-0,24$).

Выявленная положительная корреляционная связь между семенной продуктивностью и продолжительностью вегетационного периода от начала весеннего отрастания до начала цветения клевера лугового свидетельствует, что в условиях Орловской области имеются возможности для возделывания на семенные цели не только раннеспелых, но также среднеспелых и позднеспелых сортов этой культуры.

Установленные корреляционные связи могут быть использованы в селекции клевера лугового на повышенную семенную продуктивность при отборе исходного материала и браковке селекционных номеров.

Литература

1. Переправо Н.И., Золотарев В.Н., Новосёлов М.Ю., Карпин В.И., Антонов В.И., Рябова В.Э. Агроэкологические и биологические основы зонального семеноводства клевера лугового // Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. – М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. – С. 254-264.
2. Зарьянова З.А. Выявление и создание селекционных источников с повышенной устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды, ограничивающих клеверосеяние в северной части Чернозёмной зоны РФ // Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. – М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. – С. 149-160.
3. Полюдина Р.И. Клевер в Сибири: монография. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 348 с.
4. Лящук Л.И. Корреляционная связь количественных признаков у клевера лугового // Научные методы повышения урожайности и качества зерновых и кормовых культур: Сборник научных трудов. - Мироновка, 1986. – С. 41-42.
5. Зарьянова З.А. Корреляционная зависимость между семенной продуктивностью и хозяйственно-биологическими признаками клевера лугового // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции молодых учёных и аспирантов по актуальным проблемам интенсификации кормопроизводства (июнь 1991 г.) / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1991. – С. 67.
6. Новосёлов М.Ю., Дробышева Л.В., Зятчина Г.П. и др. Современные методы в селекции клевера лугового для кормопроизводства России // Земледелие. – 2014. - № 3. - С. 44-46.
7. Бекузарова С.А. Селекция клевера лугового. – Владикавказ: Изд. Горского ГАУ, 2006. - 176 с.
8. Кирюхин С.В., Зарьянова З.А. Изучение признака пятнистости листа клевера лугового и выделение перспективного материала // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. - № 1 (13). – С. 102-105.
9. Зарьянова З.А. Семенная продуктивность сортов клевера лугового различного типа спелости в условиях северной части Центрально - Чернозёмного региона // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. - № 2. – С. 108-115.
10. Ковалевская Л.И. Бушуева В.И. Изменчивость морфологических и хозяйственно- ценных признаков у клевера лугового и её использование в селекции // Вестник Белорусской гос. с.-х. академии. - 2016. - № 3. - С. 74-78.

11. Новосёлова А.С., Косицына-Пинегина Е.А. Двусемянность бобов – фактор увеличения семенной продуктивности клевера лугового // Доклады ВАСХНИЛ. – 1982. - № 9. – С. 22-24.
12. Зарьянова З.А., Кирюхин С.В. Особенности полиэмбрионии клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в связи с селекцией на повышенную семенную продуктивность // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. - № 4 (28). – С. 125-130.
13. Бекузарова С.А., Зарьянова З.А. Способ отбора растений клевера лугового с высокой семенной продуктивностью // Патент на изобретение № 2695447. Заявка № 2018109650 от 19.03.2018; опубл. 23.07.2019; Бюл. № 21.

References

1. Perepravo N.I., Zolotarev V.N., Novoselov M.Yu., Karpin V.I., Antonov V.I., Ryabova V.E. Agroekologicheskie i biologicheskie osnovy zonal'nogo semenovodstva klevera lugovogo. Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo [Agroecological and biological foundations of zonal seed production of red clover. Ecological selection and seed production of red clover]. Moscow, OOO «El'fIPR», 2012, pp. 254-264.
2. Zar'yanova Z.A. Vyyavlenie i sozдание selektsionnykh istochnikov s povyshennoi ustoychivost'yu k bioticheskim i abioticheskim faktoram sredy, ogranichivayushchikh klevroseyanie v severnoi chasti Chernozemnoi zony RF. Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo [Identification and creation of breeding sources with increased resistance to biotic and abiotic environmental factors that limit clover sowing in the northern part of the Chernozem zone of the Russian Federation. Ecological selection and seed production of red clover]. Moscow, OOO «El'fIPR», 2012, pp. 149-160.
3. Polyudina R.I. *Klever v Sibiri: monografiya* [Clover in Siberia: a monograph]. Novosibirsk: SFNTsA RAN, 2017, 348 p.
4. Lyashchuk L.I. *Korrelyatsionnaya svyaz' kolichestvennykh priznakov u klevera lugovogo. Nauchnye metody povysheniya urozhainosti i kachestva zernovykh i kormovykh kul'tur: Sbornik nauchnykh trudov* [Correlation of quantitative characters in red clover. Scientific methods of increasing the yield and quality of grain and fodder crops: Collection of scientific papers], Mironovka, 1986, pp. 41-42.
5. Zar'yanova Z.A. [Correlation dependence between seed productivity and economic and biological characteristics of red clover]. *Tezisy dokladov Vsesoyuznoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh i aspirantov po aktual'nykh problemam intensivatsii kormoproizvodstva (iyun' 1991 g.). VNII kormov im. V.R. Vil'yamsa* [Abstracts of the All-Union Scientific Conference of Young Scientists and Postgraduates on Actual Problems of Intensification of Forage Production (June 1991), Willyams Fodder Institute]. Moscow, 1991, p. 67.
6. Novoselov M.Yu., Drobysheva L.V., Zyatchina G.P. et al. *Sovremennyye metody v selektsii klevera lugovogo dlya kormoproizvodstva Rossii* [Modern methods in breeding red clover for forage production in Russia]. *Zemledelie*, 2014, no. 3, pp. 44-46.
7. Bekuzarova S.A. *Selektsiya klevera lugovogo* [Selection of red clover]. Vladikavkaz: *Izd. Gorskogo GAU*, 2006, 176p.
8. Kiryukhin S.V., Zar'yanova Z.A. *Izuchenie priznaka pyatnistosti lista klevera lugovogo i vydelenie perspektivnogo materiala* [Study of the trait of leaf spot in red clover and identification of promising material]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2015, no. 1 (13), pp. 102-105.
9. Zar'yanova Z.A. *Semennaya produktivnost' sortov klevera lugovogo razlichnogo tipa spelosti v usloviyakh severnoi chasti Tsentral'no - Chernozemnogo regiona* [Seed productivity of red clover varieties of various ripeness types in the northern part of the Central Black Earth region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no. 2, pp. 108-115.
10. Kovalevskaya L.I. Bushueva V.I. *Izmenchivost' morfologicheskikh i khozyaistvenno-tsennykh priznakov u klevera lugovogo i ee ispol'zovanie v selektsii* [Variation of morphological and economically valuable traits in red clover and its use in breeding]. *Vestnik Belorusskoi gos. s.-kh. akademii*, 2016, no. 3, pp. 74-78.
11. Novoselova A.S., Kositsyna-Pinegina E.A. *Dvusemyannost' bobov - faktor uvelicheniya semЕННОЙ продуктивности клевера лугового* [Two-seeded beans is a factor in increasing the seed productivity of red clover. VASKHNIL reports]. *Doklady VASKhNIL*, 1982, no. 9, pp. 22-24.
12. Zar'yanova Z.A., Kiryukhin S.V. *Osobennosti poliembriinii klevera lugovogo (Trifolium pratense L.) v svyazi s selektsiei na povyshennuyu semennuyu produktivnost'* [Peculiarities of polyembryony of red clover (*Trifolium pratense* L.) in connection with selection for increased seed productivity]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 4 (28), pp. 125-130.
13. Bekuzarova S.A., Zar'yanova Z.A. *Sposob otbora rastenii klevera lugovogo s vysokoi semЕННОЙ продуктивностью* [Способ отбора растений клевера лугового с высокой семенной продуктивностью] Patent RF no. 2695447, request no. 2018109650 dated 19.03.2018; published 23.07.2019; Bulletin no. 21.

ФУНГИЦИД НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОСЕВА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

Л.И. ПИМОХОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

Г.Л. ЯГОВЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук

Ж.В. ЦАРАПНЕВА, Н.И. ХАРАБОРКИНА

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЮПИНА –
ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР КОРМОПРОИЗВОДСТВА И
АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА»

E-mail: lupin_mail@mail.ru

*Люпин узколистный занимает одно из ведущих мест в обеспечении животноводства России растительным белком. Содержание сырого протеина в сухом веществе семян люпина составляет 33-37%, и 17-22% в зеленой массе. Потенциальная урожайность люпина узколистного более чем в два раза превосходит его урожайность при возделывании в производственных условиях. Одной из причин являются грибные болезни. Наиболее вредоносными из них являются: антракноз (*Colletotrichum lupini* var. *Lupini*), фузариозное увядание растений (*Fusarium oxysporum* Schl.) и серая гниль (*Botrytis cinerea* Per.). Распространение этих болезней не позволяет в полной мере реализовать генетически заложенный продукционный потенциал люпина, поэтому для решения этой проблемы необходимо находить новые высокоэффективные фунгициды. В целях снижения потерь урожая семян необходимо использовать современные фунгициды, обладающие высокими защитными и лечебными свойствами против широкого спектра возбудителей заболеваний. В лабораторных и полевых условиях выявлена высокая эффективность (95,8%) фунгицида Венто (1,0 л/га) против антракноза. Это на 3,8% больше, чем эффективность эталонного фунгицида Колосаль Про. В фазу блестящего боба в варианте с фунгицидом Венто поражение бобов составляло 0,5%, при этом поражение бобов в контроле – 8,7%. Данный фунгицид снизил поражение растений фузариозным увяданием в 1,8 раза, а поражение бобов серой гнилью – в 2 раза. В этом варианте, начиная с фазы цветения и до созревания, листья на растениях заметно отличались от других вариантов темно-зеленой окраской. При этом фотосинтетическая их активность была более продолжительной (3 – 5 дней), что оказывало положительное влияние на величину урожая семян. Применение фунгицида Венто для защиты посева люпина узколистного позволило значительно сократить потери урожая семян. По отношению к контролю потери сократились на 0,74 т/га или на 58,7%. Окупаемость затрат на применение фунгицида составила 2,27 рубля на каждый вложенный рубль.*

Ключевые слова: люпин узколистный, болезни, вредоносность, фунгицид, эффективность, продуктивность.

A NEW FUNGICIDE FOR NARROW-LEAFED LUPIN CROPS PROTECTION

L.I. Pimokhova, G.L. Yagovenko, Zh.V. Tsarapneva, N.I. Kharaborkina

ALL-RUSSIAN LUPIN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE – BRANCH OF THE FSBSI
«FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND
AGROECOLOGY»

Abstract: *The narrow-leaved lupin takes one of the most leading places in plant protein supply of animal husbandry in Russia. Protein content in dry matter of lupin seeds is 33-37% and it's 17-22% in its green mass. The narrow-leaved lupine's potent yield is twice higher than it's in commercial crops. One of the yield's decreasing reasons is fungal diseases. Anthracnose (*Colletotrichum lupini* var. *Lupini*), fusaria (*Fusarium oxysporum* Schl.) and gray mold (*Botrytis cinerea* Per.) are the most harmful. Disease spread doesn't allow lupin to realize its genetically formed productive potential fully. It's necessary to look for new high effective fungicides to solve the problem. To decrease seed yield losses it's necessary to use actual fungicides which have high protective and care abilities against many disease pathogens. High effectiveness (95.8%) of the fungicide Vento (1.0 l/ha) against anthracnose has been get under laboratory and field conditions. It's by 3.8% higher than the effectiveness of the reference fungicide Kolosal Pro is. Pods' infection was 0.5% at the brilliant pod stage at the variant with the fungicide Vento, pods' infection in reference was 8.7%. This fungicide decreased plant infection by fusaria in 1.8 times, and the pod's infection by gray mold – in two times. Plants of this variant differed from the others by dark green color of leaves from blooming to the ripening. Their photosynthetic activity was more longer (3-5 days); it had the positive effect on seed yield index. Use of the fungicide Vento to narrow-leaved lupin crops protection allowed significantly decrease seed yield losses. The losses reduced by 0.74 t/ha or in 58.7% in relation to the referent ones. Costs' payback for the fungicide's use was 2.27 rubles per each invested one.*

Keywords: narrow-leaved lupin, diseases, harmfulness, fungicide, effectiveness, productivity

Люпин узколистый называют «северной соей». Его можно возделывать на кормовые цели вплоть до северных границ возможного земледелия Российской Федерации на почвах различного механического состава. В зависимости от сорта продолжительность вегетационного периода колеблется от 75 до 100 дней. В семенах этого вида люпина содержится 33-37%, а в сухом веществе зеленой массы 17-22% сырого протеина. В отличие от сои люпин не содержит ингибиторов трипсина и может использоваться в кормлении животных без предварительной термической обработки [1]. Обладая симбиотической азотфиксацией, люпин обогащает почву биологическим азотом и является хорошим предшественником для культур севооборота [2].

Потенциальная урожайность люпина узколистного более чем в два раза превосходит его урожайность при возделывании в производственных условиях. Одной из причин являются болезни. Из всего комплекса болезней, встречающихся в посевах люпина узколистного, значительные потери урожая семян происходят из-за поражения его растений и бобов грибными болезнями. Первостепенное значение принадлежит антракнозу (*Colletotrichum lupini* var. *Lupini*), фузариозному увяданию (*Fusarium oxysporum* Schl.) и серой гнили (*Botrytis cinerea* Per.). Распространение данных болезней в посевах люпина не позволяет реализовать его потенциал продуктивности.

В системе защиты растений в течение многих лет доминирующим является химический метод. Несмотря на негативное влияние пестицидов на окружающую среду достойной альтернативы ему пока не найдено. Поэтому химики уделяют большое внимание совершенствованию препаративных форм, норм расхода, расширению спектра действия пестицидов [3].

Применение высокоэффективных фунгицидов в период вегетации люпина узколистного позволит значительно сократить поражение растений, бобов патогенными микроорганизмами и в конечном итоге снизить потери урожая семян этой высокобелковой культуры [4, 5].

В настоящее время фирмы-производители средств защиты растений синтезируют новые действующие вещества, которые сочетают в себе высокие защитные, лечебные и антиспорулянтные свойства, обеспечивая длительную защиту различных сельскохозяйственных культур от широкого спектра заболеваний, что позволяет сократить количество фунгицидных обработок и в итоге получить более высокую прибыль от урожая.

Ежегодно на рынке средств защиты появляются новые фунгициды с инновационными препаративными формами для защиты листового аппарата и стеблестоя полевых культур от комплекса болезней. Одним из них является фунгицид Венто, СК Российской фирмы «Агро Эксперт Групп». Фунгицид содержит комплекс трех действующих веществ, различных по характеру действия. Крезоксим-метил относится к классу стробилуринов.

Стробилурины рекомендуется применять первыми в вегетационном сезоне, ибо они резко снижают развитие на листьях устойчивых к триаколам форм грибов. Таким образом, снижается селекционное давление, так как уровень инокулюма патогенов самый низкий в начале вегетации [6].

Крезоксим-метил ингибирует процессы митохондриального дыхания патогенных грибов за счет подавления активности с-редуктазы. Эпоксиконазол и тебуконазол относятся к производным триазолов, ингибируют биосинтез стеролов, что приводит к нарушению функции клеточных мембран патогена и гибели гифов грибов. Новизна данной комбинации действующих веществ заключается в том, что крезоксим-метил в сочетании с эпоксиконазолом обеспечивает быстрое лечащее действие, даже в условиях низких температур и повышенной влажности. Тебуконазол за счет более медленного передвижения в растении обеспечивает продолжительное профилактическое действие, усиливаемое за счет крезоксим-метила. В свою очередь крезоксим-метил оказывает положительный физиологический эффект на защищаемое растение, что позволяет культуре реализовать свой потенциал продуктивности даже в стрессовых условиях. Входящие в состав фунгицида действующие вещества обладают системными свойствами и обеспечивают лечебное, защитное, искореняющее и антиспорующее действие. Они быстро проникают в растение и растворяются в нем как трансламинарно, так и вверх по стеблю и от основания листа к его вершине, что обеспечивает мгновенную остановку развития патогенных грибов.

В настоящее время действующие вещества из группы стробилуринов и триазолов являются базой химического метода защиты от фитопатогенов. На зерновых культурах – они решение многих проблем защиты. Первая обработка обеспечивает чистую от болезни культуру, обработка в период колошения обеспечивает большую прибавку урожая, так как кроме защитного действия, этот фунгицид оказывает положительное физиологическое действие на растения, что повышает их продуктивность [6, 7]. На зерновых культурах фунгицид Венто применяется против широкого спектра заболеваний при норме расхода 0,6-0,8 л/га. При этом замедляет процесс старения растений, продлевая фотосинтетическую активность листьев, что приводит к лучшему наливу зерна, увеличивая его количество и массу.

Для защиты посевов люпина узколистного фунгицид Венто не применялся. Цель наших исследований заключалась в изучении эффективности доз фунгицида Венто против основных болезней люпина узколистного и их действия на защищаемые растения.

Методика проведения исследований

Лабораторные исследования фунгицида Венто против антракноза проводили при трех нормах расхода 0,6; 0,8; 1,0 л/га. Их эффективность против болезни определяли по количеству пораженных проростков, выращенных в бумажно-полиэтиленовых рулонах. Защитное свойство фунгицида определяли на 4-суточных здоровых проростках. Лечебное свойство – на 3-суточных проростках, выращенных из зараженных семян в рулонах. Токсическое действие определяли по наличию ожогов и длине гипокоты проростков [8, 9].

Полевые испытания фунгицида Венто в дозе 1,0 л/га проводили на опытном поле ВНИИ люпина при естественном проявлении антракноза. Опыты закладывали в четырёхкратной повторности на делянках площадью 34 м². В опыте использовался сорт люпина узколистного Витязь. Инфицированность семян антракнозом в зависимости от года исследований составляла от 4 до 6%. Посев проводили сеялкой СН-16. Поражение люпина болезнями и эффективность фунгицида определяли в разные фазы развития культуры [10]. Оценку токсического действия фунгицида на растения проводили путем измерения их высоты. Обработку посевов люпина фунгицидом проводили ручным опрыскивателем из

расчета расхода рабочего раствора 200 л/га. Учет урожая семян определяли с каждой делянки путем сплошного обмолота бобов комбайном «Сампо-500». Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа [11].

Результаты исследований

Лабораторные испытания фунгицида Венто при трех нормах расхода 0,6; 0,8; 1,0 л/га показали высокие защитные и лечебные свойства. В зависимости от нормы расхода эффективность защитных свойств составила от 91,0 до 98,8%, а лечебных от 87,8 до 96,0% (табл. 1). Наибольшую эффективность против антракноза показала максимально взятая доза – 1,0 л/га. Эффективность её против патогена с учетом лечебных и защитных свойств составила соответственно 96,0 и 98,8%.

Таблица 1

Токсичность и эффективность фунгицидов против антракноза на проростках люпина узколистного в лабораторных условиях

Вариант	Доза, л/га	Свойство фунгицида			
		защитное		лечебное	
		длина гипокотили, мм	эффективность, %	длина гипокотили, мм	эффективность, %
Контроль	-	31,7		33,2	
Венто, кс	0,6	22,2	91,0	23,3	87,8
Венто, кс	0,8	18,3	96,1	19,6	93,0
Венто, кс	1,0	16,1	98,8	16,9	96,0

На рост проростков люпина узколистного в условиях бумажно-полиэтиленовых рулонов Венто оказывает ингибирующее действие. При этом с увеличением дозы фунгицида ингибирующее действие усиливается. По отношению к контролю изучаемые дозы фунгицида уменьшили длину гипокотили проростков на 30-49%.

Исходя из полученных результатов наиболее приемлемой дозой фунгицида, которая позволит вести эффективную борьбу против антракноза и других болезней в полевых условиях, является доза 1,0 л/га, несмотря на то, что эта доза фунгицида оказывает наибольшее ингибирующее влияние на рост проростков в условиях бумажно-полиэтиленовых рулонов. В связи с тем, что в условиях поля обработка люпина фунгицидом будет проводиться не на проростках, а на более взрослых растениях, его ингибирующее влияние на их рост будет значительно меньше.

Развитие и распространение болезней в посевах люпина узколистного определяется в первую очередь метеорологическими условиями и наличием инфекции в семенах и в почве. Погодные условия в годы проведения полевых испытаний фунгицида Венто (2017-2019 гг.) были благоприятными для развития и распространения многих болезней, в том числе и возбудителя антракноза в посевах люпина, что позволило оценить препарат по его активности против болезни. В данном опыте на посеве люпина узколистного было проведено две обработки фунгицидом: в фазу стеблевания и начала цветения.

Применение фунгицида в дозе 1,0 л/га на люпине узколистном сократило число пораженных антракнозом растений с 9,8% в контроле до 0,4% (табл. 2). При этом поражение бобов в фазу блестящего боба сократилось с 8,7% в контроле до 5,3% в опытном варианте. Эффективность фунгицида против антракноза составила 95,8%. Это на 3,8% больше, чем эффективность эталонного фунгицида Колосаль Про. В варианте с фунгицидом Венто было отмечено меньшее количество больных фузариозом растений и серой гнилью бобов. По сравнению с контролем поражение растений фузариозным увяданием сократилось в 1,8 раза, а поражение серой гнилью бобов – более чем в 2 раза. Причем по сравнению с эталонным вариантом поражение бобов серой гнилью уменьшилось в 1,4 раза.

В полевых условиях на рост растений изучаемый фунгицид оказал меньшее ингибирующее действие. В среднем за годы исследований высота растений люпина

узколистного перед уборкой уменьшилась на 9,4%. При этом эталонный фунгицид снизил высоту растений на 18,2% (рис.).

Таблица 2

Фитотоксичность и эффективность фунгицидов против комплекса болезней в посеве люпина узколистного (полевой опыт 2017 - 2019 г.)

Вариант	Доза, л/га	Высота растений, см	Поражение болезнями, %				Эффективность, %	Урожайность семян, т /га	Окупаемость затрат, руб.
			растений		бобов				
			антракнозом	фузариозом	антракнозом	серой гнилью			
Контроль	-	50,0	9,8	9,8	8,7	7,5	-	1,26	-
Колосаль Про – эталон	0,4	40,9	0,8	4,7	0,7	4,9	92,0	1,77	2,51
Венто	1,0	45,3	0,4	5,3	0,5	3,5	95,8	2,00	2,27
НСР ₀₅	-		-	-	-	-	-	0,24	-

В этом варианте, начиная с фазы цветения и до созревания, листья на растениях заметно отличались от других вариантов темно-зеленой окраской. При этом фотосинтетическая их активность была более продолжительной: от 3 до 5 дней, что оказывало положительное влияние на величину урожая семян. Применение для защиты посева люпина узколистного фунгицида Венто позволило значительно сократить потери урожая семян. По отношению к контролю потери сократились на 0,74 т/га или на 58,7%. По сравнению с эталонным фунгицидом Колосаль Про потери сократились на 0,23 т/га или на 12,9%. Окупаемость затрат на применение фунгицида Венто составила 2,27 рублей на каждый вложенный рубль.



Рис. Посевы люпина узколистного перед уборкой: слева – контрольный (без обработки фунгицидом); справа – обработка фунгицидом Венто – 1,0 л/га

Заключение

Таким образом, использование фунгицида Венто в дозе 1,0 л/га для защиты посевов люпина узколистного, позволяет значительно снизить поражение многими болезнями, в том числе и от поражения антракнозом, и повысить процент реализации потенциальной урожайности семян.

Литература

1. Агеева П.А., Почутина Н.А. Современное состояние и перспективы селекции узколистного люпина во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина// Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Сб. матер. науч. конференции. – Брянск: Из-во Брянский ГАУ, –2019. – С. 370-378.
2. Яговенко Л.Л., Мисникова Н.В., Яговенко Г.Л. Зависимость между метеоусловиями вегетационного периода и количеством и качеством урожая семян узколистного люпина в севооборотах // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 13-16.
3. Алехин В.Т. Перспективы улучшения фитосанитарного состояния агроценозов // Защита и карантин растений. – 2006. – №5. – С. 7-10.
4. Пимохова Л.И., Царапнева Ж.В. Химические меры борьбы с антракнозом люпина//«Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне России»:Сб. науч. тр. Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию Брянской ГСХ и 70-летию со дня рождения проф. В.Ф. Мальцева. Брянск, – 2010. – С. 158-166.
5. Пимохова Л.И., Царапнева Ж.В. Химические средства защиты люпина от болезней и вредителей // Многофункциональное и адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов, выпуск 10 (58) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». – М.: ООО «Угрешская Типография», – 2016. – С. 138-148.
6. Тютюрев С.Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам // Вестник защиты растений, – № 1, – 2001. – С. 38-53.
7. Симонов В.Ю. Агроэкологическая оценка применения химических и биологических фунгицидов // Энтузиасты аграрной науки: Труды Кубанского ГАУ - Краснодар, – 2009. – Вып. 10. – С. 449-453.
8. Методы определения болезней и вредителей с.-х. растений / Пер. с нем. К.В. Попковой, В.А. Шмыгли. – М.:Агропромиздат, – 1987. – 224 с.
9. Гаджиева Г.И., Гутковская Н.С. Методические указания по определению зараженности семян люпина антракнозом: РУП «Инс-т защиты растений». – Минск, 2013. – 20 с.
10. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве». СПб., 2009, 378 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, – 1985, – 351 с.

References

1. Ageeva P.A., Pochutina N.A. [Current status and prospects of selection of narrow-leaved lupine at the All-Russian Scientific Research Institute of Lupine]. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy selektsii uzkolistnogo lyupina vo Vserossiiskom nauchno-issledovatel'skom institute lyupina. Agroekologicheskie aspekty ustoichivogo razvitiya APK: Sb. mater. nauch. Konferentsii* [Agroecological aspects of sustainable agricultural development: Proc. Sci. Conf.]. Bryansk: Bryanskii GAU Publ., 2019, pp. 370-378.
2. Yagovenko L.L., Misnikova N.V., Yagovenko G.L. Zavisimost' mezhdru meteoussloviyami vegetatsionnogo perioda i kolichestvom i kachestvom urozhaya semyan uzkolistnogo lyupina v sevooborotakh. [The relationship between the weather conditions of the growing season and the quantity and quality of the seed crop of narrow-leaved lupine in crop rotation]. *Kormoproizvodstvo*, 2012, no.5, pp. 13-16.
3. Alekhin V.T. Perspektivy uluchsheniya fitosanitarnogo sostoyaniya agrotsenozov [Prospects for improving the phytosanitary condition of agroecosystems]. *Zashchita i karantin rastenii*, no.5, 2006, pp. 7-10.
4. Pimokhova L.I., Tsarapneva Zh.V. [Chemical measures against lupine anthracnose] *Khimicheskie mery bor'by s antraknozom lyupina. «Biologizatsiya zemledeliya v Nechozozemnoi zone Rossii»:Sb. nauch. tr. Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 30-letiyu Bryanskoi GSKh i 70-letiyu so dnya rozhdeniya prof. V.F. Mal'tseva* [«Biologization of agriculture in the non-chernozem zone of Russia»: Materials intern. Sci. - practical conf., dedicated to the 30th anniversary of the Bryansk GSH and the 70th birthday of Prof. V.F. Maltsev.]. Bryansk, 2010. pp. 158-166.
5. Pimokhova L.I., Tsarapneva Zh.V. [Chemical means of protecting lupine from diseases and pests]. *Mnogofunktsional'noe i adaptivnoe kormoproizvodstvo: sbornik nauchnykh trudov* [Multifunctional and adaptive feed production: a collection of scientific papers], no. 10 (58). FGBNU «VNIi kormov im. V. R. Vil'yamsa». M.: ООО «Ugreshskaya Tipografiya», 2016, pp. 138-148.
6. Tyuterev S.L. Problemy ustoichivosti fitopatogenov k novym fungitsidam [Problems of phytopathogen resistance to new fungicides]. *Vestnik zashchity rastenii*, no. 1, 2001, pp.38-53.
7. Simonov V.Yu. [Agroecological assessment of the use of chemical and biological fungicides]. *Entuziasty agrarnoi nauki: Trudy KubGAU* [Agricultural Science Enthusiasts: Proc. KubGAU]. Krasnodar, 2009, no. 10, pp. 449-453.
8. Diagnose von Krankheiten und Beschadigungen an Kulturpflanzen. (Russ. ed. *Methods for the determination of diseases and pests plants* – Metody opredeleniya boleznei i vreditel'ei s.-kh. rastenii). Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 224 p.
9. Gadzhieva G.I., Gutkovskaya N.S. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu zarazhennosti semyan lyupina antraknozom [Guidelines for determining the infection of lupine seeds with anthracnose]. *RUP «Institut zashchity rastenii»*. Minsk, 2013, 20 p.
10. Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaistve [Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture]. St. Petersburg, 2009, 378 p.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experience]. Moscow. Agropromizdat Publ., 1985, 351 p. (in Russian).

**ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЕКЦИОННЫХ
ДОСТИЖЕНИЙ, АКТУАЛЬНОСТЬ И РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОРТОИСПЫТАНИЯ: ДЕНЬ ПОЛЯ « ШАТИЛОВО - 2020»**

Н.В. ГРЯДУНОВА, кандидат биологических наук

Н.Г. ХМЫЗОВА, старший научный сотрудник, ORCID ID 0000-0001-7125-6976

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Отмечен вклад селекции в повышение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур, необходимостью управления генотипической изменчивостью культивируемых видов на базе новых селекционных технологий. Задача российских ученых заключается в том, чтобы селекционные достижения превосходили зарубежные аналоги по важнейшим параметрам, были устойчиво конкурентоспособными. Это позволит создать устойчивую сырьевую базу зерна зернобобовых и крупяных культур, наладить промышленную переработку для получения продуктов повышенной биологической ценности, а также решить одну из важнейших проблем – импортозамещение продукции сельского хозяйства.

Ключевые слова: зернобобовые и крупяные культуры, селекционные достижения, экологическое сортоиспытание, сорт, конкурентоспособность.

**INCREASING THE COMPETITIVENESS OF BREEDING ACHIEVEMENTS,
RELEVANCE AND ROLE OF ECOLOGICAL VARIETY TESTING:
FIELD DAY «SHATILOVO - 2020»**

N.V. Gryadunova, N.G. Khmyzova

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *Contribution of breeding to increasing the productivity of the most important agricultural crops, to the management of genotypic variability of cultivated species on the basis of new breeding technologies is noted. The task of Russian scientists is to ensure that breeding achievements surpass their foreign counterparts in the most important parameters and be consistently competitive. This will make it possible to create a stable raw material base for grain, leguminous and cereal crops, establish industrial processing to obtain products of increased biological value, and also solve one of the most important problems - import substitution of agricultural products.*

Keywords: legumes and groat crops, breeding achievements, ecological variety testing, variety, competitiveness.

В экологизации и биологизации инновационных процессов в растениеводстве ведущая роль принадлежит селекции. Вклад селекции в повышение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур за последние 30 лет оценивается специалистами в 30-40%. Выведение сортов и гибридов устойчивых к действию биотических и абиотических стрессоров является важным достижением селекции. Разработанные научные концепции селекционного процесса по различным сельскохозяйственным культурам направлены на создание растений нового типа, обладающих комплексом признаков: высокой, стабильной урожайностью и качеством продукции, устойчивостью или толерантностью к засухе, низким температурам, наиболее агрессивным патогенам и вредителям, низкому агрофону. Создание

и внедрение таких сортов и гибридов может использоваться при решении задач ресурсосбережения и охраны окружающей среды от разрушения и загрязнения, будет способствовать получению экологически чистой продукции. При создании нового сорта с высоким генетически обусловленным потенциалом продуктивности большое внимание уделяется его пластичности, чтобы сорт в кратчайшие сроки после районирования занял значительные площади. Для этого предусмотрена широкая сеть экологического сортоиспытания в нашей стране, контрастная по природно-климатическим условиям.

Важнейшим стратегическим направлением аграрной политики в России является развитие инновационных процессов, позволяющих за счет научно-обоснованного технологического обновления производства, чтобы добиться ускоренного развития и всестороннего прогресса в эффективности АПК и обеспечить продовольственную, экологическую и национальную безопасность страны.

Зернобобовые и крупяные культуры имеют важное продовольственное и кормовое значение, что делает их одинаково необходимыми в любых природно-экономических условиях, при всех формах собственности и хозяйствования. Они являются обязательной и специфической составной частью структуры посевных площадей во всем зерновом комплексе России. Важная роль зернобобовых культур в мировом земледелии обусловлена их способностью накапливать в семенах большое количество высококачественного белка. В странах ЕС за последние 10 лет решить задачу по проблеме соевой зависимости Канады и США за счет собственного высокобелкового сырья зернобобовых культур. Для достижения продовольственной безопасности РФ и обеспечения здорового питания населения продуктами растительного происхождения минимальная норма среднелового потребления в год составляет: круп (кроме риса) 9,8 кг (гречка – 3,0-3,5 кг, пшено – 1,5-2,0 кг, гороха – 1,5-2,0 кг). На долю гречневой крупы приходится более 20% от общего объема потребления (0,60-0,75 млн тонн). В РФ в настоящее время население составляет около 146 млн человек. Соответственно, минимальная потребность в гречневой крупе в год – 0,44-0,52 млн тонн, пшене и горохе – 0,22-0,29 млн тонн. Для хорошего обеспечения потребителей крупами необходимо производить (без учета расхода на семенные цели) около 1 млн тонн гречихи, порядка 0,6 млн тонн проса, 2,5 млн тонн гороха, фасоли, чечевицы, нута. Фактическое состояние развития производства этих культур в стране, с точки зрения оптимизации продовольственных ресурсов высокобелкового зерна и ценного крупяного сырья, не отвечает как требованиям производства, так и требованиям рациональной организации зернового хозяйства. В настоящее время в России в структуре производства зерна зернобобовые культуры составляют 2,6%, крупяные – 1,8%. Больше всего зернобобовые культуры выращиваются в Центральном, Приволжском – 3,2% и Северо-Кавказском – 3,7% федеральных округах. Крупяные культуры (гречиха и просо) – в Приволжском – 2,7% и Сибирском – 2,9% федеральных округах. Резкое сокращение площадей гороха, фасоли, чечевицы в России отрицательно сказалось на объеме производства и объяснимо, главным образом, отсутствием высокотехнологичных сортов нового типа, обеспечивающих стабильную урожайность. Следует отметить, что в последние годы произошли положительные сдвиги в динамике производства зернобобовых культур. Коммерческие сорта гороха нового поколения обеспечивают постоянно растущий интерес российских фермеров. Эти сорта при соблюдении современных технологий (биологизированных) или интенсивных (вкладе в производство денежных средств на удобрения, защиту посевов) реально дают урожай около 4 т/га. Однако отсутствие переработки продукции сдерживает рост посевных площадей, снижает потребность в семенах и их цене.

ФНЦ ЗБК – научно-методический центр в России, проводящий комплексные исследования по изучению зернобобовых и крупяных культур, координирующий работу научно-исследовательских институтов и вузов России, занимающихся проблемами зернобобовых и крупяных культур, разрабатывающий Межведомственные координационные программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований. В центре сосредоточен уникальный генофонд растительных ресурсов, включающий доноры и

генетические источники важнейших хозяйственно ценных признаков и свойств зернобобовых и крупяных культур, который ежегодно пополняется новыми формами и сортообразцами. В течение многих лет работы создано около 200 сортов гороха, вики, фасоли, кормовых бобов, чечевицы, гречихи, проса, клевера, из которых свыше 120 сортов в разные годы были допущены к использованию в сельскохозяйственном производстве, в том числе 30 сортов гороха, 12 вики посевной, 25 гречихи и 15 сортов проса. Сорты центра обладают высоким уровнем адаптации к различным почвенно-климатическим зонам, о чём свидетельствует широкий спектр регионов их возделывания. Учёными разработаны новые методы и схемы селекции, важнейшие элементы земледелия и технологии возделывания зернобобовых культур, гречихи и проса; обоснованы системы севооборотов и обработки почвы; изучены особенности питания растений; выполнен большой объём теоретических исследований по генетике, биотехнологии, иммунитету, физиологии и биохимии растений. Создание новых сортов является частью приоритетной межведомственной и междисциплинарной проблемы укрепления био- и продовольственной безопасности России, определенной в качестве приоритетной государственной задачи на законодательном, экономическом, научно-организационном уровнях.

Общепризнан вклад в сельскохозяйственную науку и практику, особенно в области земледелия, агрономического почвоведения, селекции и семеноводства, методики опытного дела Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции, созданной в 1896 году. Неоспоримым вкладом в агрономическую науку являются сохранившиеся до настоящего времени стационарные многолетние опыты по динамике плодородия выщелоченных черноземов. Многолетние исследования по фосфатному режиму выщелоченного и оподзоленного чернозема показали: при значительных валовых запасах фосфора и соединений, составляющих резерв почвенного фосфора, содержание его в подвижных, доступных для растений формах невелико, поэтому в современных условиях большая часть площадей пашни, занятых этими почвами, имеет низкую обеспеченность подвижным фосфором. Широко изучена органическая часть почвы, содержание и состав гумуса, исследованы формы азотных соединений, их изменение в зависимости от длительности антропогенных нагрузок на почву и многие, многие другие вопросы.

За годы деятельности станции были созданы более 70 сортов различных сельскохозяйственных культур – озимой ржи, озимой пшеницы, овса, гороха, вики посевной, сои, гречихи, проса, льна, клевера лугового, люцерны. Проводились селекционные исследования по ячменю, сахарной свекле, картофелю, подсолнечнику, горчице, фацелии, кориандру, чумизе. О значимости научных достижений станции по селекции свидетельствуют некоторые оригинальные факты: так например селекционные сорта шедевры – долгожители клевер Среднерусский, гречиха Богатырь и Шатиловская 5, озимая рожь Орловская 9 находятся в Государственном реестре селекционных достижений до настоящего времени. В 1931 году был впервые районирован клевер, в 1938 году – гречиха Богатырь, в 1967 году – гречиха Шатиловская 5, с 1929 года находилась в районировании озимая диплоидная рожь Лисицына, с 1985 года – озимая рожь Орловская 9. Это стало возможным благодаря высокой экологической пластичности созданных сортов, высокой урожайности, устойчивости к основным болезням и вредителям.

Следует подчеркнуть, что благодаря своим уникальным качествам они послужили исходным материалом для других сортов, выведенных позднее как на станции, так и в других научно-исследовательских учреждениях. На Шатиловской СХОС впервые селекционными методами были созданы новые сорта – озимая рожь Лисицына и овес Шатиловский 56, получившие первые авторские свидетельства на изобретение за номером 1 и номером 2 в специальном Государственном реестре.

Классические работы по организации государственной системы семеноводства для обширной природно-экономической зоны, обеспечивающие сохранение сортовой чистоты и типичности сорта, глубокие знания теории и практики, необходимые расчеты и схемы семеноводства позволили П.И. Лисицыну разработать проект системы семеноводства и в

1921 году Совнаркомом был подписан «Декрет о семеноводстве». Для практического претворения в жизнь системы семеноводства в 1922 году постановлением Совета Труда и Оборона была образована Шатиловская Госсемкультура. При непосредственной поддержке В.И. Ленина была выделена валюта в золоте и закуплено в Австрии оборудование для семяочистительных фабрик. По Шатиловскому образцу в СССР было организовано еще 9 Госсемкультур. Они сыграли большую роль в деле развития семеноводства в стране и обеспечения перехода сельского хозяйства на посевы сортовыми семенами.

Основной задачей в настоящее время является продолжение традиционных направлений научных исследований в области растениеводства и земледелия – это селекция и семеноводство основных сельскохозяйственных культур, совершенствование систем обработки почвы, удобрения и севооборотов. В творческом содружестве с селекционерами ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, учеными станции совместно созданы и районированы новые сорта гречихи Диалог, Дружина, сои Свапа, вики посевной яровой Ассорти, Кшень. Большое внимание уделяется получению семян высших репродукций новых и перспективных сортов сельскохозяйственных культур.

В этом году, несмотря на эпидемиологическую ситуацию на базе Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур в рамках Аграрной недели Орловской области 27 июня проведён в онлайн-формате научно-методический семинар «Повышение конкурентоспособности селекционных достижений, актуальность и роль экологического сортоиспытания: День поля «Шатилово – 2020». В сложившейся ситуации из-за пандемии традиционное ежегодное мероприятие прошло в суженном формате, без приглашения представителей из других регионов, с учётом соблюдения всех норм безопасности. Но это не снизило уровень его значимости и не повлияло на результативность обмена опытом.

В аграрном форуме приняли участие учёные НИИ и ВУЗов, представители агрохолдингов и фермерских хозяйств, инвестиционных компаний, руководители и специалисты регионального агропромышленного комплекса Орловской области. Организаторы мероприятия – Департамент сельского хозяйства Орловской области, «ФНЦ зернобобовых и крупяных культур», АО «Щёлково Агрохим», «ФосАгро-регион». В торжественном открытии мероприятия участвовали – губернатор области Андрей Клычков, директор Департамента животноводства Минсельхоза РФ Дмитрий Бутусов, председатель Орловского облсовета Леонид Музалевский, заместитель председателя правительства Орловской области по развитию АПК Сергей Борзёнков, генеральный директор «Щёлково Агрохим» академик РАН Салис Каракотов.

Открывая День поля, губернатор Андрей Клычков подчеркнул, что агропромышленный комплекс является одной из наиболее развитых отраслей экономики области и по праву остаётся ключевой точкой её роста. «Успехи регионального АПК обеспечены многими факторами, но особое, почётное место среди них занимают достижения учёных-аграриев. Эти достижения получили заслуженное признание коллег в России и за рубежом. И не случайно, из года в год к орловскому Дню поля приковано пристальное внимание специалистов: учёных, практиков, представителей отечественной и зарубежной аграрной науки, крупного бизнеса» – сказал глава региона. Губернатор сообщил, что с этого года в рамках госпрограммы развития сельского хозяйства введена новая мера государственной поддержки: гранты научным и образовательным организациям на поддержку производства и реализацию собственной сельхозпродукции.

Лучших работников агропромышленного комплекса Орловской области наградили почётными грамотами и благодарностями Министерства сельского хозяйства РФ, а также почётными грамотами губернатора и Орловского облсовета. В этот день участники и гости праздника познакомились с лучшими образцами сельскохозяйственной техники, современными удобрениями, кормами, средствами защиты растений, заключили договоры о сотрудничестве.

Центральным мероприятием Дня поля традиционно стал осмотр демонстрационных делянок экологического испытания новых и перспективных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, на которых были представлены селекционные достижения последних лет. Выдающийся отечественный учёный, академик РАН А.А. Жученко отмечал, что именно селекция и семеноводство являются наиболее широкодоступным средством повышения эффективности сельского хозяйства.

В современных условиях создание конкурентоспособных селекционных достижений является одной из важнейших задач выполнения продовольственной безопасности. Член-корреспондент РАН, научный руководитель ФНЦ ЗБК В.И. Зотиков ознакомил участников семинара с представленными сортами экологического сортоиспытания, более детально охарактеризовал достижения селекционеров ФНЦ ЗБК по гороху, гречихе, зерновым и другим культурам. В своём выступлении В.И. Зотиков отметил, что традиционный День поля и Ярмарка сортов полевых культур на Шатиловской СХОС являются все эти годы (с 1998 г.) масштабным аграрным праздником, эффективной площадкой интеграции теории и практики, которая позволяет решать многие проблемы АПК и свидетельствуют об огромных потенциальных возможностях научных учреждений страны.

Программа проведения Дня поля предусматривала широкое профессиональное обсуждение важных вопросов развития селекции и семеноводства в современных условиях, обмен опытом, практическую демонстрацию селекционных достижений, продуктивное взаимодействие науки и бизнеса. Он отметил, что в этом году на Шатиловской СХОС высеяно более 376 сортов и гибридов 24 сельскохозяйственных культур, в том числе: озимая пшеница – 76 сортов; яровая пшеница – 85; яровой ячмень – 28; озимая тритикале – 24; горох – 27; подсолнечник – 33. Сорта и гибриды представили 27 учреждений и организаций России и зарубежья, среди них ФИЦ «Немчиновка», ФРАНЦ, АНЦ «Донской», ФАНЦ «Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко; ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, ФНЦ «ВНИИМК» и другие. История зарождения Дня поля на Шатиловской СХОС началась в далёком 1998 году. За это время совершенствовались организационные формы и методические подходы в подготовке и проведении форума, расширялся круг участников. День поля проходил в рамках Первого съезда селекционеров (2001), заседания Президиума РАСХН, РАН (2002, 2009, 2013 гг.) международного симпозиума по гречихе (2010), Шатиловских чтений (2011), юбилейных конференций, посвящённых возрождению станции (2000, 2006, 2011 гг.).

В последнее время День поля проходит в рамках Аграрной недели Орловской области (2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.). Но в какой бы форме не проходил Шатиловский День поля интерес селекционеров увидеть свои сорта в новых условиях не угасал, им важно знать, как проявляются важнейшие признаки и их адаптивность к иным почвенно-климатическим условиям, особенно в сравнении с другими селекционными достижениями. Многие современные сорта «пошли» в производство не только Орловской области, но и другие регионы, через испытание на Шатиловской СХОС. Такие сорта озимой пшеницы как Московская 39, Московская 40, Немчиновская 57, Губернатор Дона, Гром, Краснодарская 99 и другие заняли в Орловской области более 300 тыс. га и стали основными сортами для производства зерна не только в ЦФО, но и в других регионах страны.

В ходе обсуждения было отмечено, что современная селекция наряду с традиционными запросами производства (продуктивность, устойчивость к неблагоприятным факторам, скороспелость, технологичность) ориентируется на развивающиеся в мире новые тенденции использования культур и новые технологии их переработки. При этом при создании сорта любого направления использования должен учитываться агроэкологический принцип, так как в условиях нашей страны с её огромной территорией, разнообразием почвенно-климатических условий и изменяющегося климата значение адаптированных сортов особенно значимо.