

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 2 (34), 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

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: 21.06.2020 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.2 (34), 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, Director, 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.

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

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

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

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: 21.06.2020 г.
Format A4.
Font Times New Roman.
Circulation 300 copies.
Printed at FSBSI «FSC LGC»
Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

Турусов В.И., Гармашов В.М., Корнилов И.М., Нужная Н.А., Говоров В.Н., Крячкова М.П. Урожайность и структура урожая гороха при различных способах обработки почвы в условиях юго-востока ЦЧР	5
Лысенко А.А. Урожайность сортов зернового гороха при изменении погодных условий в Приазовской зоне Ростовской области	13
Мнатсаканян А.А., Чуварлеева Г.В., Волкова А.С. Кремний и его роль в повышении продуктивности и качества зерна сои	21
Волобуева О.Г. Влияние корневина и ризоторфина на гормональный статус и эффективность симбиотической системы растений фасоли	29
Яговенко Г.Л., Захарова М.В., Лукашевич М.И. Потенциал зерновой продуктивности люпина белого и его реализация в условиях центральной Нечерноземной зоны России	35
Никифорова С.А. Эффективность способов защиты посевов в технологии возделывания люпина белого	41
Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Благовещенский Г.В., Назарова Т.О. Азотфиксирующая способность люпина узколистного в одновидовом и смешанном посевах в зависимости от норм высева и удобрений в центре Нечерноземной зоны России ..	49
Агеева П.А., Матюхина М.В., Почутина Н.А., Громова О.М. Результаты и перспективы селекции сидеральных сортов узколистного люпина во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина	59
Гуринович С.О., Зотиков В.И., Сидоренко В.С. Просо африканское (<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R.Br) - новая культура в земледелии центральной России	64
Сурков А.Ю., Суркова И.В. Влияние морфотипа проса на характер связи между признаками	71
Шаболкина Е.Н., Шевченко С.Н., Баталова Г.А., Васин А.В., Анисимкина Н.В., Бишарев А.А. Изучение биологической ценности белка зерна овса голозерного	78
Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко А.Н., Ерошенко Н.А., Гайнуллин Н.Р., Дедушев И.А., Ромахина В.В. Новый сорт ячменя Златояр	84
Тысленко А.М., Скатова С.Е., Зуев Д.В., Лачин А.Г. Итоги селекции ярового тритикале в Верхневолжском федеральном аграрном научном центре	90
Романов Б.В., Козлов А.А., Парамонов А.В. Влияние исходного материала из <i>Triticum turgidum</i> L. на производственные показатели озимой твердой пшеницы	96
Бирюкова О.В., Бирюков К.Н., Кадушкина В.П. Влияние агротехнических приемов и экологических условий на качество зерна яровой твердой пшеницы	103

CONTENT

Turusov V.I., Garmashov V.M., Kornilov I.M., Nuzhnaya N.A., Govorov V.N., Kryachkova M.P. Productivity and structure of the pea crop under various methods of tillage in the conditions of the south-east of the central chernozem region	5
Lysenko A.A. Productivity of grain pea varieties under changing weather conditions in the Azov zone of the Rostov region	13
Mnatsakanyan A.A., Chuvarleeva G.V., Volkova A.S. Silicon and its role in increasing the productivity and quality of soybean grain	21
Volobueva O.G. Influence of Kornevin and Rhizotorfin on the hormonal status and effectiveness of the bean symbiotic system	29
Yagovenko G.L., Zakharova M.V., Lukashevitch M.I. Potential white lupin grain productivity and its realization under conditions of the Non-Chernozem zone of Russia	35
Nikiforova S.A. Effectiveness of crop protection methods in white lupine cultivation technology	41
Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Blagoveschensky G.V., Nazarova T.O. Nitrogen fixing ability of narrow-leaved lupine in single and mixed sowings, depending on norms of sowing and fertilizers in the center of the Non-Black-earth zone of Russia	49
Ageeva P.A., Matyukhina M.V., Potchutina N.A., Gromova O.M. Results and outlook of breeding of sidual narrow-leaved lupin varieties in the Russian Lupin Research Institute	59
Gurinovich S.O., Zotikov V.I., Sidorenko V.S. Pearl millet (<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R.Br) - new culture in agriculture of central Russia	64
Surkov A.Yu., Surkova I.V. Influence of millet morphotype on the relationship between traits ..	71
Shabolkina E.N., Shevchenko S.N., Batalova G.A., Vasin A.V., Anisimkina N.V., Bisharev A.A. Study of biological value of protein of naked oats grain	78
Eroshenko L.M., Romachin M.M., Eroshenko A.N., Eroshenko N.A., Gainullin N.R., Deduchev I.A., Romachina V.V. New kind of forage barley «Zlatoyar»	84
Tyslenko A.M., Skatova S.E., Zuev D.V., Lachin A.G. Results of selection of spring triticale in the Upper Volga Federal Agricultural Research Center	90
Romanov B.V., Kozlov A.A., Paramonov A.V. Influence of source material from <i>Triticum turgidum</i> L. on the production indicators of winter durum wheat	96
Biryukova O.V., Biryukov K.N., Kadushkina V.P. Influence of agronomic practices and environmental conditions on grain quality of spring durum wheat	103

УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ ГОРОХА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ЦЧР

В.И. ТУРУСОВ, академик РАН

В.М. ГАРМАШОВ, доктор сельскохозяйственных наук

И.М. КОРНИЛОВ, Н.А. НУЖНАЯ, кандидаты сельскохозяйственных наук

В.Н. ГОВОРОВ, М.П. КРЯЧКОВА, научные сотрудники

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

В результате проведенных исследований установлено, что в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР наибольшая урожайность гороха и эффективность применяемых удобрений получена при отвальной обработке почвы (вспашка на глубину 14-16 – 20-22 см). Уменьшение глубины вспашки в отвальной системе обработки почвы и насыщение системы обработки почвы в севообороте безотвальными рыхлениями приводит к снижению продуктивности гороха и эффективности применяемых удобрений. Увеличение доли безотвальной обработки почвы в системе севооборота до 60% приводит к достоверному снижению урожайности гороха. Наибольшее снижение урожайности отмечалось при безотвальной системе обработки почвы в зернопропашном севообороте; при разнотравной плоскорезной обработке оно составило 0,24 т/га, на удобренном фоне – 0,31 т/га при НСР₀₅ = 0,18 т/га, при рыхлении плугом без отвалов на глубину 25-27 см – 0,14 т/га независимо от фона удобренности при НСР₀₅ = 0,13 т/га. Увеличение глубины вспашки, усиление оборачиваемости обрабатываемого слоя (ежегодная разнотравная вспашка двухъярусным плугом), также как и безотвальные обработки не приводят к повышению продуктивности гороха и эффективности применяемых удобрений.

В засушливые и нормальные по увлажнению годы наибольшая эффективность от применения удобрений получена при внесении их под вспашку. Безотвальные приемы, поверхностная и нулевая обработки почвы, обеспечивающие поверхностное сосредоточение используемых минеральных удобрений, снижают эффективность их применения. Во влажные годы эффективность минеральных удобрений мало изменяется в зависимости от способа обработки почвы.

Ключевые слова: обработка почвы, вспашка, горох, урожайность, структура урожая, удобрения.

PRODUCTIVITY AND STRUCTURE OF THE PEA CROP UNDER VARIOUS METHODS OF TILLAGE IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-EAST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

V.I. Turusov, V.M. Garmashov, I.M. Kornilov, N.A. Nuzhnaya,

V.N. Govorov, M.P. Kryachkova

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

Abstract: As a result of researches it is established that in soil-climatic conditions of the Southeast of the Central Chernozem zone the highest yields of pea and effectiveness of applied fertilizers obtained by moldboard tillage (plowing to a depth of 14-16 – 20-22 cm). Reducing the depth of plowing in the dump tillage system and saturating the tillage system in the crop rotation with non-fallow loosening leads to a decrease in the productivity of peas and the effectiveness of fertilizers used. An increase in the share of non-tillage in the crop rotation system to 60% leads to a

significant decrease in the yield of peas. The greatest decrease in productivity was observed in the non-tillage system of tillage in the grain crop rotation; with multi-depth flat-cut processing, it was 0.24 t/ha, on a fertilized background-0.31 t/ha, when loosening the plow without dumps to a depth of 25-27 cm – 0.14 t/ha, regardless of the background of fertilization. Increasing the depth of plowing, increasing the turnover of the treated layer (annual multi-depth plowing with a two-tier plow), as well as non-shaft processing do not lead to an increase in the productivity of peas and the effectiveness of fertilizers used.

In dry and normal moisture years, the greatest efficiency from the use of fertilizers is obtained when they are applied for plowing. Non-fallow techniques, surface and zero tillage, which ensure the surface concentration of used mineral fertilizers, reduce the effectiveness of their application. In wet years, the effectiveness of mineral fertilizers does not change much depending on the method of soil treatment.

Keywords: Tillage, plowing, peas, yield, crop structure, fertilizers.

Горох является основной зернобобовой культур в ЦЧР, что определяется его разнообразными достоинствами и применением. Семена гороха содержат до 25 % и более полноценного белка, различные витамины и микроэлементы, поэтому он имеет большое значение как кормовая и продовольственная культура [1]. Горох играет и важную агротехническую роль, в частности, он служит ценным предшественником озимой пшеницы и ряда других культур. Благодаря способности к симбиотической фиксации азота из воздуха способствует сохранению почвенного плодородия и улучшению экологической обстановки за счет снижения потребности в минеральном азоте [2, 3]. Однако в предшествующие десятилетия посевы гороха стали резко сокращаться. По данным Росстата посевные площади гороха в ЦЧР в 2014 году составляли 154 тыс. га, в 2015 – 107, в 2016 – 114, в 2017 – 111 тыс. га. Аналогичная ситуация складывается и по областям. В Воронежской области посевные площади гороха в 2013 году составляли 50,5 тыс. га, в 2015 году – 22,25, в 2017 году – 20,61 тыс. га. Валовый сбор зерна составлял, соответственно, 62,36 тыс. тонн, 45,08 и 65,76 тыс. тонн. При этом почвенно-климатические условия ЦЧР благоприятны для возделывания культуры, они позволяют при применении современных технологий получать сравнительно высокий урожай зерна гороха (25-30 ц/га и более).

Одно из важнейших направлений в повышении эффективности технологий выращивания сельскохозяйственных культур является совершенствование приемов и систем обработки почвы, которое идет в основном в направлении их ресурсосбережения и природоохранной направленности. К таким приемам относятся, главным образом, поверхностные, мелкие безотвальные основные обработки почвы, или отказ от них, а также совмещение или упрощение отдельных приемов, составляющих предпосевную подготовку.

Необходимость перехода к менее трудоемким энергосберегающим технологиям возделывания основных сельскохозяйственных культур связана прежде всего с возрастанием топливно-энергетических затрат в структуре себестоимости продукции сельского хозяйства.

Минимальная обработка почвы позволяет сократить материально-денежные издержки на 20-25%, производственные затраты в расчете на гектар посева на – 30-40%, в т.ч. расход топлива в 1,5-2,0 раза, повысить рентабельность производства зерна до 30%, снизить эрозионные процессы, увеличить содержание органического вещества в верхнем 0-10 см слое почвы и во многих случаях обеспечить равный урожай зерновых культур в сравнении с традиционной вспашкой [4, 5, 6]. Однако, как показывает практика, применение минимальных обработок в различных почвенно-климатических условиях распространения черноземных почв и под культуры с различными биологическими особенностями часто приводит к противоречивым результатам, как по урожайности, так и по показателям почвенного плодородия [7, 8].

Цель работы – поиск и разработка менее затратных приемов обработки почвы, обеспечивающих стабильно высокую урожайность гороха с высокой отдачей от средств интенсификации.

Условия, материалы и методы

Объект исследований – чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый, с благоприятными физико-химическими и агрохимическими характеристиками 0-30-и сантиметрового слоя: гумус (по Тюрину в модификации В.Н. Симакова, ГОСТ 2613-91) – 6,48%, общий азот (по Гинзбург) – 0,36%, общий фосфор (по Гинзбург и Щегловой) – 0,35 %, общий калий (по Ожигову) – 1,85%, азот гидролизуемый (по Тюрину и Кононовой) – 61,2 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – 66,4 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 6,99, гидролитическая кислотность – 0,57 мг-экв./100 г почвы. Обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения ПК.

В опыте изучали влияние различных приемов и систем обработки почвы в севообороте на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность гороха. Схема стационарного полевого опыта включала следующие варианты: **система обработки почвы (фактор А)** – отвальная под все культуры севооборота на глубину 20-22 см (контроль); отвальная под все культуры севооборота на глубину 25-27 см; отвальная под все культуры севооборота на глубину 14-16 см; безотвальная под все культуры севооборота на глубину 14-16 см; комбинированная – чередование отвальной и безотвальной обработки почвы под различные культуры севооборота (под горох – отвальная на глубину 20-22 см); разноглубинная отвальная (под горох – отвальная на глубину 14-16 см); разноглубинная безотвальная (под горох – безотвальная на глубину 20-22 см); поверхностная под все культуры севооборота на глубину 6-8 см КПЭ-3,8 (под все культуры севооборота); без обработки (нулевая по технологии No-till) под все культуры севооборота; **системы удобрений (фактор В)** – без удобрений (0); $N_{60}P_{60}K_{60}$ под все культуры севооборота.

Отвальную обработку почвы проводили плугом ПКС-4, безотвальную и поверхностную – противозерозионным культиватором КПЭ-3,8. Посев зерновых и зернобобовых культур проводили сеялкой СЗ-3,6.

Гербициды применяли фоном на всех культурах севооборота. Допосевные и послепосевные обработки выполняли в соответствии с зональными рекомендациями, за исключением прямого посева (без обработки), где после уборки предшественника применяли гербицид Торнадо 500, ВР – 2,5 л/га.

Опыт заложен в трехкратной повторности. Размещение повторений и делянок систематическое. Схема опыта построена по методу расщепленных делянок. Площадь делянок первого порядка (обработка почвы) – 390 м² (65 м × 6 м), второго порядка (удобрения) – 150 м² (25 м × 6 м), учетная площадь делянок – 80 м² (20 м × 4 м).

Приемы и системы обработки почвы изучали в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: горох – озимая пшеница (позднорослый посев горчицы на сидерат) – кукуруза на зерно – ячмень – однолетние травы (горох+овес) – озимая пшеница – подсолнечник – ячмень. Стационар заложен тремя полями севооборота.

В опыте высевали горох – сорт Дударь, норма посева 1,2 млн. всхожих зерен на 1 га. Наблюдения, анализы и учеты проводили согласно действующим методикам, принятым в полевых и лабораторных исследованиях по земледелию [9].

Результаты и обсуждение

Урожайность гороха (главный эффект) значительно изменялась по годам проведения исследований. В засушливом 2014 году (ГТК = 0,76 за вегетационный период) и 2016 чрезмерно влажном в начале вегетации и засушливом во второй половине она была незначительной и находилась в пределах от 1,48 т/га при вспашке на глубину 20-22 см до 0,89 т/га при нулевой обработке почвы. В 2016 году от 1,54 т/га при вспашке на глубину 20-22 см в комбинированной системе обработки почвы в севообороте до 0,87 т/га при нулевой обработке почвы.

Наиболее благоприятным для выращивания гороха сложился 2015 год (ГТК = 0,88). Урожайность гороха по изучаемым обработкам почвы находилась в пределах от 3,82 т/га при вспашке на глубину 14-16 см до 2,46 т/га при нулевой обработке почвы.

В среднем за три года наибольшая урожайность гороха независимо от фона удобренности была получена по отвальной обработке почвы (вспашка на глубину 14-16 и 25-27 см) и составила 2,17-2,26 т/га (табл. 1). Применение мелкой безотвальной и поверхностной обработок почвы под горох приводило к снижению урожайности на 0,24-0,33 т/га ($НСП_{05} = 0,22$ т/га). Минимальная урожайность гороха получена по нулевой обработке почвы и составила 1,41 т/га независимо от фона удобренности.

Уменьшение глубины обработки почвы в отвальной системе обработки (вспашка на глубину 14-16 см) в наименьшей степени (на 0,06 т/га) снижало урожайность зерна гороха относительно контроля.

Таблица 1

**Урожайность гороха при различных приемах основной обработки почвы
(среднее за 2014-2016 гг.), т/га**

Обработка почвы и глубина (фактор А)	Удобрение (фактор В)		Средняя (А) $НСП_{05}=0,22$
	без удобрений	$N_{60}P_{60}K_{60}$	
Вспашка на глубину 20-22 см (контроль)	2,09	2,37	2,23
Вспашка на глубину 25-27 см	2,15	2,37	2,26
Вспашка на глубину 14-16 см	2,12	2,22	2,17
Безотвальная на глубину 14-16 см	1,88	2,10	1,99
Комбинированная в севообороте (под горох вспашка на глубину 20-22 см)	1,99	2,25	2,12
Разноглубинная отвальная в севообороте (под горох вспашка на глубину 20-22 см)	2,12	2,29	2,20
Разноглубинная безотвальная в севообороте (под горох безотвальная на глубину 20-22 см)	1,87	1,94	1,90
Поверхностная на глубину 6-8 см	1,88	2,02	1,95
Нулевая обработка	1,45	1,37	1,41
Средняя (В), $НСП_{05}=0,07$	1,95	1,99	+0,09

$НСП_{05}=0,31$ т/га (для сравнения частных средних фактора А)

$НСП_{05}=0,21$ т/га (для сравнения частных средних фактора В)

В современном земледелии, с широким применением средств интенсификации, все большее значение приобретают приемы повышения эффективности от их применения. Исследования показали, что наибольшая прибавка от применения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в. на гектар под горох получена по отвальной обработке почвы – вспашке на глубину 20-22 см – 0,28 т/га. Безотвальная, поверхностная и нулевая обработки почвы снижали эффективность применения минеральных удобрений. Здесь увеличение урожайности гороха по сравнению с неудобренным фоном составило 0,08-0,22 т/га. Углубление пахотного слоя до 25-27 см, так же как и уменьшение глубины обработки до 14-16 см, несколько снизило эффективность применения минеральных удобрений. Прибавка урожайности гороха по этим приемам обработки составила 0,22 и 0,10 т/га.

Рост и развитие растений в значительной степени зависит от погодных условий и условий почвенного плодородия. К.А. Тимирязев (1937) считал, что «анализ почвы растением» является важнейшим методом изучения свойств почвы и эффективности агроприемов [10].

Изучение изменчивости биометрических параметров растений позволяет оценить, насколько благоприятными для роста и развития культуры были условия, складывающиеся в агроценозе, и какое регулирующее воздействие на эти условия оказали изучаемые в опыте факторы.

Результаты изучения всходов гороха свидетельствуют, что наибольшее количество всходов культуры было получено при отвальной обработке почвы, вспашке на глубину 20-22 см и на глубину 14-16 см (табл. 2). Безотвальная и поверхностная обработки почвы

обозначили четкую тенденцию снижения количества всходов гороха. Также некоторое уменьшение количества всходов гороха получено и при увеличении глубины вспашки до 25-27 см. Значительное уменьшение числа всходов гороха отмечалось по нулевой обработке почвы. В среднем по варианту густота их всходов составила 64,7 шт./м², что на 28,7 % ниже, чем на контроле. Кроме того, при поверхностной обработке почвы появление всходов гороха происходило с запозданием на 1-2 дня по сравнению со вспашкой, а на варианте с прямым посевом – на 6-9 дней.

Снижение полевой всхожести семян и опоздание появления всходов при прямом посеве установлено и в исследованиях Н.А. Зеленского (2014) [11]. Как считает В.В. Медведев (1982, 1988) [12] оптимальное строение посевного слоя на черноземных почвах создается, когда поверхностный надсеменной слой (0-4 см) состоит преимущественно из почвенных агрегатов крупнее 5 мм, а семенной (4-8 см) – менее 5 мм с незначительными колебаниями в зависимости от крупности семян. Такое строение верхней части пахотного слоя обеспечивает высокую водопроницаемость, противоэрозионную и противодефляционную устойчивость, снижает потери влаги на физическое испарение, и главное обеспечивает лучшую всхожесть семян, благодаря хорошему контакту семян с почвенными частицами.

Результаты изучения элементов структуры урожая гороха, полученные при различных способах обработки почвы, свидетельствуют (таблица 2), что наиболее высокие растения гороха были при отвальной обработке (вспашка на глубину 20-22 см). Высота растений составляла на фоне без удобрений 52,6 см, а на удобренном (N₆₀P₆₀K₆₀) фоне – 57,7 см. Увеличение и уменьшение глубины отвальной обработки почвы не оказывало влияния на высоту растений гороха по сравнению с контролем. На фоне без применения удобрений при мелкой безотвальной обработке на глубину 14-16 см прослеживается тенденция снижения высоты растений гороха по сравнению с отвальной обработкой на ту же (14-16 см) глубину.

Использование поверхностной и нулевой обработок почвы под горох приводило к значительному снижению темпов роста и, соответственно, высоты растений. Применение удобрений на этих обработках не привело к существенному увеличению высоты растений по сравнению с контролем. На всех остальных изучаемых вариантах обработки почвы внесение минеральных удобрений обеспечивало существенное увеличение высоты растений.

Наибольшее количество бобов на растении гороха было при отвальной обработке почвы – вспашке на глубину 20-22 см и 14-16 см и составило 5,8 штук на растение независимо от фона удобренности. При этом способы обработки почвы за исключением поверхностной и нулевой практически не оказывали влияния на формирование бобов на горохе, по сравнению с контролем. Выращивание гороха по поверхностной и нулевой обработкам почвы приводило к существенному снижению формирования численности бобов на одном растении. Кроме этого на варианте с нулевой обработкой почвы происходило существенное снижение количества зерен в бобах гороха, особенно при использовании ее без применения удобрений.

Максимальное количество зерен гороха на одно растение было получено по вспашке на глубину 20-22 см и мелкой вспашке на глубину 14-16 см – 25,0 и 23,5 штук, соответственно, независимо от фона удобренности. Поверхностная и нулевая обработки почвы приводили к существенному снижению озерненности растений гороха. Применение минеральных удобрений не обеспечило улучшение этого показателя при нулевой обработке почвы, он остался существенно ниже контроля. При поверхностной обработке почвы внесение удобрений способствовало увеличению озерненности растений гороха до уровня контрольного варианта без применения удобрений.

Максимальный вес зерна с одного растения был по вспашке на глубину 20-22 см и составил 4,5 г на безудобренном фоне и 5,1 г на удобренном. При увеличении и уменьшении глубины вспашки, а также при безотвальной обработке почвы была показана тенденция снижения массы зерна с одного растения. Поверхностная и нулевая обработки почвы приводили к существенному снижению массы зерна на одном растении.

Таблица 2

Густота всходов и структура урожая гороха при различных способах основной обработки почвы, среднее за 2014-2016 гг.

Обработка почвы и глубина	Фон	Густота всходов, шт./м ²	Высота растений, см	Количество бобов на растении, шт.	Количество зерен на одном растении, шт.	Вес зерна с одного растения, г	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в 1 бобе, шт
Вспашка на глубину 20-22 см	а*	89,3	52,6	5,4	23,2	4,5	206,1	4,3
	б	92,3	57,7	6,2	26,7	5,1	199,0	4,3
Вспашка на глубину 25-27 см	а	85,8	52,1	5,3	22,3	4,4	202,7	4,2
	б	93,5	54,4	6,0	24,0	4,7	188,1	4,0
Вспашка на глубину 14-16 см	а	92,5	52,3	5,6	23,0	4,1	195,9	4,1
	б	88,3	57,6	6,1	24,4	4,7	195,8	4,0
Безотвальная на глубину 14-16 см	а	85,7	49,4	5,1	21,9	4,2	197,5	4,3
	б	82,5	56,4	5,8	23,2	4,5	187,6	4,0
Поверхностная на глубину 6-8 см	а	82,0	48,3	4,9	19,1	3,8	193,1	3,9
	б	78,0	51,8	5,5	23,1	4,3	187,3	4,2
Нулевая	а	60,2	46,4	4,8	17,8	3,6	184,6	3,7
	б	69,2	44,1	5,3	21,2	4,2	180,6	4,0
НСР ₀₅ обработка	а	10,3	5,7	0,8	4,1	0,8	31,3	0,6
	б	7,2	4,0	0,5	2,9	0,6	22,1	0,4
НСР ₀₅ удобрение	а	12,4	4,8	0,8	4,4	0,9	17,1	0,8
	б	5,1	2,0	0,3	1,8	0,4	7,0	0,3

*Примечание: а – без удобрений, б–N₆₀P₆₀K₆₀

Максимальная масса 1000 зерен гороха была при вспашке на глубину 20-22 см и составила в зависимости от фона удобренности, соответственно, 206,1 и 199,0 г. Обработки почвы и применение удобрений оказывали незначительное влияние на массу 1000 зерен. Даже при нулевой обработке не происходило существенного снижения массы 1000 зерен, что объясняется увеличением площади питания растений в связи с меньшим их количеством на единице площади.

В ранее проводимых исследованиях в многолетнем стационарном опыте по изучению различных систем обработки почвы в севообороте было установлено, что горох очень чувствителен к минимализации обработки почвы. Уменьшение глубины вспашки в отвальной системе обработки почвы и насыщение системы обработки почвы в севообороте безотвальными рыхлениями приводило к снижению продуктивности гороха и эффективности применяемых удобрений. Увеличение доли безотвальной обработки почвы в системе севооборота до 60% уже приводило к достоверному снижению урожайности гороха. Наибольшее снижение урожайности отмечалось при безотвальной системе обработки почвы в зернопропашном севообороте.

Наибольшее снижение урожайности отмечалось при безотвальной системе обработки почвы; при разноглубинной плоскорезной обработке оно составило 0,24 т/га, на удобренном фоне – 0,31 т/га ($НСР_{05} = 0,18$ т/га), при рыхлении плугом без отвалов на глубину 25-27 см – 0,14 т/га независимо от фона удобренности ($НСР_{05} = 0,13$ т/га). Увеличение глубины вспашки, усиление оборачиваемости обрабатываемого слоя (ежегодная разноглубинная вспашка двухъярусным плугом), также как и безотвальные обработки не приводили к повышению продуктивности гороха и эффективности применяемых удобрений.

Заключение

В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР наибольшая урожайность гороха и эффективность применяемых удобрений получена при отвальной обработке почвы вспашке на глубину 14-16 и 20-22 см. В засушливые и нормальные по увлажнению годы наибольшая эффективность от применения удобрений получена при внесении их под вспашку. Безотвальные приемы, поверхностная и нулевая обработки почвы, обеспечивающие поверхностное сосредоточение используемых минеральных удобрений, снижают эффективность их применения. Во влажные годы эффективность минеральных удобрений мало изменяется в зависимости от способа обработки почвы.

Литература

1. Мартыанова А.И. Зернобобовые: распространение, закупки, химический состав и ценность. // Зерновые культуры. – 2001. – №1. – С. 24-25.
2. Морозов В. И. Средообразующие функции зернобобовых культур при биологизации севооборотов лесостепи Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. - № 1. – С. 3-15
3. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. – М.: РАН. – 2019. – 252 с.
4. Котлярова Е.Г., Лубенцов С.М. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания гороха на зерно // Земледелие. – 2013. – № 8. – С. 34–35.
5. Черкасов Г.Н., Пыхтин, И.Г., Гостев А.В. Возможности применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13-16.
6. Гармашов В.М. Плодородие чернозема обыкновенного и урожайность культур зернопропашного севооборота при различных способах обработки почвы. Мат. Международ. науч.-практ. конференц. Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности, 14-15 ноября 2019 г. – Воронеж. – 2019. – С. 282-294.
7. Трофимова Т.А., Коржов С.И., Гулевский В.А., Образцов В.Н. Оценка степени физической деградации и пригодности черноземов к минимализации основной обработки почвы / Почвоведение. – 2018. – Т. 51. – № 9. – С. 1080-1085.
8. Королев В.А., Громовик А.И., Боронтов О.К. Изменение основных показателей плодородия чернозема выщелоченного при разных способах основной обработки/ Почвоведение. – 2016. – Т. 49. – № 1. – С. 95-101.
9. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 383 с.
10. Тимирязев К.А. Борьба растений с засухой. Сочинения Т. 3. – М.: Сельхозгиз. – 1937. – С. 123-178.

11. Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Шуркин А.Ю. Урожайность подсолнечника при различных технологиях обработки почвы // Защита и карантин растений. – 2014. – № 9. – С. 44-47.
12. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. – М.: Агропромиздат. – 1988. – 158 с.

References

1. Mart'yanova A.I. Legumes: distribution, procurement, chemical composition and value. *Zernovye kul'tury — Cereal crops*, 2001, no.1, pp. 24-25. (In Russian)
2. Morozov V. I. The environment-forming functions of leguminous crops during the biologization of crop rotation of the Volga forest-steppe. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2010, no. 1., pp. 3-15. (In Russian)
3. Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya. Ecology of nitrogen fixation, M.: RAN, 2019, 252 p. (In Russian)
4. Kotlyarova E.G., Lubentsov S.M. Economic and energy efficiency of cultivating peas for grain. *Zemledelie – Agriculture*, 2013, no. 8, pp. 34–35. (In Russian)
5. Cherkasov G.N., Pykhtin, I.G., Gostev A.V. Possibilities of applying zero and surface methods of primary tillage in various regions. *Zemledelie – Agriculture*, 2014, no. 5, pp. 13-16. (In Russian)
6. Garmashov V.M. [Fertility of ordinary chernozem and crop yields of grain cultivated crop rotation under various methods of tillage]. *Materialy Mezhdunarod. nauch.-prakt. konferents. Biologizatsiya zemledeliya: perspektivy i real'nye vozmozhnosti* [Materials Int.. scientific-practical conference “Agriculture biologization: prospects and real opportunities” 14-15 Nov. 2019] – Voronezh, 2019, pp. 282-294. (In Russian)
7. Trofimova T.A., Korzhov S.I., Gulevskii V.A., Obraztsov V.N. Assessment of the degree of physical degradation and the suitability of chernozems to minimize primary tillage. *Pochvovedenie – Soil Science*, 2018, Vol. 51, no. 9, pp. 1080-1085. (In Russian)
8. Korolev V.A., Gromovik A.I., Borontov O.K. Changes in the basic indicators of the fertility of leached chernozem with different methods of primary processing. *Pochvovedenie – Soil Science*, 2016, Vol. 49, no. 1, pp. 95-101. (In Russian)
9. Dospekhov B.A., Vasil'ev I.P., Tulikov A.M. Agriculture Workshop, M.: Agropromizdat Publ, 1987, 383 p. (In Russian)
10. Timiryazev K.A. Plant control with drought. Works Vol. 3, M.: Sel'khozgiz Publ, 1937, pp. 123-178. (In Russian)
11. Zelenskii N.A., Zelenskaya G.M., Shurkin A.Yu. Sunflower yield with various tillage technologies. *Plant Protection and Quarantine*, 2014, no. 9, pp. 44-47. (In Russian)
12. Medvedev V.V. Optimization of agrophysical properties of chernozems, M.: Agropromizdat Publ., 1988, 158 p. (In Russian)

УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЗЕРНОВОГО ГОРОХА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В ПРИАЗОВСКОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А ЛЫСЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

В статье приводятся результаты трехлетних наблюдений в Приазовской зоне Ростовской области за влиянием основных агрометеорологических показателей (количество атмосферных осадков, температуры, ГТК периода вегетации) на урожайность зерна и массы 1000 семян зернового гороха. Урожайность и масса 1000 семян гороха в значительной степени зависят от сложившихся гидротермических условий в год возделывания. Представлены результаты исследований, отражающие характер зависимости изучаемых показателей от меняющихся факторов погоды. В среднем за 3 года исследований прибавка урожайности сортов Сотник, Премьер, Альянс и Кадет к стандарту Аксайский усатый 5 составила 5,4-6,4 ц/га. Полученные данные могут быть использованы при подборе исходного материала для создания новых высокоурожайных сортов гороха, наиболее полно реализующих почвенно-климатический потенциал региона и отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: горох, сорт, урожайность, масса 1000 семян, температура, осадки, гидротермический коэффициент, корреляционная зависимость.

PRODUCTIVITY OF GRAIN PEA VARIETIES UNDER CHANGING WEATHER CONDITIONS IN THE AZOV ZONE OF THE ROSTOV REGION

A.A. Lysenko

FSBSI «FEDERAL ROSTOV AGRARIAN RESEARCH CENTER»

Abstract: The article presents the results of three-year observations in the Azov zone of the Rostov region on the influence of the main agrometeorological indicators (amount of precipitation, temperature, SCC of the growing season) on the grain yield and mass of 1000 seeds of pea. The yield and weight of 1000 pea seeds are largely dependent on the prevailing hydrothermal conditions per year of cultivation. Research results are presented that reflect the nature of the dependence of the studied indicators on changing weather factors. On average, over 3 years of research, the increase in the yield of the varieties: Sotnik, Premier, Alliance, and Cadet to the standard Aksaysky mustachioed 5 amounted to 5.4 - 6.4 c/ha. The obtained data can be used in the selection of source material for the creation of new high-yielding pea varieties that most fully realize the soil and climatic potential of the region and meet the requirements of agricultural production.

Keywords: peas, variety, productivity, mass of 1000 seeds, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, correlation dependence.

Горох - основная зернобобовая культура в России. Он обладает рядом достоинств, таких как скороспелость, высокое содержание белка в зерне и зеленой массе. В зерне и в растениях гороха содержится значительное количество протеинов, углеводов, минеральных солей и витаминов, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма человека и животных. Биологическая способность к фиксации атмосферного азота позволяет отнести горох к культурам, улучшающим почвенное плодородие. В мире посевы гороха составляют около 10 млн. га со средней урожайностью 1,8 т/га, в России – около 1 млн. га [1, 2].

Однако горох из-за морфо-биологических особенностей уступает зерновым злаковым культурам по стабильности урожая, что делает его мене привлекательным для

производственников. Чтобы привлечь внимание к этой ценной культуре необходимо повысить её надежность. В связи с этим, перед селекционерами стоит задача не только в увеличении урожайности, но и обеспечении её стабильности.

Урожайность сорта является результатом сложного взаимодействия генотип – среда, где средой является не только почвенно-климатические условия, но и технологические приемы возделывания. Самым важным показателем потенциала урожайности гороха служит его продуктивность. Большинство современных сортов гороха имеют достаточно высокий потенциал продуктивности, реализация которого сдерживается из-за их низкой чувствительности к неблагоприятным факторам среды [3].

Многими исследователями установлено, что благоприятные погодные условия, то есть влагообеспеченность почвы и распределение выпавших осадков по всему вегетационному периоду и оптимальный температурный режим позволяют реализовать высокий потенциал урожайности гороха. В условиях избытка осадков, почвы с ухудшенной структурой уплотняются, создавая стрессовые условия для растений гороха. Корневая система гороха в таких условиях страдает от недостатка кислорода. В результате чего растения преждевременно желтеют и не дают полноценных семян, из-за чего снижается потенциал продуктивности [4].

Цель исследований – изучить и проанализировать урожайность и массу 1000 семян у сортов гороха, в зависимости от погодных условий в Приазовской зоне Ростовской области.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на полях ФРАНЦ, расположенных в Приазовской зоне Ростовской области в 2015-2018 годах. В качестве объекта исследований использовали 40 сортов гороха различных морфотипов, куда входили образцы собственного происхождения и присланные сорта из других селекционных учреждений страны.

Посев выполняли сплошным рядовым способом селекционной сеялкой СУ-10 при норме высева 1,2 млн. всхожих семян на гектар. Предшественник - озимая пшеница. Учетная площадь делянки – 15 м², повторность – двукратная. В полевых условиях отмечались даты появления всходов, начало, полное и конец цветения, начало и полное созревание. Глазомерно селекционный материал оценивался на константность, мощность развития, устойчивость к полеганию растений и другие показатели. Уборку проводили напрямую комбайном «Сампо 130».

Полевые опыты проводили в соответствии с методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [5]. Статистическую обработку данных проводили с использованием ЭВМ, согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова [6].

Результаты исследования

За годы исследования погодные условия отличались контрастностью, что позволило полнее охарактеризовать сорта гороха по их реакции на различные факторы внешней среды.

Важнейшими показателями, используемыми в агрометеорологии для оценки складывающихся погодных условий, являются количество осадков и сумма активных температур, а интегральным показателем, одновременно учитывающим оба эти показателя, можно считать гидротермические коэффициенты (ГТК). Наиболее известным из них является гидротермический коэффициент Селянинова, используемый для характеристики условий увлажненности и определяемый как отношение суммы атмосферных осадков (ΣR) за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10°C к сумме температур (Σt) за это же время, уменьшенной в 10 раз [7].

В течение трех лет наблюдений, гидротермические условия за вегетационный период гороха характеризовались неравномерным распределением гидротермических показателей в период вегетации (рис.1).

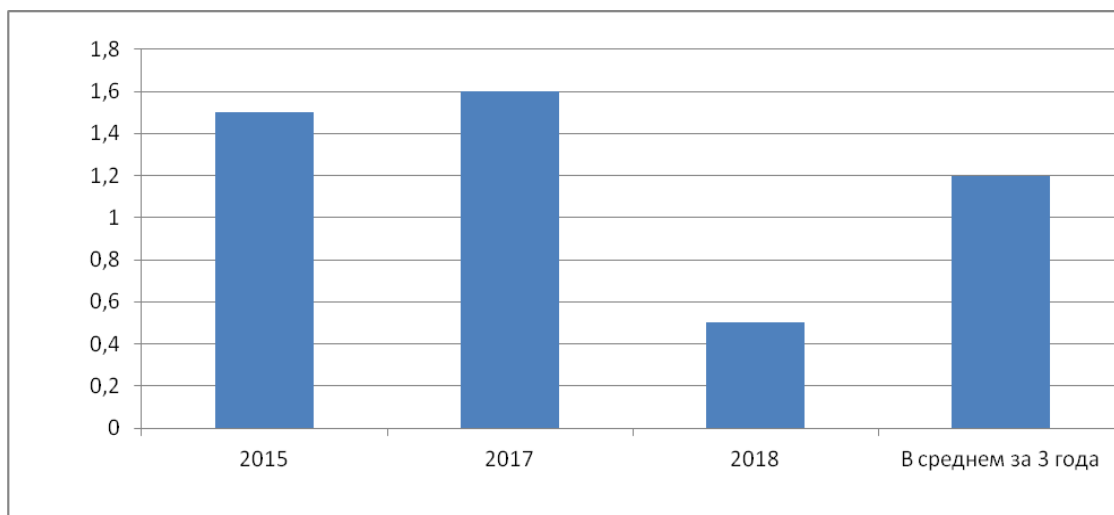


Рис. 1. Гидротермический коэффициент за вегетационный период гороха

2015 и 2017 годы оказались влажными, характеризовались обильными осадками, гидротермический коэффициент (ГТК) составил соответственно 1,5 и 1,6. Самый неблагоприятным был 2018 год, он оказался засушливо-жарким (ГТК составил всего 0,5).

Урожайность гороха сильно варьирует по зонам возделывания, поэтому для выявления реакции сортов на различные почвенно-климатические условия проводят экологическое сортоиспытание. Это позволяет выявить сорта, адаптивные к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Наши исследования показали неустойчивость и сильное варьирование урожая гороха в разные годы возделывания. Сложившиеся погодные условия в сильной степени повлияли на развитие растений и величину урожая гороха (табл. 1).

В экологическом сортоиспытании проводили изучение 40 сортов. Изучаемые сорта гороха в среднем за 3 года исследований формировали неодинаковую урожайность, которая колебалась в пределах 21,9-30,2 ц/га. Наибольшая урожайность зерна гороха получена по сортам Сотник, Премьер, Альянс, Кадет (29,9; 29,2; 29,9 и 30,2 ц/га соответственно), что выше по сравнению со стандартным сортом Аксайский усатый 5, в среднем, на 6,0 ц/га.

В условиях 2015 г. разница в урожайности между большинством сортов существенно не отличалась. В этот год максимальная урожайность наблюдалась у сортов Сотник, Премьер, Фокор, Альянс, Кадет, Визир и Фараон с урожайностью 30,0-34,2 ц/га.

В 2017 году в опыте была отмечена наибольшая урожайность за все годы изучения сортов гороха.

Наиболее высокая урожайность была отмечена у сортов Альянс, Атаман, Кадет и Сотник достигшая 40,0-41,0 ц/га, что значительно выше средней урожайности стандарта на 10,4-11,4 ц/га.

В 2018 году все сорта сформировали невысокую урожайность зерна от 10,2 до 18,3 ц/га в связи с неблагоприятными погодно-климатическими условиями.

Наибольшую урожайность сформировали сорта Альянс и Кадет (17,6-18,3 ц/га соответственно).

Таблица 1

Урожайность гороха, ц/га

Сорт	Учреждение-оригинатор	2015	2017	2018	В среднем	
					урожай- ность	прибавка к st
Аксайский усатый 5 стандарт	ФРАНЦ	25,8	29,6	16,2	23,8	-
Сармат		25,8	36,5	16,2	26,2	2,4
Аксайский усатый 7		25,5	29,4	15,4	23,4	- 0,4
Аксайский усатый 10		27,5	26,8	16,2	23,5	-0,3
Аксайский усатый 55		27,5	25,1	16,6	23,1	-0,7
Сотник		33,5	41,0	15,4	29,9	6,1
Премьер		34,3	38,0	15,4	29,2	5,4
Фокор		30,0	37,7	14,9	27,5	3,7
Альянс		32,0	40,0	17,6	29,9	6,1
Атаман		29,1	40,8	16,0	28,6	4,8
Кадет		31,8	40,6	18,3	30,2	6,4
Лавр		Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко	24,6	26,5	15,4	22,2
Аргон	24,5		29,1	12,9	22,2	-1,6
Старт	25,4		26,3	14,8	22,2	-1,6
Батрак	ФНЦ ЗБК	27,4	33,7	12,8	24,6	0,8
Орлус		28,9	38,6	11,7	26,4	2,6
Орловчанин		29,8	31,0	13,2	24,7	0,9
Мультик		24,0	30,5	13,2	22,6	-1,2
Орловчанин 2		24,0	32,6	13,6	23,4	-0,4
Визир		30,8	35,6	12,2	26,2	2,4
Фараон		30,5	36,2	11,8	26,2	2,4
Спартак		29,7	36,2	12,9	26,3	2,5
Темп		29,7	37,9	10,8	26,1	2,3
Флагман 10		Самарский НИИСХ	23,4	31,7	14,3	23,1
Таловец 70	НИИСХ ЦЧП	25,4	30,8	14,6	23,6	-0,2
Немчиновский 100	ФИЦ «Немчиновка»	22,8	30,8	12,0	21,9	-1,9
Варис	ТатНИИСХ	22,8	31,0	12,6	22,1	-1,7
Венец		22,9	39,9	12,3	25,0	1,2
Губернатор	Сиб. Агр. Комп.	24,6	31,0	10,2	21,9	-1,9
Ямальский		25,8	34,8	13,6	24,7	-0,9
Ямал		25,2	31,1	15,4	23,9	0,1
Агроинтел		27,8	34,0	12,0	24,6	0,8
Кемчуг	Красноярск НИИСХ	29,2	31,9	12,8	24,6	0,8
Светозар		24,3	34,2	13,7	24,1	0,3
Яхонт		24,6	32,5	13,7	23,6	-0,2
Руслан		27,1	32,6	11,1	23,6	-0,2
Аудит	Франция	27,2	37,0	12,0	25,4	1,6
Вельвет	Австрия	24,9	37,6	13,2	25,2	1,4
Стабил		30,0	37,7	14,2	27,3	3,5
Готик		25,5	38,2	11,7	25,1	1,3
НСР ₀₅		1,4	1,6	1,4	-	-

Распределение изучаемых сортов по урожайности в среднем за 2015-2018 годы также варьировало в широких пределах (рис. 2).

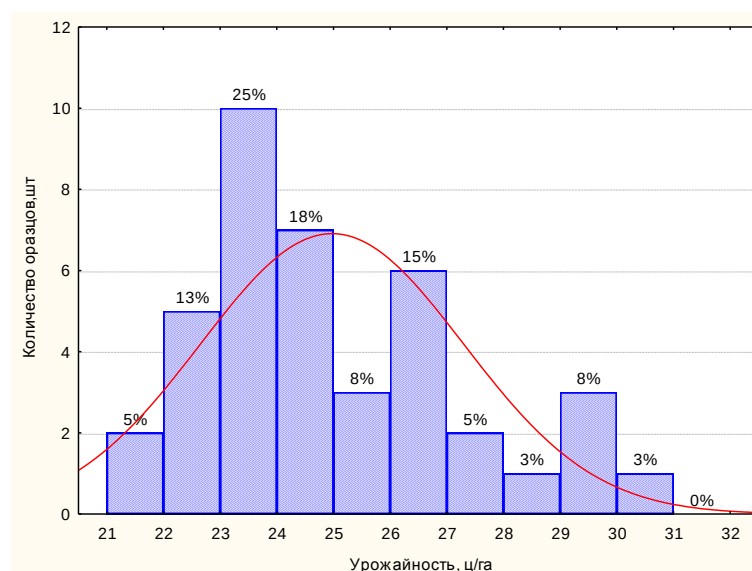


Рис. 2. Распределение сортов гороха по урожайности (в среднем за 3 года)

Преобладали сорта с урожайностью семян 23,0-27,0 ц/га (25 сортообразцов). Количество образцов с минимальной урожайностью 21,0-22,0 ц/га составило 7; это сорта: Лавр, Аргон, Старт, Мультик, Немчиновский 100, Варис, Губернатор. Наибольший сбор зерна в опыте в среднем за 3 года изучения обеспечили сорта Сотник, Премьер, Альянс и Кадет – 29,9; 29,2; 29,9 и 30,2 ц/га.

Масса 1000 семян является одним из основных элементов продуктивности растений. В наших опытах признак масса 1000 семян зависел не только от генетических особенностей сорта, но и от внешних факторов (табл. 2).

Таблица 2

Масса 1000 семян, г

Сорт	Учреждение-оригинатор	2015 год	2017 год	2018 год	В среднем
Аксайский усатый 5 стандарт	ФРАНЦ	150	181,1	150,4	160,5
Сармат		184,1	213,5	174,8	190,8
Аксайский усатый 7		172,4	210,4	169,9	191,4
Аксайский усатый 10		160,2	179,1	161,8	167,0
Аксайский усатый 55		159,2	199,6	156,6	171,8
Сотник		211,2	232,2	227,3	223,6
Премьер		207,6	221,2	220,3	216,4
Фокор		195,6	223,4	208,0	209,0
Альянс		187,0	204,7	186,8	192,8
Атаман		174,1	251,0	204,3	209,8
Кадет		196,8	221,8	206,2	208,3
Лавр	Национальный центр зерна им. П.П.Лукияненко	185,0	208,8	192,7	195,5
Аргон		211,8	237,6	216,5	221,9
Старт		230,0	261,1	240,6	243,9
Батрак	ФНЦ ЗБК	212,4	236,8	210,2	219,8
Орлус		211,2	226,4	205,1	214,2
Орловчанин		225,0	245,1	236,0	235,4
Мультик		128,6	142,8	128,1	133,2
Орловчанин 2		210,6	252,6	219,0	227,4
Визир		218,9	250,0	223,9	230,9

Фараон		191,2	215,1	198,4	201,6
Спартак		193,9	222,8	213,4	210,0
Темп		204,8	253,5	208,8	222,4
Флагман 10	Самарский НИИСХ	187,6	227,6	214,1	209,8
Таловец 70	НИИСХ ЦЧП	165,4	195,5	187,8	182,9
Немчиновский 100	ФИЦ «Немчиновка»	158,9	166,2	152,3	159,1
Варис	ТатНИИСХ	182,6	225,6	201,2	203,1
Венец		209,0	240,3	219,2	222,8
Губернатор	Сиб. Агр. Комп.	137,9	152,1	149,6	146,5
Ямальский		167,4	190,4	161,2	173,0
Ямал		191,2	217,4	179,0	195,9
Агроинтел		169,9	165,4	166,6	167,3
Кемчуг	Красноярск НИИСХ	230,8	207,4	195,6	211,3
Светозар		188,6	214,6	189,9	197,7
Яхонт		174,5	207,0	197,5	193,0
Руслан		203,4	229,8	203,8	212,3
Вельвет	Франция	209,9	220,0	201,6	210,5
Аудит	Австрия	204,8	229,0	214,4	216,1
Стабил		225,4	266,3	217,9	236,5
Готик		182,0	209,4	182,8	191,4

Средний показатель в экологическом сортоиспытании изучаемых образцов составил 200,8 г и варьировал от 133,2 (Мультик) до 243,9 г (Старт). Так, в благоприятный 2017 год у большинства сортов значения массы 1000 семян были значительно выше, чем в 2015, 2018 гг.

По величине этого признака изучаемые образцы классифицированы по группам: мелкие (51-150 г) – 6%, средние (151-250 г) – 94% и крупные (более 250 г) – 0% (рис. 3).

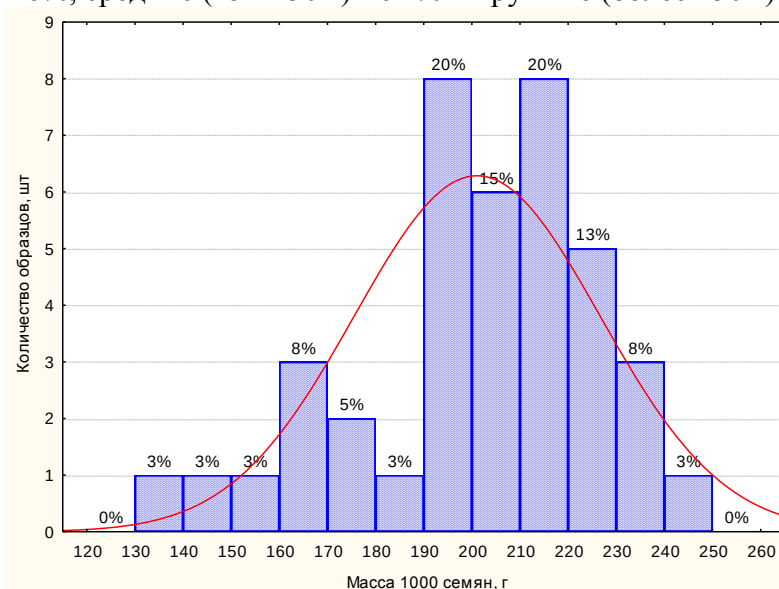


Рис. 3. Распределение образцов гороха по массе 1000 семян (в среднем за 3 года)

Самая высокая масса семян отмечена у образцов Старт (243,9 г), Орловчанин 2 (235,4 г), Визир (230,9 г), Стабил (236,5 г). Относительно небольшой массой 1000 семян выделялись сорта Мультик (133,2 г), Губернатор (146,5 г).

Для определения корреляционной связи между агрометеорологическими условиями с урожайностью и массой 1000 семян использованы гидротермические показатели. В совокупности такие погодные условия определили и существенные различия в урожайности

гороха по годам (табл. 3). В среднем за анализируемый период урожайность составила 25,0 ц/га. В экстремальном по погодным условиям 2018 году, урожай гороха был минимальным и составил в среднем всего лишь 13,8 ц/га, а масса 1000 семян 195,5 г. Отрицательное влияние на формирование урожая гороха в 2018 году оказали высокая среднесуточная температура воздуха при низком абсолютном значении суммы осадков за период всходы – созревание.

Таблица 3

Влияние метеорологических условий на урожайность гороха и массу 1000 семян

Год исследований	Сумма активных температур, °С	Сумма осадков, мм	ГТК	Урожайность, ц/га	Масса 1000 семян, г
2015	1440,9	209	1,5	27,4	190,3
2017	1517,3	249,4	1,6	33,9	216,5
2018	1763,5	93,8	0,5	13,8	195,5
В среднем за 3 года	1573,9	184,1	1,2	25,0	200,8

В благоприятный 2017 год урожайность составила 33.9 ц/га, масса 1000 семян – 216,5 г. Это связано с тем, что суммы активных температур была ниже и подкреплялись достаточным количеством осадков за весь вегетационный период гороха, что способствовало хорошему росту и развитию гороха.

Как видно из таблицы, количество осадков, выпавших за вегетационный период, имеет большое значение. Горох – культура влаголюбивая. Результаты корреляционного анализа (табл.4) указывают прямую сильную корреляционную зависимость урожайности гороха от абсолютной величины суммы осадков ($r=0,99$) и от гидротермического коэффициента ($r=0,99$). Увеличение суммы активных температур приводило к снижению урожайности ($r= -0,99$). Но несмотря на то, что горох мало требовательных к теплу и способен расти в широком диапазоне температур, именно температурный фактор в условиях климата Ростовской области нередко оказывает отрицательное воздействие на формирование урожая [8].

Отмечалась средняя положительная связь между массой 1000 семян и суммой осадков ($r=0,52$), а также с гидротермическим коэффициентом ($r=0,56$). Средняя отрицательная связь была отмечена между суммой активных температур по отношению к массе 1000 семян ($r=-0,64$).

Таблица 4

Корреляционные связи между различными факторами погоды с урожайностью гороха и массой 1000 семян (2015 – 2018 гг.)

Показатель	Сумма осадков, мм	Сумма активных температур, °С	ГТК	Урожайность, ц/га	Масса 1000 семян, г
Сумма осадков, мм	1,00	-0,98	0,98	0,99	0,52
Сумма активных температур, °С	-0,98	1,00	-0,99	-0,99	-0,64
ГТК	0,98	-0,99	1,00	0,99	0,56
Урожайность, ц/га	0,99	-0,99	0,99	1,00	0,61
Масса 1000 семян	0,52	-0,64	0,56	0,61	1,00

**Примечание: связь достоверная сильная на 5 – % уровне значимости*

Заключение

Многолетние исследования в Приазовской зоне Ростовской области доказывают, что сорта, которые более приспособлены к неблагоприятным условиям внешней среды, дают наиболее высокие и стабильные урожаи зерна гороха. Проведенные исследования показали, что урожайность изучаемых сортов гороха тесно связана с погодно-климатическими условиями и находится в прямой тесной зависимости от суммы выпавших за вегетацию осадков. Повышенные значения суммы активных температур негативно сказываются на формировании высоких урожаев.

Наиболее приспособленными к неблагоприятным условиям вегетации в Приазовской зоне Ростовской области оказались сорта селекции ФРАНЦ Сотник, Премьер, Альянс и Кадет, средняя урожайность которых за годы исследований превысила урожайность стандарта Аксайский усатый 5 на 6,1; 5,4; 6,1 и 6,4 ц/га соответственно.

Статья подготовлена в рамках выполнения задания № 0710-2019-0028 Программы ФНИ ГАН на 2019 год.

Литература

1. Дебелый Г. А. Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 31-35.
2. Зотиков В.И. Роль зернобобовых культур в решении проблемы кормового белка и основные направления по увеличению их производства // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. – Орел, – 2004. – С. 256-260.
3. Лаханов А.П. Роль физиологии растений в изучении и повышении биологического потенциала зернобобовых и крупяных культур // Биологический и экономический потенциал зернобобовых, крупяных культур и пути его реализации. Материалы международной научной конференции, приуроченной к 35-летию ВНИИ зернобобовых и крупяных культур. Орел, – 1999. – С. 33-39.
4. Омелянюк Л. В. Специфичность реакций сортообразцов гороха различного морфотипа на изменение гидроtermического обеспечения периода вегетации // Доклады РАСХН. 2013. № 2.- С. 20–23.
5. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. -Вып. 1. – М.: Колос, – 1971. – 248 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.
7. Селянинов Г.Т. Агроклиматическая карта мира. – Л.: Гидрометеиздат. – 1966. – 12 с.
8. Вербицкий Н.М. Селекция гороха в условиях Северного Кавказа. Ростов-на-Дону, – 1992. – 259 с.

References

1. Debelyi G.A. Legumes in the world and the Russian Federation. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*. 2012. no. 2. pp. 31–35. (In Russian)
2. Zotikov V.I. The role of legumes in solving the problem of feed protein and the main directions for increasing their production. *Nauchnoe obespechenie proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur*, Orel, 2004. pp. 256-260. (In Russian)
3. Lakhanov A.P. [The role of plant physiology in the study and enhancement of the biological potential of leguminous and cereal crops. Biological and economic potential of legumes, cereals and ways of its implementation]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, priurochennoi k 35-letiyu VNII zernobobovykh i krupyanykh kul'tur — Materials of the international scientific conference devoted to the 35th anniversary of the All-Russian Research Institute of Leguminous and Groat Crops*. Orel, 1999, pp. 33-39. (In Russian)
4. Omel'yanyuk L.V. The specificity of the reactions of varieties of peas of various morphotypes to a change in the hydrothermal support of the growing season. *Doklady RASKhN — Reports of RAAS*. 2013, no. 2. pp. 20–23. (In Russian)
5. Methodology of State variety testing of agricultural crops, iss. 1, M.: Kolos Publ., 1971. 248 p. (In Russian)
6. Dospekhov B.A. Field Experience Methodology. 5th ed., M.: *Agropromizdat Publ.*, 1985. 351 p. (In Russian)
7. Selyaninov G.T. Agroclimatic map of the world. L.: *Gidrometeoizdat Publ.*. 1966. 12 p. (In Russian)
8. Verbitskii N.M. Pea selection in the North Caucasus. *Rostov-na-Donu*, 1992. 259 p. (In Russian)

КРЕМНИЙ И ЕГО РОЛЬ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОИ

А.А. МНАТСАКАНЯН, Г.В. ЧУВАРЛЕЕВА, кандидаты сельскохозяйственных наук
А.С. ВОЛКОВА

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

E-mail: newagrotech2015@mail.ru

Опыт закладывался в стационаре агротехнологического отдела ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко», расположенного в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края. Основным подтипом почвы является чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный.

Целью исследований являлось изучение влияния доз внесения минерального удобрения с микроэлементами НаноКремний на урожайность и качество зерна сои. В статье представлены средние данные за два года исследований (2017 и 2018 гг.). В целом исследуемые годы были сравнительно неблагоприятными для получения высоких урожаев зерна сои.

Выявлено, что при обработке семян сои минеральным удобрением в составе которого чистый кремний в жидкой форме – препарат НаноКремний, количество бобов на растении увеличилось на 0,9 шт., последующие обработки по вегетирующим растениям сои способствовали росту этого показателя от 0,5 до 1,1 штук на растении, в зависимости от дозы.

Данный препарат не только существенно повысил урожайность сои, но и оказал влияние на другие показатели её продуктивности: количество бобов на растении и семян в бобе, на массу 1000 семян и зерна с 1-го растения, а также на сбор масла и белка.

Проведённые исследования выявили, целесообразность применения препарата НаноКремний в технологии выращивания сои в дозах 300/75/75 и 300/100/100, что позволило лучшей реализации потенциала данной культуры.

Ключевые слова: соя, урожайность, качество зерна, масличность, белок, обработка семян, некорневая обработка.

SILICON AND ITS ROLE IN INCREASING THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN

A.A. Mnatsakanyan, G.V. Chuvarleeva, A.S. Volkova

FEDERAL STATE BUDGETARY INSTITUTION «P. P. LUKYANENKO NATIONAL
CENTER FOR GRAIN»

Abstract: *The experience was laid in the stationary of the agrotechnological department FSBSI «P.P. Lukyanenko National Center for Grain », located in the central soil-climatic zone of the Krasnodar Territory. The main subtype of the soil is leached low-humus chernozem extra heavy.*

The aim of the study was to study the effect of doses of mineral fertilizers with trace elements NanoSilicon on the yield and quality of soybean grain. The article presents the average data for two years of research (2017 and 2018). In general, the studied years were relatively unfavorable for obtaining high yields of soybean grain.

It was revealed that during the treatment of soybean seeds with mineral fertilizer containing pure silicon in liquid form - the NanoSilicon preparation, the number of beans on the plant increased by 0.9 pcs., Subsequent treatments on vegetating soybean plants contributed to the

growth of this indicator from 0.5 to 1, 1 pieces per plant, depending on the dose.

This preparation not only significantly increased soybean yield, but also influenced other indicators of its productivity: the number of beans per plant and seeds in a pod, the weight of 1000 seeds and grain from a single plant, as well as the collection of oil and protein..

Studies have shown the feasibility of using the preparation NanoSilicon in the technology of soybean cultivation in doses 300/75/75 и 300/100/100, which allowed a better realization of the potential of this culture.

Keywords: soybean, yield, grain quality, oil content, protein, seed treatment, non-root treatment.

Соя – уникальная сельскохозяйственная культура многогранного использования. По богатству и разнообразию содержания в зерне полезных компонентов ей нет равных среди других культур, возделываемых человеком [1, 2].

В нашей стране, несмотря на наличие почвенно-климатических условий для возделывания сои, эта культура ещё не нашла должного распространения. Стоит отметить, что в последние годы лидером по производству сои стал Краснодарский край. Однако урожайность соевого зерна в крае не высокая. Причиной низких урожаев её в последние годы является не только засушливые погодные условия, но и нарушение агротехнических требований при её возделывании (Баранов В.Ф., Кочегура А.В. 2009).

Соя как бобовая азотфиксирующая, улучшающая плодородие почвы, культура способствует формированию экологически устойчивых агроландшафтов. Она характеризуется специфичностью питания, как в количественном, так и в качественном отношении. Благодаря её способности фиксировать азот из воздуха посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями и использованию из почвы фосфора и калия из труднорастворимых соединений и реутилизировать их запасы из стеблей в семена, соя, как правило, не нуждается в минеральных удобрениях [3, 4].

Основной функцией кремния в растении является увеличение её устойчивости к неблагоприятным условиям, выражающееся в утолщении эпидермальных тканей (механическая защита), ускорении роста и развития корневой системы (физиологическая защита), связывании токсичных соединений (химическая защита) и увеличении биохимической устойчивости к стрессам (биохимическая защита), снижении действия высоких температур (тепловая защита) [5].

Кремний способствует устойчивости растений к физиологическим болезням, возникающим при комплексном воздействии пестицидов, сероводорода, анаэробноз и возбудителей грибковых и бактериальных болезней.

По выносу кремния все растения делятся на 2 группы: растения с невысоким выносом (как правило двудольные – картофель, гречиха, клевер и т.д.) и растения с повышенным выносом (в основном однодольные семейства – злаковые и др.) Все растения выносят кремния несколько больше, чем других макроэлементов [6].

Мировой опыт показывает, что кремниевые удобрения являются инновационным фактором интенсификации современного земледелия, без которого невозможно ведение высокопродуктивного, стрессоустойчивого и экологически чистого производства растениеводческой продукции.

В России роль кремневых удобрений в интенсификации земледелия известна малому кругу специалистов. Кремниевые удобрения используются в Японии, Южной Корее, Колумбии, Мексике, США, Австралии, Бразилии [7].

Отечественное удобрение минеральное с микроэлементами Нанокремний на основе биологически активного кремния предназначено для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений в целях ускорения их прорастания, усиления роста и развития растения в целом, а также для повышения устойчивости к неблагоприятным условиям выращивания.

Цель исследований – изучить влияние доз внесения минерального удобрения с

микроэлементами НаноКремний на урожайность и качество зерна сои в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы

Исследования проводились в стационарном опыте агротехнологического отдела ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко», расположенном в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края. Основным подтипом почвы является чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный.

Настоящий подтип почвы отличается большой мощностью гумусового горизонта и сравнительно малым содержанием гумуса в верхних горизонтах. Содержание общего азота в слое 0-30 см изменяется от 0,22 до 0,30%, валового фосфора содержится 0,17-0,22%, а валового калия – 1,7-2,1%. Верхние слои почвы имеют нейтральную или слабокислую реакцию почвенного раствора.

Структура чернозема выщелоченного в слое до 30 см комковато-порошистая, в слое до 50 см – комковато-зернистая. Механический состав почвы тяжёлый, содержание физической глины колеблется от 61,0 до 64,0%, а илистой фракции от 37,0 до 44,0%. Большое содержание ила и пыли ухудшает физические свойства черноземов выщелоченных, придаёт им высокую связность и способность к заплыванию, уплотнению после выпадения осадков. Объёмная масса слоя почвы 0-30 см составляет 1,0-1,3 г/см³. Чернозём выщелоченный обладает высокой ёмкостью поглощения. В целом эти почвы пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Климат центральной зоны Краснодарского края 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.

Весна начинается в конце февраля – начале марта. К этому времени еще наблюдаются колебания температур от минусовых, до плюсовых. Безморозный период начинается со второй декады апреля.

Лето и переход температуры воздуха через 15°C, наступает в середине мая, обычно оно жаркое и сухое. Летние осадки носят преимущественно ливневый характер. Особенностью лета является преобладание сухих восточных ветров, с высокими температурами воздуха, до +40°C, при очень низкой её относительной влажности.

Безморозный период этой зоны составляет в среднем 187 дней, среднегодовая суточная температура воздуха +10,7°C. Погодные условия в годы исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Температурный режим и сумма осадков в течение вегетации сои

Период исследований	Показатели	Месяц				
		апрель	май	июнь	июль	август
2017 год	температура воздуха, °C	11,8	16,9	21,5	25,3	27,1
	сумма осадков, мм	50,1	132,3	71,6	71,1	11,7
2018 год	температура воздуха, °C	14,5	19,8	24,2	26,4	26,4
	сумма осадков, мм	79,8	14,3	111,8	5,5	77,6
Среднемноголетняя норма	температура воздуха, °C	17,0	21,0	23,5	22,8	17,8
	сумма осадков, мм	55	69	82	58	51

Апрель был тёплым и сухим. В 2017 и 2018 годах недобор осадков составил 5,0 и 22,6 мм, соответственно (в сравнении со среднемноголетней нормой). Погода в мае характеризовалась равномерным нарастанием температуры воздуха, близкой к среднемноголетним данным с выпадением осадков выше нормы.

В июне 2017 года недобор осадков составил 10,4 мм, а в 2018 году – 67,7 мм, при температуре воздуха 24,2°C, что превышала среднегодовую норму на 3,2°C и характеризовала июнь 2018 года как жаркий и сухой. Июль был жарким и влажным: температура воздуха на 1,8-2,9°C выше нормы в зависимости от года исследований, осадков выпало в 2017 году на 22,6 – % в 2018 г на 9,2% выше нормы. Август характеризовался высокой температурой воздуха, и недобором осадков в исследуемые годы. В 2017 г выпало 11,7 мм, в 2018 г. – 5,5 мм осадков, при среднегодовой норме 51 мм. В целом исследуемые годы были сравнительно неблагоприятными для получения высоких урожаев зерна сои.

Для изучения влияния удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний на урожайность и качество зерна сои в центральной зоне Краснодарского края был заложен опыт по схеме, включающей следующие варианты:

1. Контроль – обработка водой;
2. Обработка семян сои препаратом НаноКремний нормой 300 г/т;
3. Обработка семян сои препаратом НаноКремний нормой 300 г/т + обработка по всходам 50 г/га + обработка в фазу бутонизации 50 г/га;
4. Обработка семян сои препаратом НаноКремний нормой 300 г/т + обработка по всходам 75 г/га + обработка в фазу бутонизации 75 г/га;
5. Обработка семян сои препаратом НаноКремний нормой 300 г/т + обработка по всходам 100 г/га + обработка в фазу бутонизации 100 г/га;
6. Обработка семян сои препаратом НаноКремний нормой 300 г/т + обработка по всходам 125 г/га + обработка в фазу бутонизации 125 г/га.

При предпосевной обработке семян сои норма рабочей жидкости составила 10 л/т семян. Обработку растений изучаемым препаратом НаноКремний проводили ранцевым опрыскивателем «Огюн» – в фазы всходы и бутонизация. Расход рабочего раствора 250 л/га.

Соя – культура высокотехнологичная, адаптированная к различным условиям возделывания. В опыте соя высевалась в III декаде апреля. Всходы отмечены в I декаде мая. Обработку по всходам провели через 7 дней, когда растения сои перешли на автотрофное питание. Фаза бутонизации наступила I декаде июня. До фазы ветвления надземная масса растёт медленно, активный рост стебля происходит в фазу бутонизации и цветения. Вегетативный рост растений прекращается в фазе налива семян.

Объект исследований – сорт сои Селекта 201. Раннеспелый, в системе ГСИ он используется в качестве стандарта. Потенциал урожайности составляет 5,5 т/га. Сорт устойчив к почвенной и воздушной засухам. Высокоустойчив к полеганию и растрескиванию бобов при перестое.

Предшествующей культурой при возделывании сои в наших исследованиях являлась озимая пшеница. Общая площадь делянки 48 м², учётная 30 м². Опыт заложен в четырёхкратной повторности, расположение делянок систематическое. Агротехника в опыте общепринятая для возделывания сои в центральной зоне Краснодарского края.

Характеристика применяемого препарата

Удобрение минеральное с микроэлементами НаноКремний – экологически чистый продукт, изготовленный на основе сверхчистого кремния, производится в России по уникальной технологии, обеспечивающий получение и сохранность биологически активного кремния, коллоидного размера. Форма жидкая, препарат предназначен для приготовления водных растворов. В состав входит: кремний – 50%, железо – 6%, медь – 1%, цинк – 0,5%, pH – 7,8.

За счёт нано частиц, кремний свободно проникает через клеточную мембрану и становится доступен на клеточном уровне. Клетка растения получает, по сути, энергетическую установку дополнительно к своим внутренним аккумуляторам.

Учеты и наблюдения в опытах:

– фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводились на

пробных площадках на 100 этикетированных растениях на каждой делянке. (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010);

– определение структурных элементов урожая в фазе созревания в четырех повторениях варианта опыта в типичных по густоте стояния растений точках делянки отбирали единичные образцы растений с двух площадок по 0,5 м² в исследуемых повторениях. (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010);

– учёт урожая проводился сплошным методом: сразу после уборки семена с учётной площади каждой делянки взвешивали, который приводили к 100%-й чистоте и к стандартной 14% влажности чистых семян по общепринятой методике (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010).

Определение масличности, содержания белка в семенах сои проводилось в лаборатории агротехнологического отдела.

Результаты и обсуждение

Определение показателей структуры урожая, таких как масса 1000 семян, масса семян 1 растения, количество бобов на растении и семян в бобе, является необходимым для общей характеристики и обоснования полученных результатов урожайности.

Структура урожая и урожайность сои в зависимости от применения удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние препарата НаноКремний на формирование элементов структуры урожая и урожайность сои, (в среднем за 2017, 2018 гг.)

Вариант	Количество, шт.		Масса, г		Урожайность, ц/га
	бобов на растении	семян в бобе	1000 семян	зерна с 1-го растения	
Контроль (без удобрений)	19,7	2,09	191,6	7,89	21,7
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га	20,6	2,08	194,8	8,35	22,7
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 50 г/га	21,1	2,13	194,1	8,72	24,0
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га + растений по всходам нормой 75 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 75 г/га	21,7	2,20	194,0	9,26	25,5
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га + растений по всходам нормой 100 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 100 г/га	21,5	2,26	194,1	9,43	25,9
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га + растений по всходам нормой 125 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 125 г/га	21,1	2,14	194,8	8,80	24,2
НСР _{0,05}	0,6	0,07	6,0	0,27	0,7

В зависимости от доз внесения минерального удобрения с микроэлементами НаноКремний изменялась и урожайность сои. За два года исследований урожайность на контроле составила 21,7 ц/га. Препарат НаноКремний в исследуемых дозировках увеличивал урожайность сои. При обработке посевного материала в дозе 300 г/т семян урожайность сои

составила 22,7 ц/га, что на 1,0 ц/га выше контроля, но уступает по урожайности другим вариантам.

При обработке посевного материала в дозе 300 г/га и некорневых обработках в дозе 50 г/га по всходам + 50 г/га в фазу 7-8 листьев, а также на и варианте с повышенной дозой (300/125/125) внесения по вегетирующим растениям, урожайность не имеет существенных различий и превышает контроль на 2,3-2,5 ц/га.

Высокие показатели урожайности за годы проведённых исследований получены при обработке семян в дозе 300 г/т семян и двух обработок по вегетирующим растениям в дозах по 75 г/га и по 100 г/га. На этих вариантах отмечена, достоверны высокие показатели урожайность превышая исследуемые варианты от 3,8 до 4,2 ц/га, равные между собой и составили 25,5 и 25,9 ц/га соответственно.

Выявлена закономерность от вносимых доз препарата на урожайность сои, но на какие показатели структуры урожая данной культуры влияет доза минерального удобрения НаноКремний с микроэлементами, разберём более детально.

Один из основных показателей – это количество бобов, сформировавшихся на одном растении. На контроле, данный показатель составил 19,7 шт. Количества семян в одном бобе на контроле 2,09 штук, такие же результаты, в меньшей или большей степени, но в пределах НСР получены на вариантах 300; 300/50/50; 300/125/125.

Максимальное количество семян в одном бобе выявлено при обработке препаратом в дозах 300/75/75 и 300/100/100, что составило 2,2 и 2,26 шт., соответственно. Полученные результаты превышали контроль и равные его данным варианты в среднем на 5,7%.

Семена сои сорта Селекта 201 имеют массу 1000 зёрен в пределах 180-200 грамм. При определении массы 1000 семян в наших исследованиях, отмечены, высокие результаты на всех вариантах с применением исследуемого препарата и изменялась от 194,0 г (300/75/75) до 194,8 г (300/125/125), когда на контроле получено 191,6 грамм. Между вариантами опыта с применением препарата НаноКремний по массе 1000 семян существенных отличий не отмечено.

При определении массы зерна, полученного с одного растения, выявлена также закономерность, что и по урожайности сои.

Таким образом, при анализе данных по урожайности и изменении её структуры все варианты с внесением минерального удобрения с микроэлементами НаноКремний оказались действенными. Однако наиболее эффективное применение его в технологии выращивания сои в дозе 300/75/75 и 300/100/100.

Получив относительно хорошие результаты по урожайности сои, еще не залог хорошего качества зерна [3]. Влияние изучаемых доз препарата НаноКремний на содержание белка и масличности приведено в таблице 3.

Оценивая все зернобобовые культуры, стоит отметить сою, которая способна накапливать значительное количество белка и масла в своих семенах. Это создаёт возможность повышения её продуктивности не только за счёт собранного урожая, но и за счёт продуктов её переработки [8, 9]. Основным компонентом соевого зерна является белок, характеризующийся благоприятным по сравнению с другими культурами, аминокислотным составом [5]. Содержание белка в сое варьирует от 28,0 до 50,0% в зависимости от сорта и условий выращивания. В наших исследованиях среднее содержание белка составило 30,1% и варьировало от 29,1 до 30,7%.

Незначительное снижение содержания белка, по отношению к контролю, в зерне сои отмечено на вариантах с дозой 300/75/75 и дозой 300/100/100 и составило 29,5 и 29,1%, соответственно. На остальных вариантах опыта с внесением препарата отмечено не существенное, но его увеличение и изменялось от 30,5 до 30,7%.

Таблица 3

**Качество зерна сои в зависимости от доз внесения препарата НаноКремний,
(в среднем за 2017, 2018 гг.)**

Вариант	Белок		Масличность	
	%	сбор с 1 га, кг	%	сбор с 1 га, кг
Контроль (без удобрений)	30,0	651,0	25,6	555,5
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га	30,5	692,4	26,4	599,3
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 50 г/га	30,5	732,0	26,6	638,4
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га + растений по всходам нормой 75 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 75 г/га	29,5	752,3	25,7	655,4
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га + растений по всходам нормой 100 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 100 г/га.	29,1	753,7	25,6	663,0
Обработка препаратом НаноКремний семян нормой 300 г/га + растений по всходам нормой 125 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 125 г/га	30,7	742,9	26,5	641,3
НСР _{0,05}	0,9	22,3	0,8	19,4

Сбор белка напрямую взаимосвязан с урожайностью сои. На контроле сбор белка с одного гектара минимальный и составил 651,0 кг. При обработке только посевного материала сбор белка увеличился по отношению к контролю на 41,4 кг. Последующие обработки по вегетирующим растениям сои увеличили исследуемый показатель от 40,0 до 61,0 кг/га, в зависимости от доз внесения.

Анализ данных исследований выявил, что при обработке удобрением минеральным с микроэлементами НаноКремний в дозах 300/50/50; 300/75/75; 300/100/100; 300/125/125 полученные данные равны и составили 732,0; 752,3; 753,7; 742,9 кг/га, имеющаяся между ними разница входит в ошибку опыта.

Масличность сои такой же важный показатель, как и содержание белка. Соевое масло имеет высокий жирно-кислотный состав и занимает лидирующее место как пищевое растительное [2]. Масличность полученных семян на контроле, при обработке семян в дозе 300 г/т семян и на вариантах с обработками в дозах 300/75/75 и 300/100/100 равна и составила 25,6; 26,4; 25,7; 25,6%, соответственно. Выявлено, что при обработке семян и вегетирующих растений в минимальной (300/50/50) и максимальной (300/125/125) дозе масличность превысила контроль на 1,0-0,9%, соответственно.

Необходимо отметить, что применение в технологии возделывания сои препарата НаноКремний в дозах 300/75/75 и 300/100/100 количество содержания масла в семенах имеет минимальный показатель в опыте и уступает другим вариантам.

Определение содержания масла в семенах сои ещё не определяющий показатель, при учёте урожайности пересчитывали сбор масла с одного гектара и полученные данные показывают, что в проведённых исследованиях сбор масла варьирует от 555,5 до 655,4 кг/га, в среднем по опыту составил 625,5 кг/га. Анализ полученных данных показал, что применение в различных дозировках препарата НаноКремний по определению сбора масла с одного гектара прослеживается такая же тенденция по изменению данных, как и при определении сбора белка с одного гектара. Исключение составил вариант при внесении

препарата в дозировке 300/100/100, где сбор масла с одного гектара максимальный по опыту и составил 663 кг, достоверно превышающий контроль, обработку семян и вариант с дозировкой 300/50/50 на 107,5; 63,7; 24,6 кг, соответственно.

Заключение

В ходе исследований выявлено, что эффект от применения препарата НаноКремний наблюдался на одном из самых важных показателей – на урожайности и в среднем по опыту составил существенную прибавку - 2,8 ц/га или 12,9% , по сравнению к контролю.

Масса зерна с одного растения и количество бобов на одном растении, под действием различных доз препарата существенно превосходили контроль, в среднем на 1,0 г и 1,5 шт., соответственно. Такие важные показатели как сбор белка и масла с 1 га существенно выше от применения изучаемого препарата в среднем на 83,7 кг/га и 83,9 кг/га, соответственно. Наибольший сбор белка (+102,7 кг/га) и масла (+107,5 кг/га) отмечен на варианте с дозой 300/100/100 по сравнению с контролем.

Литература

1. Вапиров В.В., К вопросу о поведении кремния в природе и его биологической роли // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2017. – № 2 (163). – С. 95-102.
2. Зайцев Н.И., Бочкарёв Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры. – 2016. – № 2 (166). – С. 3-11.
3. Сидорик И.В., Дидоренко С.В., Зинченко А.В. Агроэкологическая оценка сои в условиях Костанайской области // Материалы Международной науч.-практ. конф. молодых ученых. – Горки, – 2017. – Ч.1. – С. 163-165
4. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение некоторых агроприемов возделывания новых сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 1 (25). – С. 36-40.
5. Кошчаев А.Г., Дмитренко С.Н., Жолобова И.С. Биохимия сельскохозяйственной продукции // Санкт-Петербург: Лань, – 2018. – ISBN 978-5-8114-2946-2.
6. Козлов А.В., Куликова А.Х., Яшин Е.А. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 23-24.
7. Сидорик И.В., Зинченко А.В. Значение сои в земледелии Казахстана // Масличные культуры. – 2018. – № 2 (174). – С. 75-78.
8. Белявская Л. Г., Белявский Ю. В., Диянова А. А Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 42-48.
9. Рябуха С.С., Чернышенко П.В., Святченко С.И., Тесля Т.А. Новые селекционные достижения по сое // Масличные культуры. – 2019. – № 2 (178). – С. 27-33.

References

1. Vapirov V. V. On the behavior of silicon in nature and its biological role. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta — Scientific notes of Petrozavodsk State University*. 2017. no.2 (163), pp. 95–102. (In Russian)
2. Zaitsev N. I., Bochkarev N. I., Zelentsov S. V. Prospects and directions of soybean breeding in Russia in the context of the implementation of the national import substitution strategy. *Maslichnye kul'tury — Oilseeds*, 2016, no. 2(166), pp. 3–11. (In Russian)
3. Sidorik I.V., Didorenko S. V., Zinchenko A. V. [Agroecological assessment of soybeans in the conditions of the Kostanay region]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh*. [Materials Intern. scientific and pract. conf. of young scientists]. Gorki, 2017, Part 1, pp. 163–165. (In Russian)
4. Akulov A. S., Vasil'chikov A. G. The study of some agricultural practices in the cultivation of new soybean varieties. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*. 2018. no.1 (25). pp. 36–40. (In Russian)
5. Koshchaev A. G., Dmitrenko S. N., Zholobova I. S. Biochemistry of agricultural products. St. Petersburg, *Lan'*, 2018, ISBN 978–5–8114–2946–2. (In Russian)
6. Kozlov A. V., Kulikova A. Kh., Yashin E. A. The role and importance of silicon and silicon-containing substances in agroecosystems. *Vestnik Mininskogo universiteta — Bulletin of the University of Minin*. 2015, no.2 (10), pp. 23–24. (In Russian)
7. Sidorik I. V., Zinchenko A. V. The importance of soy in agriculture in Kazakhstan . *Maslichnye kul'tury — Oilseeds*, 2018, no. 2 (174), pp. 75–78. (In Russian)
8. Belyavskaya L. G., Belyavskii Yu. V., Diyanova A. A. Assessment of environmental stability and plasticity of soybean varieties. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*. 2018. no.4 (28). pp. 42–48. (In Russian)
9. Ryabukha S. S., Chernyshenko P. V., Svyatchenko S. I., Teslya T. A. New breeding achievements in soy. *Maslichnye kul'tury — Oilseeds*, 2019, no. 2 (178), pp. 27–33. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ КОРНЕВИНА И РИЗОТОРФИНА НА ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ

О.Г. ВОЛОБУЕВА, кандидат биологических наук

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МОСКОВСКАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА

В условиях полевого опыта с растениями фасоли сортов Гелиада и Шоколадница изучено влияние обработки семян этих растений препаратами Корневин и Ризоторфин на содержание и соотношение фитогормонов в листьях, стеблях и корнях с клубеньками в фазу бутонизации-начала цветения (период наиболее активной азотфиксирующей активности у фасоли), на эффективность симбиоза. Установлена взаимосвязь между содержанием и соотношением фитогормонов и показателями ультраструктуры клубеньков и азотфиксирующей активности бобовых растений. Выявлено, что наиболее отзывчивым на действие Корневина оказался сорт Гелиада. Обработка семян растений этого сорта приводила к увеличению площади бактериоидов и снижению площади и числа включений поли-β-оксимасляной кислоты (ПОМ), на фоне увеличения ауксинов в листьях и стеблях, цитокининов в листьях и корнях с клубеньками, гиббереллинов в стеблях и корнях с клубеньками и снижения абсцизовой кислоты (АБК) в стеблях и корнях с клубеньками. Наиболее отзывчивым на действие Ризоторфина оказался сорт Шоколадница. Обработка семян этого сорта Ризоторфином приводила к повышению азотфиксирующей активности в клубеньках на фоне увеличения площади и количества бактериоидов, включений волютина, при минимальном количестве включений ПОМ, на фоне увеличения цитокининов во всех вегетативных органах растений.

Ключевые слова: фасоль, ризобии, биопрепарат Ризоторфин, регулятор роста Корневин, фитогормоны, азотфиксация, симбиоз.

INFLUENCE OF KORNEVIN AND RHIZOTORFIN ON THE HORMONAL STATUS AND EFFECTIVENESS OF THE BEAN SYMBIOTIC SYSTEM

O.G. Volobueva

THE RUSSIAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY - RSAU – K.A. TIMIRYAZEV MAA

Abstract: *In condition of field experiment with a bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Heliada and Shokoladnitsa was studied the effect of seed treatment with the biopreparation based on root nodule bacteria Rhizotorfin and growth regulator Kornevin on the content and ratio of phytohormones in leaves, stems and roots with nodules during the budding-beginning of flowering phase (the period of the most active nitrogen-fixing activity in beans) and the symbiosis efficiency. Interrelation between indicators and indicators of ultrastructure of tubers and nitrogen-fixing activity of leguminous plants are established. It was established that the most responsive to the treatment of Kornevin was the Heliada variety. The treatment of Heliada seeds led to an increase in the area of bacteroids and a decrease in the area and number of inclusions of poly-β-hydroxybutyric acid (PHB), against the background of an increase in auxins in leaves and stems, cytokinins in leaves and roots with nodules, gibberellins in stems and roots with nodules and lower ABA in stems and roots with nodules. The most responsive to the treatment of Rhizotorfin was the variety Shokoladnitsa. The treatment of Shokoladnitsa seeds with Rhizotorfin led to an increase in nitrogen-fixing activity in nodules against the background of an increase in the area and number of*

bacteroids, volutin inclusions, with a minimum number of PHB inclusions, against the background of an increase in cytokinins in all vegetative organs of plants.

Keywords: beans, biopreparation Rhizotorfin, growth regulator Kornevin, phytohormones, nitrogen-fixing activity, symbiosis.

В последние годы происходит поворот в сторону более глубокого изучения роли фитогормонов в сложных динамических системах «микроорганизм-симбионт – растение-хозяин» и выяснение природы и характера взаимодействия микро- и макроорганизма [1, 2]. Формирование бобово-ризобияльного симбиоза обусловлено специфическими механизмами сигнальных взаимодействий и взаимной метаболической интеграции геномов ризобий и бобового растения [3, 4]. Использование биопрепаратов и регуляторов роста может быть высокоэффективным только на основе изучения уровня естественных гормонов в растительном организме [5]. При воздействии на растения экзогенными препаратами в них изменяется содержание и соотношение эндогенных гормонов [6, 7]. В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал, в котором анализируется содержание фитогормонов в растениях [8, 9, 10]. Однако гормональный статус бобового растения при симбиозе с клубеньковыми бактериями изучен недостаточно. В связи с чем, при симбиотических отношениях макро- и микросимбионта изучали влияние биопрепарата Ризоторфина и регулятора роста Корневина на содержание и соотношение эндогенных фитогормонов в листьях, стеблях и корнях с клубеньками растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница в фазу бутонизации-начала цветения (период наиболее активной азотфиксирующей активности у фасоли) и эффективность симбиотической системы.

Цель работы – изучение влияния предпосевной обработки семян фасоли сортов Гелиада и Шоколадница препаратами Корневин и Ризоторфин на содержание, соотношение фитогормонов в листьях, стеблях и корнях с клубеньками и эффективность симбиотической системы.

Материалы и методика исследований

Исследования проведены (2008-2009 гг.) в условиях полевого опыта ФГБНУ ФНЦ зернобобовых и крупяных культур (Орловская область). Условия проведения опыта изложены ранее [11]. Объектами исследования были растения фасоли сортов Гелиада и Шоколадница. Семена растений замачивали в течение 3 ч в растворе Корневина в концентрации 10^{-6} М, затем подсушивали, перед посевом обрабатывали Ризоторфином. Варианты опыта: 1 – контроль, без обработки; 2 – обработка семян Ризоторфином; 3 – обработка семян Корневином на фоне инокуляции Ризоторфином. Повторность 4-кратная, расположение вариантов рендомизированное, площадь делянки 4-4,4 м². Ризоторфин (*Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, штамм 700) получен во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург, Пушкин). Регулятор роста Корневин – синтетический аналог ауксинов. Действующее вещество 4 (индолил-3) масляная кислота (ИМК) – в растении постепенно превращается в фитогормон гетероауксин. Содержание фитогормонов (индолилуксусная кислота (ИУК), цитокининов (ЦК) – по зеатину, абсцизовой кислоты (АБК) в листьях, стеблях и корнях с клубеньками определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по методике, разработанной в лаборатории регуляторов роста и развития сельскохозяйственных растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (И.В. Скоробогатова и др., 1999). Биологическую активность ГК (гибберелловая кислота) определяли по росту гипокотилей салата сорта Берлинский, содержание – по калибровочной кривой, для построения которой использовали гибберелловую кислоту (Россия). Условия хроматографирования для определения фитогормонов были изложены ранее [12]. Содержание фитогормонов определяли в фазу бутонизации-начала цветения – период высокой азотфиксирующей активности у фасоли в Центре молекулярной биотехнологии РГАУ МСХ имени К.А. Тимирязева в 2012 году. Одновременно в эту фазу определяли: массу корней с клубеньками, массу и количество клубеньков и в них активность нитрогеназы по методике В.П. Орлова с соавторами (1984). Для электронно-микроскопических исследований

фиксацию клубеньков в глютаральдегиде проводили по методу Sabatini. Исследования проводили в Институте физиологии растений РАН в 2013 году. Срезы получали на ультрамикротоме «LKB-3» (LKB, Швеция), контрастировали 1%-ным цитратом свинца. Их просматривали под электронным микроскопом «TEMSCAN 100CX2» (JEOL, Япония). Морфометрические исследования электронно-микроскопических фотографий проводили на приборе «MOP-VIDEOPLAN» фирмы Reichert (Австрия), статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Statistica for Microsoft Windows.

Результаты исследований и их обсуждение

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что регулятор роста Корневин повышал содержание ауксинов в листьях (в 2,2 раза) и стеблях растений фасоли сорта Гелиада и снижал в корнях с клубеньками (в 2,5 раза). При анализе ответной реакции на экзогенную обработку регуляторами роста и биопрепаратами необходимо учитывать, что согласно закону действующих масс, внесение конечного продукта реакции тормозит его образование. Возможно, с этим связано уменьшение эндогенной ИУК в корнях с клубеньками при экзогенной обработке Корневином. У растений фасоли сорта Шоколадница содержание ИУК в листьях и корнях с клубеньками при обработке Корневином было на уровне с контролем. Содержание зеатина под влиянием Корневина на фоне инокуляции Ризоторфином повышалось в листьях (в 4,5 раза) и в корнях с клубеньками (в 7,5 раза) растений фасоли сорта Гелиада. Корневин на фоне инокуляции Ризоторфином повышал содержание гиббереллинов в стеблях (в 1,1 раз) растений фасоли сорта Гелиада и в стеблях и корнях с клубеньками растений фасоли сорта Шоколадница (в 6,3 и 6,1 раз соответственно). Под влиянием Корневина на фоне инокуляции Ризоторфином, содержание АБК повышалось в листьях (в 2,1 раз) и снижалось в стеблях и корнях с клубеньками растений фасоли сорта Гелиада. У растений фасоли сорта Шоколадница Корневин повысил содержание АБК в листьях (в 1,3 раза), не изменив в стеблях, но снизил в корнях с клубеньками (в 2,9 раза).

Таблица 1

Содержание фитогормонов (нг/на 1 г сырой массы) в растениях фасоли. 2012 г.

Вариант	Органы растения	Фитогормоны			
		ИУК	Зеатин	ГК	АБК
Сорт Гелиада, Контроль	листья	5,3±0,04	271,5±0,3	6,9±0,02	10,3±0,01
	стебли	2,7±0,1	449,5±0,5	13,2±0,04	4,2±0,01
	корни	13,3±0,2	217±0,4	22,1±0,03	20,6±0,02
Сорт Гелиада+ Ризоторфин	листья	5,6±0,03	268,2±0,3	7,0±0,05	11,2±0,03
	стебли	2,9±0,04	448,4±0,4	14,0±0,01	5,8±0,01
	корни	14,2±0,1	219±0,2	24,5±0,03	22,4±0,05
Сорт Гелиада+ Корневин	листья	11,7±0,2	223,2±0,5	2,1±0,01	22±0,04
	стебли	5,3±0,05	387,5±0,3	15,1±0,02	3,2±0,01
	корни	5,3±0,04	108,5±0,4	2,5±0,01	8,6±0,03
Сорт Шоколадница, Контроль	листья	5,7±0,03	116,3±0,2	4,7±0,01	10,3±0,05
	стебли	2,5±0,06	275±0,5	5,5±0,03	6,9±0,01
	корни	13,2±0,2	31±0,05	4,7±0,01	10,3±0,04
Сорт Шоколадница+ Ризотофин	листья	5,6±0,005	118,4±0,2	5,1±0,02	11,2±0,05
	стебли	2,6±0,003	278±0,5	6,8±0,03	7,2±0,02
	корни	14,4±0,2	42±0,3	5,3±0,02	12,3±0,05
Сорт Шоколадница+ Корневин	листья	5,3±0,06	527±0,4	2,8±0,01	13,8±0,05
	стебли	3,8±0,04	274±0,2	30,4±0,03	6,9±0,03
	корни	13,2±0,3	232,5±0,5	28,8±0,02	6,9±0,02

Об эффективности симбиотической системы растений фасоли судили по показателям массы и количеству клубеньков, активности в них фермента нитрогеназы, ультраструктуры клубеньков. Анализ ультраструктуры клубеньков растений фасоли сортов Гелиада и

Шоколадница показал, что самая большая площадь бактериоидов была у растений сорта Гелиада при обработке Корневином на фоне инокуляции Ризоторфином (табл. 2). Однако, количество бактериоидов у растений этого сорта выше в варианте с обработкой Ризоторфином. У растений фасоли сорта Шоколадница наибольшая площадь и количество бактериоидов отмечено в варианте с обработкой только биопрепаратом Ризоторфин. Анализируя ультраструктуру клубеньков, в ней было отмечено наличие таких структур, как включения волютина и гранулы поли- β -оксимасляной кислоты (ПОМ). Гранулы волютина при исследовании в электронном микроскопе выглядят как электроннопрозрачные, четко контурированные образования сферической или эллипсоидной формы, размером 300-700 Å, располагающиеся терминально на одном или обоих полюсах клетки, могут находиться в зонах аккумуляции полисахаридов, и, если центрально или субтерминально – соответствовать ядерному расположению в предделении или делении клеток. Волютин рассматривается как запасное вещество, подобное крахмалу, гликогену, жиру, как резерв неорганических фосфатов. Основную часть волютиновых гранул составляют полифосфаты. Волютин служит запасным резервуаром фосфата, важного предшественника в синтезе АТФ и ДНК. ПОМ – запасное вещество, эндогенный накопитель энергии и углерода для прокариот. Обычно наличие этого эндогенного резерва определяет большую пластичность метаболизма ризобий в чистых культурах. Содержание ПОМ обычно в бактериоидах незначительно именно тогда, когда клетки наиболее активно дышат и фиксируют азот, а значит потребность их в энергии и восстановленных эквивалентах особенно велика у аэробных бактерий, к которым относятся клубеньковые бактерии. В наших исследованиях у растений фасоли обоих сортов наибольшая площадь включений ПОМ и их количество отмечено в контроле. Наличие большого количества ПОМ свидетельствует о не высокой азотфиксации.

Таблица 2

**Изменение ультраструктуры клубеньков растений фасоли сортов
Гелиада и Шоколадница. 2013 г.**

Вариант\Структура	Бактериоиды	ПОМ	Волютин
Гелиада, контроль	0,072±0,002 10,3±1,34	0,056±0,001 3,44±0,15	0,012±0,0003 5,46±0,34
Гелиада+Ризоторфин	0,091±0,003 23,56±2,28	0,033±0,002 1,62±0,08	0,014±0,0002 9,51±0,37
Гелиада+Корневин	0,58±0,027 11,4±1,49	0,021±0,001 2,48±0,14	0,012±0,0003 7,40±0,49
Шоколадница, контроль	0,32±0,026 12,8±1,94	0,067±0,002 2,3±0,07	0,012±0,0006 4,05±0,27
Шоколадница+Ризоторфин	0,56±0,028 24,70±1,93	0,023±0,001 1,09±0,06	0,33±0,0007 9,08±0,37
Шоколадница+Корневин	0,46±0,021 15,85±1,97	0,057±0,002 1,72±0,12	0,016±0,0005 6,10±0,22

Примечание: верхняя строка – площадь, $\mu\text{км}^2$, нижняя строка – количество, шт

Анализ эффективности симбиотической системы растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница показал, что наивысшие показатели массы и количества клубеньков и активности в них нитрогеназы отмечены у растений сорта Гелиада при обработке Корневином на фоне инокуляции Ризоторфином (табл. 3). У сорта Шоколадница проявилось протекторное действие Ризоторфина. Наивысшие показатели массы клубеньков, нитрогеназной активности отмечены при обработке семян только Ризоторфином. При обработке им повышалась азотфиксирующая активность в клубеньках на фоне увеличения площади и количества бактериоидов, включений волютина, минимального количества включений ПОМ, а также увеличения зеатина во всех вегетативных органах растений.

Таблица 3

Влияние Корневина и Ризоторфина на азотфиксирующую активность растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница

Вариант	Сорт	Число клубеньков на растение, шт.	Масса клубеньков на растение, мг	Активность нитрогеназы мкг/N ₂ раст.час
Контроль	Гелиада	6 ± 0,1	132 ± 0,4	3,56 ± 0,3
	Шоколадница	21 ± 0,4	126 ± 0,2	4,21 ± 0,4
Ризоторфин	Гелиада	18 ± 0,1	186 ± 0,7	5,62 ± 0,7
	Шоколадница	26 ± 0,9	148 ± 0,1	19 ± 0,2
Корневин	Гелиада	24 ± 0,7	204 ± 0,3	7,04 ± 0,2
	Шоколадница	24 ± 0,9	168 ± 1,0	17,18 ± 0,2

Таким образом, в результате исследований установлена взаимосвязь между содержанием и соотношением фитогормонов, показателями ультраструктуры клубеньков и азотфиксирующей активности растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница.

Выводы

1. Выявлена специфика действия регулятора роста Корневина и биопрепарата Ризоторфина на содержание гормонов в органах растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница. У сорта Гелиада обработка Корневином повышала в листьях содержание ауксинов, цитокининов, но снижала содержание гиббереллинов, в корнях с клубеньками – увеличивала содержание цитокининов. У сорта Шоколадница Корневин повышал содержание гиббереллинов в стеблях и снижал содержание АБК и цитокининов в корнях с клубеньками. Установлена взаимосвязь между содержанием и соотношением фитогормонов и показателями ультраструктуры клубеньков и азотфиксирующей активности бобовых растений.

2. Выявлены особенности действия Корневина и Ризоторфина на ультраструктуру клубеньков растений фасоли. У фасоли сорта Гелиада Корневин повышал площадь бактериоидов и снижал площадь включений ПОМ, у сорта Шоколадница – снижал площадь и количество бактериоидов, включений волютина, повышал площадь и количество включений ПОМ.

3. Наивысшие показатели массы и количества клубеньков и активности в них нитрогеназы отмечены у растений сорта Гелиада при обработке Корневином на фоне инокуляции Ризоторфином. У сорта Шоколадница проявилось протекторное действие Ризоторфина. Наивысшие показатели массы клубеньков, нитрогеназной активности отмечены при обработке семян только Ризоторфином. При обработке им повышалась азотфиксирующая активность в клубеньках на фоне увеличения площади и количества бактериоидов, включений волютина, при минимальном количестве включений ПОМ, а также на фоне увеличения зеатина во всех вегетативных органах растений.

4. Показано, что содержание в клетках ризобий включений волютина и гранул ПОМ может быть дополнительной характеристикой активности симбиотической системы. Это свойство может использоваться в практике растениеводства и селекционной работе при создании сортов бобовых растений по признаку азотфиксирующей активности.

5. Проявились сортовые особенности растений фасоли на действие Корневина и Ризоторфина. Наибольшей отзывчивостью на действие Корневина отмечен сорт фасоли Гелиада, а на действие Ризоторфина – Шоколадница.

Литература

1. Цыганова А.В., Цыганов В.Е. Негативная гормональная регуляция развития симбиотических клубеньков. Сообщение 1. Этилен (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т.50, – № 3. – С. 267-277.
2. Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г. Влияние препаратов клубеньковых бактерий и комплексного микробного удобрения (КМУ) на симбиотическую азотфиксацию и урожайность гороха //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – №1. – С.23-27.

3. Проворов Н.А., Андронов Е.Е. Эволюция клубеньковых бактерий: реконструкция процессов видообразования, обусловленная перестройками генома в системе симбиоза // Микробиология. – 2016. – Т. 85. – № 3. – С. 115-125.
4. Онищук О.П., Воробьев Н.И., Проворов Н.А. Нодуляционная способность клубеньковых бактерий: генетический контроль и адаптивное значение: (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т. 53. – № 2. – С. 127-135.
5. Архипова Т.Н., Высоцкая Л.Б., Мартыненко Е.В., Иванов И.И., Кудоярова Г.Р. Участие цитокининов в реакции растений на присутствие конкурентов // Физиология растений. – 2015. – Т. 62. – № 4. – С. 560-570.
6. Гарипова С.Р., Маркова О.В., Самигуллин С.Н. Продуктивность и клубенькообразующая способность у сортов фасоли обыкновенной в условиях Предуралья // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 1. – С. 55-62.
7. Долгих Е.А., Кириенко А.Н., Лепянен И.В., Долгих А.В. Роль фитогормонов в контроле развития симбиотических клубеньков у бобовых растений // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – № 5. – С. 585-592.
8. Коробова А.В., Высоцкая Л.Б., Васинская А.Н., Кулуев Б.Р., Веселов С.Ю., Кудоярова Г.Р. Связь накопления биомассы корней с содержанием и метаболизмом цитокининов у нечувствительных к этилену растений // Физиология растений. – 2016. – Т. 63, №5. – С.636-643.
9. Котов А.А., Котова Л.М. Роль акропетального водного транспорта в регуляции уровня цитокининов в стеблях проростков гороха // Физиология растений. – 2015. – Т. 62, – № 3. – С. 420-431.
10. Лукаткин А.С., Семенова А.А., Лукаткин А.А. Влияние регуляторов роста на проявление токсического действия гербицидов на растения // Агрохимия. – 2016. – № 1. – С. 73-95.
11. Волобуева О.Г., Мирошникова М.П., Наумкина Т.С. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на эффективность бобово-ризобияльного симбиоза фасоли // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 3. – С. 56-62.
12. Волобуева О.Г. Эффективность инокуляции семян фасоли при обработке препаратом Эпин-экстра // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 4. – С. 42-47.

References

1. Tsyganova A.V., Tsyganov V.E. Negativnaya gormonal'naya regulatsiya razvitiya simbioticheskikh kluben'kov. Soobshchenie 1. Etilen (obzor). [Negative hormonal regulation of the development of symbiotic nodules. Report 1. Ethylene (review)]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2015, vol.50, no.3, pp. 267-277. (In Russian)
2. Gur'ev G.P., Vasil'chikov A.G. Vliyanie preparatov kluben'kovykh bakterii i kompleksnogo mikrobnogo udobreniya (KMU) na simbioticheskuyu azotfiksatsiyu i urozhainost' gorokha [The effect of nodule bacteria and complex microbial fertilizer (CMF) preparations on symbiotic nitrogen fixation and pea yield]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2017, no.1, pp. 23-27. (In Russian)
3. Provorov N.A., Andronov E.E. Evolyutsiya kluben'kovykh bakterii: rekonstruktsiya protsessov vidoobrazovaniya, obuslovlennaya perestroikami genoma v sisteme simbioza [The evolution of nodule bacteria: reconstruction of speciation processes due to genome rearrangements in the symbiosis system]. *Mikrobiologiya*, 2016, vol. 85, no.3, pp.115-125. (In Russian)
4. Onishchuk O.P., Vorob'ev N.I., Provorov N.A. Nodulyatsionnaya sposobnost' kluben'kovykh bakterii: geneticheskii kontrol' i adaptivnoe znachenie: (obzor) [Nodulation ability of nodule bacteria: genetic control and adaptive value: (review)]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2017, vol. 53, no.2, pp. 127-135. (In Russian)
5. Arkhipova T.N., Vysotskaya L.B., Martynenko E.V., Ivanov I.I., Kudoyarova G.R. Uchastie tsitokininov v reaktsii rastenii na prisutstvie konkurentov [The participation of cytokinins in the response of plants to the presence of competitors]. *Fiziologiya rastenii*, 2015, vol. 62, no.4, pp. 560-570. (In Russian)
6. Garipova S.R., Markova O.V., Samigullin S.N. Produktivnost' i kluben'koobrazuyushchaya sposobnost' u sortov fasoli obyknovЕННОЙ v usloviyakh Predural'ya [Productivity and nodule-forming ability in common bean varieties in the Urals]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*, 2015, vol. 50. - no. 1, pp. 55-62. (In Russian)
7. Dolgikh E.A., Kirienko A.N., Lepyanen I.V., Dolgikh A.V. Rol' fitogormonov v kontrole razvitiya simbioticheskikh kluben'kov u bobovykh rastenii [The role of phytohormones in controlling the development of symbiotic nodules in legumes]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*, 2016, no.5, pp. 585-592. (In Russian)
8. Korobova A.V., Vysotskaya L.B., Vasinskaya A.N., Kuluev B.R., Veselov S.Yu., Kudoyarova G.R. Svyaz' nakopleniya biomassy kornei s sodержaniem i metabolizmom tsitokininov u nechuvstvitel'nykh k etilenu rastenii [The relationship of the accumulation of root biomass with the content and metabolism of cytokinins and ethylene-insensitive plants]. *Fiziologiya rastenii*, 2016, vol. 63, no. 5, pp.636-643. (In Russian)
9. Kotov A.A., Kotova L.M. Rol' akropetal'nogo vodnogo transporta v regulatsii urovnya tsitokininov v steblyakh prorostkov gorokha [The role of acropetal water transport in the regulation of the level of cytokinins in the stems of pea seedlings]. *Fiziologiya rastenii*, 2015, vol.62, no.3, pp.420-431. (In Russian)
10. Lukatkin A.S., Semenova A.A., Lukatkin A.A. Vliyanie regulyatorov rosta na proyavlenie toksicheskogo deystviya gerbitsidov na rasteniya [The influence of growth regulators on the manifestation of toxic effects of herbicides on plants]. *Agrokhimiya*, 2016, no.1, pp.73-95. (In Russian)
11. Volobueva O.G., Miroshnikova M.P., Naumkina T.S. Vliyanie biopreparatov i regulyatorov rosta na effektivnost' bobovo-rizobial'nogo simbioza fasoli [The influence of biological products and growth regulators on the effectiveness of bean-rhizobial symbiosis of beans]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2016, no.3, pp. 56 -62. (In Russian)
12. Volobueva O.G. Effektivnost' inokulyatsii semyan fasoli pri obrabotke preparatom Epin-ekstra [The effectiveness of inoculation of bean seeds during treatment with Epin-extra]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2015, no.4, pp. 42-47. (In Russian)

ПОТЕНЦИАЛ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЮПИНА БЕЛОГО И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Г.Л. ЯГОВЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук
М.В. ЗАХАРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
М.И. ЛУКАШЕВИЧ, доктор сельскохозяйственных наук

ВНИИ ЛЮПИНА – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
E-mail: lupin.albus@mail.ru

Отражены основные результаты пятилетнего изучения зерновой продуктивности люпина белого в условиях Брянской области на примере современных сортов и перспективных сортообразцов собственной селекции. Установлен уровень потенциальной и фактически реализованной продуктивности, их вариабельность. Растение люпина белого формирует от 17 до 46 цветков на главном и боковых побегах, и, при благоприятных условиях уровень завязываемости бобов и их сохранности возрастает. Выяснено влияние сорта и метеорологических условий вегетационного периода на величину показателя зерновой продуктивности. Установлены динамика абортивности репродуктивных органов в процессе развития и созревания, а также коэффициент семенной продуктивности. Выявлены образцы с наибольшим потенциалом продуктивности и высокой способностью его реализации для дальнейшей селекции.

Ключевые слова: люпин белый, сорт, сортообразец, зерновая продуктивность, потенциальная продуктивность, завязываемость бобов, сохранность бобов, коэффициент семенной продуктивности.

POTENTIAL WHITE LUPIN GRAIN PRODUCTIVITY AND ITS REALIZATION UNDER CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

G.L. Yagovenko, M.V. Zakharova, M.I. Lukashevitch

ALL-RUSSIAN LUPIN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE – BRANCH OF THE FSBSI
«FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND
AGROECOLOGY»

E-mail: lupin.albus@mail.ru

Abstract: The article presents the main results of five-year testing of white lupin grain productivity for self-bred modern varieties and perspective breeding lines under conditions of Bryansk region. The level of potential and actually implemented productivity and its variability are revealed. A white lupin plant develops 17-46 flowers on the main stem and on the lateral branches. Pods' setting rate and their preservation ability increase under favorable conditions. An effect of a variety and climatic conditions of the vegetation season on the grain productivity level is shown. The dynamics of abortion of reproductive organs during development and ripening as well as seed productivity coefficient have been found out. Breeding lines with the highest productivity potential and high ability for its realization have been selected for further breeding aims.

Keywords: white lupin, variety, breeding line, grain productivity, potential productivity, pods' setting rate, pods' preservation ability, seed productivity coefficient.

В настоящее время белый люпин – это ценная высокобелковая кормовая культура. Исследования, проведенные во ВНИИ люпина, показали целесообразность применения зерна люпина и продуктов его переработки (гранулят, экструдат, энергосахаропротеиновый концентрат) в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы [1, 2]. Благодаря

способности аккумулировать атмосферный азот люпин в структуре севооборота играет важную роль в биологизации и экологизации земледелия [3]. Современная селекция люпина белого направлена на повышение урожайности зерна и улучшение его качественного состава. Сорта Мичуринский, Алый парус, Пилигрим, созданные за последние годы во ВНИИ люпина, отвечают требованиям сельхозтоваропроизводителей, характеризуются урожайностью зерна 4,5...5,0 т/га и сбором белка с зерном – 1,6...1,8 т/га [4].

Продуктивность является одной из основных характеристик культурных растений, от уровня которой во многом зависит востребованность сортимента. Семенная продуктивность – сложный интегрированный признак, в формирование которого определенный вклад вносят отдельные элементы структуры продуктивности - количество цветков на растении, бобов и семян в них, а также масса 1000 семян [5]. Репродукционным органом люпина белого является многоцветковая верхушечная кисть с очередным расположением цветков, цветение которых происходит по восходящему направлению сначала на центральном, затем на боковых побегах, и длится 10-20 дней. Завязывание бобов также идет по направлению снизу вверх, в то время как на верхушке соцветия ещё продолжается цветение, большая часть цветков впоследствии опадает.

Цель исследования - оценка факторов, влияющих на процесс формирования продуктивности зерна люпина белого, установление уровня потенциальной продуктивности и выявление образцов с наиболее высоким уровнем реализации биологического потенциала.

Материал и методы исследований

Исследования проводились на опытных полях ВНИИ люпина (Брянская область) в период 2015-2019 гг. Почва опытных участков серая лесная, легкосуглинистая, реакция почвенного раствора pH 5,0-5,6. В годы исследований складывались контрастные метеоусловия вегетационных периодов, что позволило провести оценку образцов в благополучных и стрессовых для роста и развития люпина белого условиях.

Объектом исследований служили включенные в Госреестр селекционных достижений РФ сорта и перспективные образцы собственной селекции – Мичуринский, Пилигрим, Алый парус, сн 1022-09, сн 1397-10. Сорта Мичуринский, Пилигрим и образец сн 1397-10 – синецветковые, средняя высота растений 55-65 см, скороспелые, вегетационный период 110 дней. Образец сн 1022-09 – белоцветковый, высота растений 45-55 см, вегетационный период 105-110 дней. Сорт Алый парус розовоцветковый, высокорослый (высота растений 85-95 см), позднеспелый, вегетационный период 120-125 дней.

Для расчета средних показателей использовали выборку из 10 растений, каждое было этикетировано и учитывалось индивидуально на протяжении вегетации. В учет вошли следующие показатели: количество цветков, завязавшихся и созревших бобов, количество семягнезд и завязавшихся семян отдельно на главном и боковых побегах, масса семян с растения.

Результаты исследований

Контрастность метеорологических условий в годы исследований представлена значениями гидротермического коэффициента, рассчитанного декадно за вегетационный период люпина белого (рис. 1).

В 2018 г. I и III декады мая и последующая I декада июня оказались крайне засушливыми, количество атмосферных осадков составило 1,6-2,8 мм, что на 90-95% ниже нормы (ГТК меньше 0,4). При этом температурный режим всего вегетационного периода незначительно превышал среднемноголетние значения. В целом вегетационный период 2018 г. можно охарактеризовать как слабозасушливый, начиная со II декады июня и в июле сложились удовлетворительные условия естественного увлажнения (ГТК = 1,29...2,32).

Вегетационный период 2019 г. проходил также в удовлетворительных условиях естественного увлажнения (ГТК = 1,22) с неравномерным распределением атмосферных осадков по декадам (ГТК = 0,12...3,06). На протяжении мая наблюдался повышенный температурный режим и обилие атмосферных осадков (ГТК=1,4...2). У большинства образцов период завязывания бобов приходится на вторую - начало третьей декады июня,

которая характеризовалась отсутствием осадков (1% от нормы) и превышением температуры воздуха над среднегодовыми показателями на $5,5^{\circ}\text{C}$ (ГТК= 0,12...1,50).

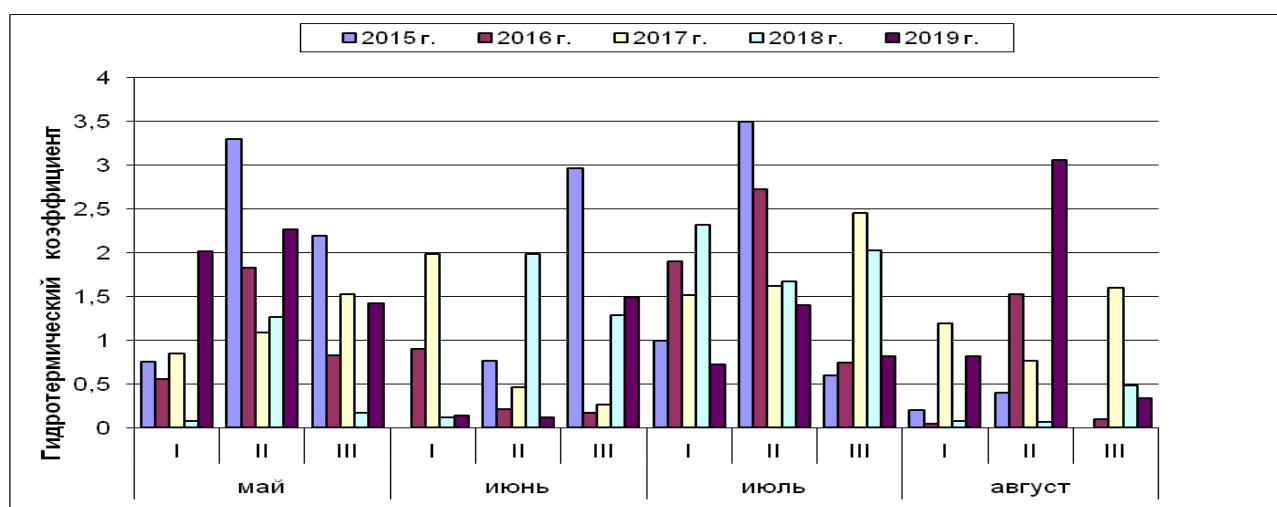


Рис. 1. Гидротермический коэффициент вегетационных периодов 2015-2019 гг.

В таблице 1 представлена характеристика образцов по средним показателям, полученным за годы исследований. Сорт Мичуринский сформировал в среднем 28,3 цветка на растении (на главном и боковых побегах), наименьшее значение показателя 21,9, максимальное – 38,1. Сорт Пилигрим, сн 1022-09 и сн 1397-10 по данному показателю оказались на уровне 31,2-32,6 цветка на растении. Максимальные значения получены у сорта Пилигрим и сн 1397-10 – 46 цветков. В опыте выявлены существенные различия между образцами по количеству цветков на растении ($\text{HCP}_{0,05}=6,2$). Наименьшее количество цветков сформировал сорт Алый парус – 25,4 шт. ($\text{min}=17,4$, $\text{max}=38,7$). Выявлена значительная вариация числа цветков на растении по всем образцам, кроме сн 1022-09.

Таблица 1

Характеристика образцов люпина белого по элементам продуктивности, 2015-2019 гг.

Образец	Показатель	Количество цветков, шт.	Количество завязавшихся бобов, шт.	Количество созревших бобов, шт.
Мичуринский	Среднее	28,3	12,7	6,2
	min-max	21,9-38,1	8,7-18	4,6-8,7
	V, %	21	27	28
Пилигрим	Среднее	32,5*	15,9*	7,7
	min-max	20,5-46,4	9,6-24,2	4,1-12,4
	V, %	34	46	41
Алый парус	Среднее	25,4	9,4	5,5
	min-max	17,4-38,7	6,4-13,2	3,4-8,5
	V, %	31	29	37
сн 1022-09	Среднее	32,6*	13,1*	7,6
	min-max	26,3-38,4	8,3-18,5	4,4-9,6
	V, %	16	37	27
сн 1397-10	Среднее	31,2	13,4*	7,7
	min-max	22,5-46,3	7,6-24,7	4,3-15,7
	V, %	30	49	59
Среднее по опыту		30,0	12,9	6,9
$\text{HCP}_{0,05}$		6,2*	3,6	2,3

По количеству завязавшихся бобов лучшими значениями характеризуются также сорт Пилигрим, сн 1397-10, сн 1022-09 – 15,9, 13,4 и 13,1 завязь на растении соответственно. Они достоверно превысили сорт Алый парус по данному показателю ($НСР_{0,05}=3,6$). Сорт Мичуринский незначительно уступил по количеству завязи – 12,7 штук, значения по сорту Алый парус оказались минимальными – 9,4. Наблюдалась значительная вариабельность показателя по всем образцам.

В процессе развития бобов происходит их абортация, преимущественно в верхней части кисти. Уже к уборке на растениях оставалось в среднем 5,5-7,7 бобов, из которых складывалась семенная продуктивность. Максимальные показатели 12,4 и 15,7 бобов проявились у сорта Пилигрим и образца сн 1397-10. Отмечена высокая вариация данного показателя – от 27 до 59% и отсутствие значимых различий среди вариантов ($НСР_{0,05}=2,3$).

На рисунке 2 визуальны представлены данные по образцам за 5 лет исследований. По всем образцам наблюдается тенденция стремительного снижения количественных показателей в процессе развития репродуктивных органов растений. Так, верхняя диаграмма, отражающая количество цветков на растении находится в пределах 17-46 штук, наивысшие значения по всем образцам отмечены в 2017 г.

Завязываемость бобов в пределах от 6,5 до 24,7 штук на растении, а сохранившихся к уборке 3,4-15,7 штук. Наибольшее количество завязавшихся и сохранившихся бобов наблюдалось в 2017 г. по всем образцам, в 2015 и 2017 гг. для образца сн 1022-09.

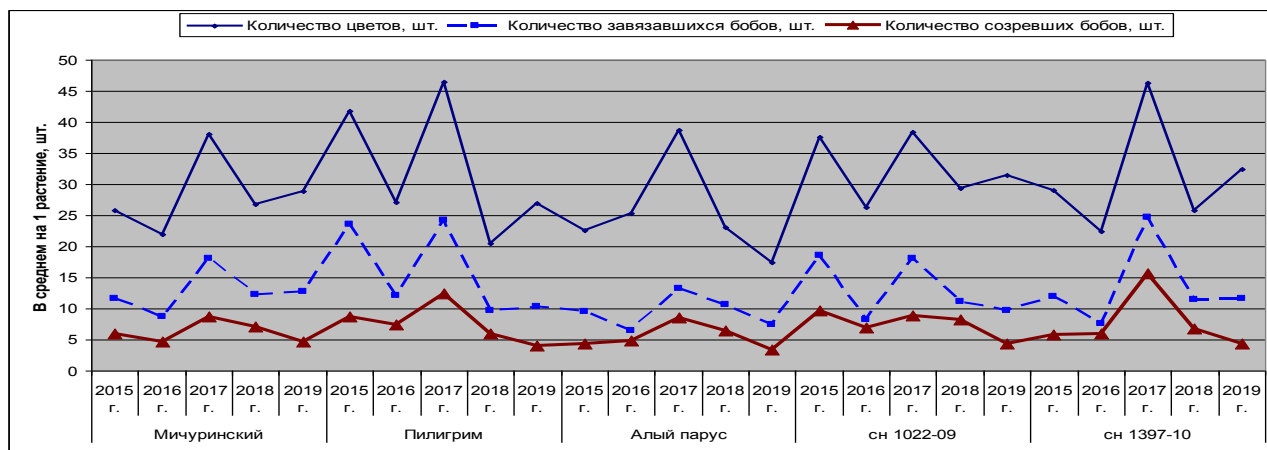


Рис. Количественные показатели продуктивности исследуемых образцов за период 2015-2019 гг.

В результате проведенного двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что основное влияние на величину показателей: количество цветков, завязи и сохранившихся бобов на растении оказывают условия среды (в том числе метеорологические условия вегетационного периода), на долю которых приходится 35-39% (табл. 2). Доля влияния генотипов лишь 6-11% и взаимодействия «генотип-среда» 13-16%. Влияние случайных, неизученных факторов составило 35-45%.

Таблица 2

Влияние различных факторов на количественные показатели продуктивности люпина белого, %

Источник вариации	Количество цветков на растении	Количество завязи на растении	Количество созревших бобов на растении
Фактор А - генотип	7	11	6
Фактор Б - среда	38	39	35
Взаимодействие генотип-среда	13	16	14
Случайное	42	35	45

В таблице 3 представлены расчетные показатели – завязываемость бобов, их сохранность к уборке и процент созревших бобов от общего количества цветков на растении. Лучшие показатели образования завязи отмечены по сортам Мичуринский и Пилигрим (44-48%). Не смотря на то, что образец сн 1022-09 превзошел другие образцы по количеству сформированных цветков на растении, их завязываемость составила только 39%. В процессе развития растений часть завязавшихся бобов в верхней части кисти не развивается и происходит их осыпание. Сохранность завязи к уборке за период исследований составила 49-61%, выделились сорт Алый парус, образцы сн 1022-09 и сн 1397-10 (58%, 61% и 57% соответственно). В итоге от общего количества цветков на растении лишь 21-24% формируют полноценные бобы, из которых складывается зерновая продуктивность люпина белого.

Таблица 3

Завязываемость и сохранность бобов на растениях люпина белого, среднее за 2015-2019 гг.

Образец	Завязываемость бобов, %	Сохранность бобов к уборке, %	% созревших бобов от количества цветков
Мичуринский	44	49	22
Пилигрим	48	50	24
Алый парус	38	58	21
сн 1022-09	39	61	23
сн 1397-10	42	57	24

Различают реальную и потенциальную семенную продуктивность (ПСП и РСП). Потенциальная – это число образовавшихся семязачатков, она позволяет охарактеризовать репродуктивные возможности вида и сорта, зависит от количества побегов, цветков в соцветии, семязачатков в цветке [6]. Реальная семенная продуктивность или количество полученных жизнеспособных семян с растения определяет развитие, распространение и масштабы хозяйственного использования любой культуры.

Наши исследования показывают, какую часть потенциальной продуктивности реализуют сорта и сортообразцы люпина белого в условиях Брянской области. Отмечены сортовые различия по числу семягнезд и завязавшихся из них семян (табл. 4).

Таблица 4

Зерновая продуктивность образцов люпина белого (в среднем на 1 растение), среднее за 2015-2019 гг.

Образец	Количество семягнезд, шт.		Коэффициент семенной продуктивности, %		Доля в общей продуктивности, %		Масса семян, г
	гл.	бок.	гл.	бок.	гл.	бок.	
Мичуринский	19,4	5,8	93	50	84	16	5,4
Пилигрим	22,0	9,8	93	59	78	22	6,6
Алый парус	21,5	2,7	92	30	94	6	6,4
сн 1022-09	19,7	8,2	90	48	80	20	6,4
сн 1397-10	22,3	9,8	95	45	81	19	7,7

Высокие показатели количества образованных семягнезд в пересчете на 1 растение показали сорт Пилигрим и сн 1397-10 – 22 и 9,8 шт. соответственно на главном и боковых побегах. По коэффициенту семенной продуктивности большая часть образцов формирует 90-95% семян на главном побеге и 45-59% на боковых. Позднеспелый сорт Алый парус характеризуется более низким уровнем формирования семян в бобах боковых побегов – 30%. Вклад в зерновую продуктивность растения семян с главного побега составил 78-94%, с

боковых – 6-22%. По образцам в среднем за годы исследований получено 5,4-7,7 г семян с растения, максимальные значения у образца сн 1397-10.

Заключение

Таким образом, на формирование продуктивности люпина белого оказывают влияние, как сортовые различия, так и метеорологические условия вегетационного периода. Наибольшее количество цветков на растении формируют сорт Пилигрим и образец сн 1022-09 (32 шт.) Способность к завязыванию бобов по исследуемым образцам колеблется от 39 до 48%. Сохранность их к уборке составляет 49-61%, из образовавшихся семязачатков формируется 90-95% семян на главном побеге и 30-59% на боковых. По результатам исследований выделились сорт Пилигрим и сортообразцы сн 1022-09, сн 1397-10, которые обладают более высоким потенциалом продуктивности и уровнем его реализации. Они могут использоваться в качестве родительских форм или доноров при создании нового исходного материала для дальнейшей селекции люпина белого на стабильно высокую продуктивность.

Литература

1. Артюхов А.И., Сорокин А.Е. Люпин в кормлении птицы // Птицеводство. – 2016. – № 11. – С. 2-6.
2. Артюхов А.И., Сорокин А.Е., Афонина Е.В. Люпин в кормлении с.-х. животных и птицы // Комбикорма. – 2017. – № 12. – С. 43-46.
3. Яговенко Г.Л., Белоус Н.М., Яговенко Л.Л. Люпин в земледелии Центрального региона России: влияние на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность севооборотов. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. – 2011. – 182 с.
4. Лукашевич М.И., Агеева П.А., Новик Н.В., Захарова М.В. Достижения и перспективы селекции люпина // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 2. – С. 29-32. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10207.
5. Вишнякова М.А. Стратегия семенного размножения однолетних и многолетних бобовых растений // Бобовые культуры в современном сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Новгород, – 1998. – С. 144-145.
5. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. – 1974. – Т. 59. – № 6. – С. 826-831.

References

1. Artyukhov A.I., Sorokin A.E. Lupine in poultry feeding. *Ptitsevodstvo— Poultry farming*, 2016, no. 11, pp. 2-6. (In Russian)
2. Artyukhov A.I., Sorokin A.E., Afonina E.V. Lupine in feeding agricultural animals and poultry. *Kombikorma*, 2017, no. 12, pp. 43-46. (In Russian)
3. Yagovenko G.L., Belous N.M., Yagovenko L.L. Lupine in agriculture in the Central region of Russia: influence on the agrochemical properties of gray forest soil and crop rotation productivity. *Bryansk GSKhA Publ.*, 2011, 182 p. (In Russian)
4. Lukashevich M.I., Ageeva P.A., Novik N.V., Zakharova M.V. Achievements and prospects of selection of lupine. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, Vol. 32, no. 2, pp. 29-32. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10207. (In Russian)
5. Vishnyakova M.A. [The strategy of seed propagation of annual and perennial legumes]. *Bobovye kul'tury v sovremennoy sel'skom khozyaistve: sb. nauch. tr.* [collection of scientific papers Legumes in modern agriculture]. *Novgorod*, 1998, pp. 144-145. (In Russian)
5. Vainagii I.V. About the methodology for studying the seed productivity of plants. *Botanicheskii zhurnal*. 1974, Vol. 59, no. 6, pp. 826–831. (In Russian)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮПИНА БЕЛОГО

С.А. НИКИФОРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

УЛЬЯНОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ САМАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН,
E-mail: ulniish73@mail.ru, тел: 8 (84254) 34-1-32

На опытном поле Ульяновского НИИСХ в 2016-2018 гг. проведены исследования по оценке химических и механических способов защиты против сорных растений, а также химических и биологических приемов против болезней на продуктивность и качество зерна люпина белого. Установлено, что эта культура не выдерживает высокую засоренность полей и влияние фитопатогенов. Применение комплекса защитных мер позволяет улучшить фитосанитарное состояние посевов. Проведение химической прополки до и после всходов и боронования по всходам в технологии возделывания люпина оказывает сдерживающее развитие на сорную растительность и обеспечивает повышение продуктивности культуры. Отдельное применение фунгицидов Колосаль Про и Фитотонуса без применения гербицидов позволило получить дополнительно 0,34-0,36 т/га зерна, на фоне гербицидной защиты – 0,55-0,58 т/га. Рост урожайности культуры способствовал увеличению сбора протеина на 9-19 %.

Ключевые слова: люпин белый, способы защиты посевов, гербициды, фунгициды, продуктивность, сырой протеин.

EFFECTIVENESS OF CROP PROTECTION METHODS IN WHITE LUPINE CULTIVATION TECHNOLOGY

S. A. Nikiforova

ULYANOVSK SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF
THE SAMARA SCIENTIFIC CENTER OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
e-mail: ulniish73@mail.ru

Abstract: In 2016-2018, scientific research was conducted on the experimental field of the Ulyanovsk research Institute of agriculture to evaluate chemical and mechanical methods of protection against weeds, as well as chemical and biological methods against diseases on the productivity and quality of white lupine grain. It was found that the crop does not withstand high contamination of fields and the influence of phytopathogens. The use of a set of protective measures can improve the phytosanitary condition of crops. Chemical weeding before and after sprouting and harrowing on sprouts in lupine cultivation technology has a restraining effect on weed growth and provides an increase in crop productivity. Separate application of fungicides Kolosal Pro and Phytotonus without the use of herbicides allowed to obtain an additional 0.34-0.36 t/ha of grain, against the background of herbicide protection – 0.55-0.58 t/ha. The increase in crop yield contributed to an increase in protein collection by 9-19 %.

Keywords: white lupin, methods of crop protection, herbicides, fungicides, productivity, raw protein.

В условиях биологизации земледелия возрастает роль адаптивных высокопродуктивных сортов бобовых культур, в частности, белого люпина [1, 2]. Культура является перспективной для почвенно-климатических условий Среднего Поволжья. По количеству белка и биологической ценности зерно люпина превосходит большинство бобовых культур, поэтому его возделывание представляет интерес, прежде всего, как

источник высокобелкового компонента кормов в комбикормовой промышленности [3, 4]. Как высокобелковая культура люпин белый позволяет улучшить качество других видов кормов за счёт их протеиновой сбалансированности для всех видов жвачных животных и птицы. Преимущество современных сортов люпина заключается в низком содержании алкалоидов (не более 0,02-0,05% в зерне и 0,01-0,04% в зеленой массе), что позволяет отнести их к группе малоалкалоидных [5]. При этом содержание веществ, ингибирующих действие протеолитических ферментов (ингибиторы трипсина) в зерне люпина в несколько раз ниже, чем в сое, что обуславливает его высокую переваримость и позволяет использовать на корм животным без предварительной термической обработки. Как азотфиксирующая культура, он обеспечивает себя и другие культуры азотом, что позволяет снизить применение азотных удобрений, в результате чего улучшается экологическая обстановка [6, 7]. Кроме того, люпин является отличным предшественником для всех небобовых культур.

Таким образом, люпин имеет серьезные преимущества перед другими бобовыми культурами. Кроме того, люпин менее прихотлив к условиям внешней среды и почвенному плодородию, но высокочувствителен к элементам технологии (обработке почвы и приёмам защиты).

Потенциальная продуктивность новых сортов белого люпина достигает 4-5 т/га [3,8], однако, в полной мере реализовать её в местных условиях по ряду причин не удастся (недостаточная изученность особенностей развития культуры в зависимости от почвенно-климатических условий, нарушение технологических приемов возделывания, неблагоприятные агроклиматические условия вегетационного периода и т.д.). В исследованиях Гатауллиной Г.Г., Медведевой Н.В. [3] установлено, что место выращивания оказывает большее влияние по сравнению с влиянием года и генотипа на состояние посевов и продуктивность люпина. Причем коэффициент вариации продуктивности отдельных сортов в зависимости от года выращивания в 2-3 раза превышает сортовую вариабельность.

По мнению ряда исследователей [9, 10], степень засоренности поля является серьезным стрессовым фактором, способным угнетать культурные агрофитоценозы люпина. Получить высокий уровень урожайности люпина не удастся при высокой засоренности полей корнеотпрысковыми и корневищными сорными растениями. Таким образом, в начале вегетации люпина важно контролировать степень засоренности посевов, т.к. из-за медленного первоначального роста культурных растений массовое развитие сорняков может привести к угнетению люпина и потере урожая, высокая засоренность мешает уборке урожая, т.к. большинство сорняков продолжает вегетировать. В таком случае целесообразно проводить десикацию. В зависимости от типа засоренности выбирают стратегию борьбы с вредным объектом. Как агротехнические, так и химические способы борьбы показывают свою эффективность [7]. Следует помнить, что люпин проявляет высокую селективность к гербицидам. Кроме того, важно контролировать интенсивность развития болезней на культуре, которые могут носить эпифитотийный характер, особенно в условиях избыточного увлажнения (антракноз, мучнистая роса), что без проведения защитных мероприятий может привести к серьезному недобору урожая.

Цель исследований – провести комплексную оценку параметров продуктивности и качества зерна белого люпина в зависимости от способов защиты посевов.

Материалы и методы

Изучение сравнительной эффективности различных способов защиты люпина белого проводилось на базе опытного поля Ульяновского НИИСХ в 2016-2018 гг. в двухфакторном полевом опыте по схеме: **I. Защита от сорных растений (фактор А):** 1. без защиты; 2. довсходовый гербицид (Лазурит, 0,8 л/га); 3. послевсходовый гербицид (Тапир, 0,5 л/га, 3-5 лист культуры); 4. боронование по всходам; 5. довсходовый гербицид (Лазурит, 0,8 л/га) + боронование по всходам; **II. Защита от болезней (фактор В):** 1. без защиты; 2. химическая защита (Колосаль Про, 0,4 л/га); 2. биологическая защита (Фитотонус, 2 л/га).

В качестве объекта исследований изучался белый люпин сорт Дега (оригинатор ВНИИ люпина, г. Брянск), рекомендованный для возделывания в 7 (Средневолжском) регионе,

относящийся к группе скороспелых сортов (115-130 дней).

Лазурит (д.в. метрибузин, 700 г/л) является почвенным гербицидом и эффективен против однолетних двудольных и злаковых, Тапир (д.в. имазетапир, 100 г/л) – послевсходовый гербицид против широкого спектра двудольных и злаковых сорняков. Фунгицид Колосаль Про (д.в. пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л (кл. триазолов) применяется против широкого спектра болезней, Фитотонус (шт. *Bacillus subtilis/pumilus*) (ООО НПИ «Биопрепараты», респ. Татарстан) – биофунгицид против комплекса грибных и бактериальных болезней (корневых гнилей, мучнистой росы, фузариоза и др.).

Технология возделывания люпина – адаптивная для почвенно-климатических условий Ульяновской области [11]. Оценка урожайности зерна проведена методом сплошного обмолота комбайном «Сампо-500» с делянок с переводом к стандартным показателям (14%-ной влажности и 100%-ной чистоте).

Предшественником во все годы исследований являлась яровая пшеница. Повторность опыта 3х-кратная, систематическое размещение делянок. Общая площадь делянки 30 м². Минеральные удобрения не применялись. Полученные данные подвергали дисперсионному и корреляционному анализу по общепринятым методикам статистической обработки данных с использованием Excel 2007, Agros 206.

Посев люпина проводился в конце первой-второй декадах мая (в 2016 г. 10 мая, в 2017 г. 15 мая, в 2018 г. 16 мая) рядовым способом (15 см) сеялкой СН-16 с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на гектар. Опрыскивание опытных вариантов соответствующими препаратами проводилось с помощью ранцевого опрыскивателя. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га. Боронование посевов и обработка послевсходовым гербицидом проводилась в фазу 3-5 листьев, обработка почвенным гербицидом через 5-7 дней после посева, фунгицидами – в фазу стеблевания.

Почва опытного участка – чернозем слабовыщелоченный тяжелосуглинистый с содержанием легкогидролизуемого азота 120-146 мг/кг почвы, с очень высокой обеспеченностью подвижными формами фосфора (210-218 мг/кг почвы) и средней - обменным калием (110-112 мг/кг почвы). Кислотность почвы близка к нейтральной (рН_{KCl} 5,7). Почвенные условия зоны возделывания благоприятны для получения высоких урожаев люпина.

Климатические условия вегетационного периода за годы исследований были различными, что позволило сравнить эффективность изучаемых агроприемов в разных условиях среды. Так, наиболее благоприятным для возделывания люпина по тепло- и влагообеспеченности оказался лишь 2016 год (ГТК – 0,8), когда за период май-август выпало 319,2 мм осадков при норме 309 мм, сумма активных температур составила 2740°С. Запасы продуктивной влаги перед посевом были оптимальными (30-34 мм в слое 0-30 см). Вегетационный период 2017 года характеризовался прохладной и дождливой весенне-летней погодой, засушливой в августе и сентябре (ГТК 1,4 при норме 1,0). Май и июнь отличались неустойчивой погодой с резкими колебаниями температуры воздуха и обилием осадков. За вегетационный период выпало 396 мм осадков (при норме 309 мм). Избыточное увлажнение способствовало массовому распространению болезней, в т.ч. наиболее вредоносной – антракноза. Запасы продуктивной влаги в слое 0-30 см перед посевом люпина составляли 43,6 мм. Менее благоприятным был 2018 год (ГТК – 0,5), когда за вегетационный период выпало 144 мм осадков (46,9% от нормы), из которых 67 мм пришлось на конец июля-август. Май и июнь характеризовались недостаточным количеством выпавших осадков – 21,4 мм и 21,1 мм или 47,9% и 34% от среднегодовых показателей этих месяцев соответственно. Запасы продуктивной влаги перед посевом люпина составили 50-51 мм в слое 0-30 см и 155-158 мм в метровом слое.

Полевые опыты закладывали в соответствии с методикой полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985). Сопутствующие наблюдения, учеты и анализы проводились по общепринятым методикам и соответствующим ГОСТам.

Результаты и обсуждение

За годы исследований плотность агроценоза не достигала оптимальных параметров. Несмотря на хорошие запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы, отмечалось сильное иссушение верхнего слоя почвы (зоны размещения семян) в результате сильных суховеев и повышенного температурного режима в период прорастания семян, что в итоге не позволило получить дружные всходы. В среднем за 2016-2018 гг. полевая всхожесть варьировала от 56 до 65%. При этом сохранность растений за годы исследований была достаточно высокой на всех изучаемых фонах (87,2-91,8%). На вариантах с проведением защиты посевов от болезней биологическим и химическим фунгицидами сохранность растений имела тенденцию к увеличению по сравнению с контрольным вариантом.

Биологическая эффективность действия гербицидов оценивается уровнем засоренности посевов сельскохозяйственных культур. Засоренность посевов люпина за годы исследований оценивалась как средняя, преимущественно преобладали однолетние злаковые и двудольные виды сорных растений, в том числе просо куриное, щетинник сизый, щирица запрокинутая, лебеда раскидистая, марь белая, гречишка татарская, фиалка полевая, пастушья сумка и др., а также корневищные и корнеотпрысковые виды (вьюнок полевой и осот полевой). Величина показателя в годы исследований зависела не только от действия препаратов и механической обработки, но, прежде всего, от погодных условий. Так в 2017 году количество и масса сорных растений из-за обилия осадков было в 3 раза выше по сравнению с засушливым 2018 годом.

Установлено (рис. 1), что изучаемые способы защиты позволили снизить засоренность посевов люпина в 2,1-4,3 раза. В среднем за годы исследований максимальная засоренность отмечена на контроле (без обработки) – 551,6 г/м² сырой массы, 96,4 г/м² сухой. Боронование посевов в фазу 3-5 листьев культуры способствовало снижению засоренности люпина в 2,1 раза. Однако наиболее эффективным приемом по снижению засоренности посевов было сочетание химической и механической прополки посевов, что уменьшило общую засоренность посева до 128,8 г/м² (или на 77%).



Рис. 1. Влияние способов защиты на засоренность посевов люпина, в среднем по фону (2017-2018 гг.)

Снижение сорной растительности по вариантам также зависело от типа засоренности в исследуемом году. Так, препарат Лазурит (д.в. метрибузин) эффективнее подавлял малолетние однодольные и двудольные сорняки, тогда как при борьбе с корневищными и корнеотпрысковыми растениями лучше справлялся препарат Тапир (д.в. имазетапир). Биологическая эффективность изучаемых способов защиты посевов люпина по снижению сырой массы сорных растений составила 52-77%, по сухой массе – 56-76%. Уменьшение засоренности в начале вегетации позволило уменьшить конкуренцию между культурными растениями и сорняками за основные факторы жизни. Во все годы исследований во время уборки люпина на зерно на контрольном фоне (без применения гербицидов) сорняки продолжали развиваться, что способствовало увеличению влажности зерновой массы и затрудняло уборку урожая.

В 2016 году в опытах были обнаружены следующие заболевания люпина: мучнистая

роса (*Erysiphe communis* Grev.), фузариоз (*Fusarium oxysporum* Schl.), серая гниль (*Botrytis cinerea* Fr.), цератофороз (*Ceratophorum setosum* Kirc.), в 2017 году – антракноз (*Colletotrichum lupin* iBon).

Нами был проведен учет интенсивности поражения посевов мучнистой росой, фузариозом и антракнозом в зависимости от изучаемых факторов (рис. 2, 3, 4).

Фузариозное увядание растений люпина наблюдалось в фазы бутонизация и цветение. Вредоносность заболевания заключается в изреживании посевов, ухудшении качества урожая и значительном его снижении. Появление мучнистой росы на листьях было отмечено во второй половине вегетации, что ослабляло развитие необработанных посевов. Наиболее опасное заболевание опытных посевов (антракноз) проявилось только в 2017 году, чему способствовали высокая температура и влажность воздуха, а также частые дожди. Бобы и стебли было покрыты оранжевыми язвами разной величины.

Как показали исследования, опрыскивание опытных делянок как химическим, так и биологическим препаратом способствовало улучшению фитосанитарного состояния посевов. Степень развития мучнистой росой на контроле составила 16,4%, на обработанных фунгицидом Колосаль Про – 4,8%, биофунгицидом Фитотонус – 8,5%, степень развития фузариозом составила соответственно 9,3 и 10,8 % (на контроле 24%). Биологическая эффективность химического фунгицида Колосаль Про составила в среднем 47-71%, биофунгицида Фитотонус 48-56%. Таким образом, по эффективности биологический фунгицид практически не уступал химическому.

Распространение антракноза на контрольном варианте (без защиты) составило 60%. Проведение профилактических мероприятий путем опрыскивания посевов люпина в фазу стеблевания позволило снизить процент распространения болезни до 25-43%, а ее интенсивность на 18,5-47% , причем эффект от химического препарата был значительно выше биологического.



Рис. 2 Степень развития фузариоза (2016 г.)

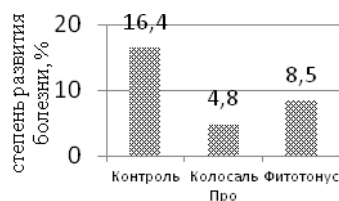


Рис. 3 Степень развития мучнистой росы (2016 г.)

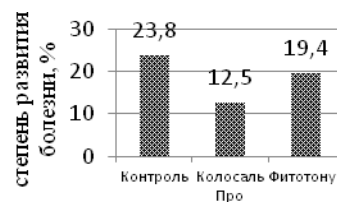


Рис. 4 Степень развития антракноза, % (2017 г.)

В исследованиях установлено, что на формирование урожая семян люпина первоочередное влияние оказывали метеорологические условия, складывающиеся в период вегетации (прежде всего, влагообеспеченность). Так, отсутствие осадков и повышенный температурный режим в конце июля-августе 2016 года способствовали быстрому созреванию культуры, уборка урожая проводилась 24 августа с оптимальной влажностью зерна (8-14%). Напротив, затяжные дожди августа-сентября 2017 года оказали отрицательное влияние на созревание культуры. В результате уборка проводилась 3 октября с повышенной влажностью зерна (18-22%). Засушливые условия 2018 года, крайне неравномерное распределение осадков в течение вегетации так же не позволили получить высокую урожайность люпина.

В среднем по опыту продуктивность люпина белого за 2016-2018 гг. составила 2,1 т/га (в 2016 г. 2,6 т/га, 2017 году – 2,53 т/га, 2018 году – 1,12 т/га). В 2017-2018 гг. в схему опытов был включен вариант с довсходовой обработкой почвы препаратом Лазурит совместно с боронованием посева (табл. 1).

Как показали результаты исследований, люпин проявлял высокую отзывчивость на различные способы защиты. Снижение засоренности посевов люпина положительно повлияло на увеличение урожайности. Так, среди изучаемых способов борьбы против сорной растительности довсходовая обработка Лазуритом в дозе 0,8 л/га была наиболее эффективной.

Прибавка урожая к контролю составила 0,27 т/га (или 14%). Проведение боронования посевов в фазу 3-5 листьев и послевсходовой обработки Тапиром в дозе 0,5 л/га позволило получить примерно равную прибавку урожая (дополнительно 0,13-0,16 т/га).

Важно отметить, что биологический и химический методы борьбы с болезнями показали примерно одинаковую эффективность. В среднем за 2016-2018 гг. применение фунгицидов на фоне почвенного гербицида Лазурит позволило получить наибольшую прибавку урожая, равную 0,58-0,62 т/га (или 34,5-36,9% к абсолютному контролю).

За 2017-2018 гг. наилучшие показатели продуктивности люпина получены на фоне обработки почвенным гербицидом как отдельно, так и совместно с боронованием (в среднем по фону 1,90 и 1,94 т/га соответственно). Отдельное применение фунгицида Колосаль Про и Фитотонуса без гербицидной защиты позволило получить прибавку зерна 0,34-0,36 т/га (23,4-24,8%).

Таким образом, защита посева люпина, включающая довсходовую обработку почвенным гербицидом Лазуритом в дозе 0,8 л/га, опрыскивание фунгицидом Колосаль Про в дозе 0,4 л/га и биофунгицидом Фитотонус в дозе 2 л/га, позволила улучшить фитосанитарное состояние посева люпина и получить наибольшую урожайность зерна. Варианты, включающие боронование посевов по вегетации и послевсходовая обработка препаратом Тапир 0,4 л/га по эффективности уступали довсходовой обработке.

Таблица 1

Урожайность зерна люпина белого в зависимости от способов защиты от сорных растений и болезней

Способы защиты от сорных растений (фактор А)	Способы защиты от болезней (фактор В)	Урожайность зерна, т/га					Сбор сырого протеина, ц/га (2017-2018 гг.)
		2016	2017	2018	среднее за 2016-2018 гг.	среднее за 2017-2018 гг.	
Без гербицидов	Контроль	2,16	1,98	0,91	1,68	1,45	6,0
	Колосаль Про	2,51	2,54	1,03	2,03	1,79	7,5
	Фитотонус	2,55	2,66	0,96	2,06	1,81	6,8
<i>среднее по фону</i>		2,41	2,39	0,97	1,92	1,68	6,8
Довсходовая обработка гербицидом Лазурит	Контроль	2,62	2,33	1,11	2,02	1,72	6,7
	Колосаль Про	2,78	2,77	1,23	2,26	2,00	7,6
	Фитотонус	2,96	2,69	1,26	2,30	1,98	8,2
<i>среднее по фону</i>		2,79	2,60	1,20	2,19	1,90	7,5
Послевсходовая обработка гербицидом Тапир	Контроль	2,38	2,28	0,95	1,87	1,62	6,9
	Колосаль Про	2,58	2,63	1,09	2,10	1,86	8,0
	Фитотонус	2,58	2,78	1,14	2,17	1,96	7,8
<i>среднее по фону</i>		2,51	2,56	1,06	2,05	1,81	7,6
Механическая обработка посевов (боронование)	Контроль	2,44	2,38	1,06	1,96	1,72	6,4
	Колосаль Про	2,68	2,59	1,13	2,13	1,86	7,4
	Фитотонус	2,70	2,56	1,14	2,13	1,85	7,8
<i>среднее по фону</i>		2,61	2,51	1,11	2,08	1,81	7,2
Довсходовая обработка гербицидом + боронование	Контроль	-	2,37	1,15	-	1,76	7,3
	Колосаль Про	-	2,75	1,31	-	2,03	8,1
	Фитотонус	-	2,67	1,36	-	2,02	8,6
<i>среднее по фону</i>		-	2,60	1,27	-	1,94	8,0
<i>Индекс условий среды, т/га</i>		0,52	0,46	-0,98			
<i>НСР 05 фактор А</i>		0,13	0,1	0,09			
<i>Фактор В</i>		0,11	0,08	0,07			
<i>Взаим. АВ</i>		-	0,17	-			
<i>Варианты</i>		0,23	0,17	0,15			
<i>р</i>		3,03	2,36	4,68			

Варьирование продуктивности с.-х. культур по годам является результатом изменчивости ее элементов структуры под воздействием множества факторов среды.

Учитывая, что под действием гербицидов наблюдалось снижение засоренности посевов, растения люпина формировали более выполненные бобы с большим числом семян, что подтверждается данными снопового анализа. Результаты корреляционного анализа позволили сделать вывод о том что на вариантах с применением полной системы защиты, включающей как химический, так и механический способы борьбы с сорной растительностью на фоне фунгицида, прирост урожая был получен за счет увеличения количества продуктивных стеблей ($r=0,74$) и массы зерна с одного растения ($r=0,80$). Выявлена сильная зависимость между весом зерна и количеством бобов и зерен на растении ($r=0,91$ и $r=0,93$ соответственно).

Сбор белка, как и урожайность, является одним из главных показателей при возделывании люпина как бобовой культуры. Содержание сырого протеина в зерне по вариантам опыта варьировало от 35,1 до 42,8%. Сбор сырого протеина с урожаем зерна на контрольном фоне составил 6,8 ц/га, на опытных вариантах отмечено увеличение показателя до 7,2-8,0 ц/га, т.е. комплексная защита посевов позволила увеличить сбор протеина на 9-19%, причем наибольшее значение показателя отмечено в варианте совместного использования гербицидной и механической обработок.

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить зависимость между урожайностью (х) люпина и сбором протеина (у): $y = 0,437x - 0,576$ ($r=0,85$), которая показывает, что при увеличении урожайности люпина на 1 ц/га сбор сырого протеина увеличивается на 0,4 ц/га.

Выводы

1. При выборе стратегии борьбы с засоренностью люпина первоочередной задачей должна быть оценка засоренности поля в предыдущие годы, на котором планируется проводить посев культуры. При массовом развитии однолетних сорных растений эффективно применение довсходового препарата Лазурит в дозе 0,8 л/га в сочетании с боронованием посевов в фазу 3-5 листьев культуры. При распространении корнеотпрысковых и корневищных сорняков необходимо использовать послевсходовый препарата Тапир в дозе 0,5 л/га. Отдельное боронование по всходам менее эффективно.

2. Применение как химического, так и биологического фунгицида позволило получить дополнительно 0,34-0,36 т/га зерна, причем в увлажненные годы более эффективна фунгицидная обработка посевов химическим препаратом.

Литература

1. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Куренская О.Ю. и др. Оценка сортов люпина по урожайности и качеству семян, адаптивности и устойчивости растений к засухе // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – №1 (21). – С. 132-140.
2. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. – №2. – С. 31-35.
3. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В. Селекционные аспекты вариабельности урожайности и динамических характеристик продукционного процесса у сортов люпина белого // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводство: материалы междунар. научно-практ. конф. – Брянск, – 2017. – С. 23-37.
4. Такунов И.П. Люпин – настоящее и будущее // 20 лет Всероссийскому научно - исследовательскому институту люпина: сборник научных трудов ВНИИ люпина. - Брянск: ЗАО Издательство «Читай-город», – 2007. – С. 15-41.
5. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Муравьев А.А. и др. Урожайность и белковая продуктивность люпина белого в зависимости от инокуляции семян и минеральных удобрений // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: материалы междунар. науч.-произ. конф. пос. Майский: Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, – 2012. – Часть 2. – 144с.
6. Такунов И.П., Слесарева Т.Н., Кузюков С.Н. Гетерогенные посевы люпина и злаковых культур – надежный путь повышения их продуктивности, стабильности и экологической устойчивости // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: сборник научных материалов. Шатиловская СХОС, – 2008. – С. 491-497.
7. Бакшаев Д.Ю. Борьба с засорённостью посевов при возделывании люпина в лесостепи Западной Сибири // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводство: материалы междунар. научно-практ. конф. – Брянск, – 2017. – С. 218-226.
8. Технология возделывания белого люпина в одновидовых и смешанных посевах: методические рекомендации

- / Т.Н. Слесарева, И.П. Такунов, М.И. Лукашевич и др. – Брянск: издательство «Читай-город», – 2016. – 56 с.
9. Слесарева Т. Н. Особенности защиты люпина от сорных растений // Наука, производство, бизнес: современное состояние и пути инновационного развития аграрного сектора на примере Агрохолдинга «Байсерке-Агро»: материалы междунаро. науч.-практ. конф. Алматы, Казахстан, – 2019. – Т. 2. – С. 88-93.
10. Шапкина Ю.С. и др. Фитосанитарное состояние посевов белого люпина на северо-востоке и юго-западе Центрального Черноземья // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 9. – С. 29-31.
11. Галиаберов А.Г., Карпович К.И., Куликова А.Х. и др. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области: монография. Ульяновск: издательство «Ульяновский государственный университет им. П.А. Столыпина», – 2017. – 448 с.

References

1. Naumkin V.N., Naumkina L.A., Kurenskaya O.Yu. et al. Assessment of lupine varieties by yield and seed quality, adaptability and resistance of plants to drought. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy — Innovations in the agricultural sector: problems and prospects*, 2019, no. 1(21), 33. 132-140. (In Russian)
2. Debelyi G.A. Legumes in the world and the Russian Federation. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury — Legumes and Groat Crops*, 2012, no.2, pp. 31-35. (In Russian)
3. Gataulina G.G., Medvedeva N.V. Selection aspects of yield variability and dynamic characteristics of the production process in white lupine varieties. [New varieties of lupine, the technology of their cultivation and processing, adaptation to farming systems and livestock]. *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. — Materials intern. scientific-practical conf.*, Bryansk, 2017, pp. 23-37. (In Russian)
4. Takunov I.P. Lupine - present and future. 20 years of the All-Russian Research Institute of Lupine: *sbornik nauchnykh trudov Vserossiiskogo NII lyupina— collection of scientific papers of the All-Russian Research Institute of Lupine*, Bryansk: ZAO «Chitai-gorod» Publ., 2007, pp.15-41. (In Russian)
5. Naumkin V.N., Naumkina L.A., Murav'ev A.A. et al. [Productivity and protein productivity of white lupine, depending on the inoculation of seeds and mineral fertilizers. Problems of agricultural production at the present stage and ways to solve them]. *Materialy mezhdunar. nauch.-proiz. konf. — Materials intern. scientific-practical conf.*, Maikoi: Izd-vo BelGSKhA im. V.Ya.Gorina Publ., 2012, Part 2, 144 p. (In Russian)
6. Takunov I.P., Slesareva T.N., Kuzyukov S.N. [Heterogeneous crops of lupine and cereal crops are a reliable way to increase their productivity, stability and environmental sustainability. Improving the sustainability of agricultural production crops in modern conditions]. *Sbornik nauchnykh materialov. Shatilov. s.-kh. opyt'naya stantsiya* [Collection of scientific materials. Shatilovo Agricultural Experimental Station]. 2008, pp. 491-497. (In Russian)
7. Bakshaev D.Yu. [Weediness control of crops during the cultivation of lupins in the forest-steppe of Western Siberia. New varieties of lupine, technology of their cultivation and processing, adaptation to farming systems and livestock]. *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Materials intern. scientific-practical conf.]. Bryansk, 2017, pp. 218-226. (In Russian)
8. Slesareva T.N., Takunov I.P., Lukashevich M.I. et al. The technology of cultivation of white lupine in single-species and mixed crops: guidelines. Bryansk: «Chitai-gorod» Publ., 2016, 56 p. (In Russian)
9. Slesareva T. N. [Features of the protection of lupine from weeds. Science, production, business: current state and ways of innovative development of the agricultural sector by the example of Bayserke-Agro Agricultural Holding]. *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Materials intern. scientific-practical conf.]. Almaty, Kazakhstan, 2019, Vol. 2, pp. 88-93. (In Russian)
10. Shapkina Yu.S. et al. Phytosanitary condition of white lupine crops in the North-East and South-West of the Central Black Earth Region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK — Achievements of science and technology of agribusiness*, 2011, no. 9, pp. 29-31. (In Russian)
11. Galiaberov A.G., Karpovich K.I., Kulikova A.Kh. et al. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области [Adaptive landscape farming system of the Ulyanovsk region]. Монография. Ульяновск. «Ульяновский государственный университет им. П.А. Столыпина» Publ, 2017. 448 p. (In Russian)

**АЗОТФИКСИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО
В ОДНОВИДОВОМ И СМЕШАННОМ ПОСЕВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ
ВЫСЕВА И УДОБРЕНИЙ В ЦЕНТРЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

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

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

В статье приведены результаты двухлетнего изучения азотфиксирующей способности детерминантного сорта люпина узколистного Ладный в одновидовом посеве и в смеси с яровой пшеницей Злата в зависимости от удобрений и норм высева. Обсуждается их влияние на размеры поступления фиксированного азота в почву с растительными остатками и перспектива обогащения им пахотного слоя при выращивании на зерно.

Ключевые слова: люпин узколистный, норма высева, удобрение, азотфиксация, биологический азот, дерново-подзолистая почва, Нечерноземная зона.

**NITROGEN FIXING ABILITY OF NARROW-LEAFED LUPINE IN SINGLE AND
MIXED SOWINGS, DEPENDING ON NORMS OF SOWING AND FERTILIZERS IN THE
CENTER OF THE NON-BLACK-EARTH ZONE OF RUSSIA**

**V.V. Kononchuk, C.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov,
G.V. Blagoveschensky, T.O. Nazarova**

FSBSI «FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

Abstract: *The article presents the results of a two-year study of nitrogen-fixing ability of the determinant narrow-leaved lupine variety Ladny in single-species sowing and mixed with spring wheat Zlata depending on fertilizers and seeding rates. Their influence on the size of fixed nitrogen input into the soil with plant residues and the prospect of enriching the arable layer when growing for grain are discussed.*

Keywords: narrow-leaved lupine, seeding rate, fertilizer, nitrogen fixation, biological nitrogen, sod-podzolic soil, non-chernozem zone.

Народно-хозяйственное значение однолетнего люпина не исчерпывается использованием в производстве высокобелковых объемистых и концентрированных кормов для животноводства [1].

Нельзя недооценивать и его средообразующее значение, обусловленное положительным влиянием на фитосанитарное состояние полей, мобилизирующим воздействием корневых экссудатов на труднорастворимые почвенные фосфаты и остаточные фосфаты удобрений, а также способностью к усвоению азота атмосферы благодаря бобово-ризобияльному симбиозу. Мощная корневая система люпина стержневого типа способна пробивать плужную подошву и улучшать водно-физические свойства нижней части пахотного и более глубоких слоев почвы. Все выше изложенное ставит эту культуру в ряд лучших предшественников зерновых колосовых культур [2].

Поэтому при разработке и совершенствовании технологии возделывания однолетнего люпина в целом и его детерминантных разновидностей в частности необходимо в первую очередь обращать внимание на те элементы, которые способствуют максимальному

проявлению возможностей этой культуры по повышению продуктивности и почвоулучшению.

Цель исследования – изучение влияния норм высева и удобрений на азотфиксирующую способность люпина узколистного в одновидовых и смешанных посевах, на количественные параметры накопления биологического азота в товарной части урожая и в растительных остатках при выращивании на средних суглинках Центрального Нечерноземья.

Методика и условия исследования

Исследования проводятся с 2018 года в краткосрочном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном у деревни Соколово Новомосковского Административного округа г. Москвы, вблизи аэропорта Внуково.

Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая на моренном суглинке средней окультуренности. После уборки предшественника (яровые зерновые) пахотный (0-20 см) слой ее характеризовался следующими величинами агрохимических показателей: гумус (по Тюрину в модификации ЦИНАО) 1,6-1,8%, P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) 180-230 мг/кг и 140-200 мг/кг соответственно, pH_{KCl} 5,3-5,8.

При закладке и проведении эксперимента использовали методические рекомендации, изложенные в руководствах «Опытное дело в производстве» (Никитенко, 1982) и Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Федин, 1988). Результаты учетов подвергали статистической обработке по методике Б.А. Доспехова (1985) в компьютерной версии Statgraf.

Схемой опыта предусматривалось возделывание люпина узколистного детерминантного и яровой пшеницы в одновидовых и смешанных посевах с нормами высева соответственно 1,4, 1,6, 1,8 млн./га, 6,0 млн./га и 1,4+3,0, 1,6+3,0, 1,8+3,0 млн./га (2018г.). В 2019 году норму высева пшеницы в смеси увеличили до 4,0 млн./га (67% от полной) для повышения конкурентной способности посева к сорному компоненту. Эффективность норм высева изучали на двух фонах удобрений – Р45К60 и N50P45K60. При посеве использовали сорта Немчиновской селекции: люпин Ладный, яровая пшеница Злата. Повторность четырехкратная. Общая площадь делянки 96 м², учетная 30 м².

Фосфорные и калийные удобрения, представленные двойным суперфосфатом ($P_{дс}$) и бесхлорным калийным удобрением с содержанием P_2O_5 42% K_2O 56%, вносили с осени под зябь разбрасывателем удобрений Amazone, азотные в форме аммиачной селитры ($N_{а.а.}$) с содержанием 34,4% N – весной под культивацию вручную. Для обработки почвы использовали дисковую борону БДН-3, агрегатируемую с колесным трактором МТЗ 2022, плуг навесной ПЛН 6-35 с лепестковым отвалом, тяжелые бороны «Зигзаг», комплексный агрегат для предпосевной обработки почвы РВК-3,6.

Посев протравленными (Дивидент Стар) семенами репродукции «Элита» проводили в период с 28 апреля по 8 мая сеялкой Amazone Д 9 на глубину 4 см. За сутки до посева семена люпина обрабатывали раствором молибденово-кислого аммония и активным штаммом азотфиксирующих бактерий производства ВНИИСХМ (г. Пушкин Ленинградской обл.).

Мероприятия по защите растений кроме протравливания семян на чистых посевах люпина включали довсходовое использование гербицида Гонор, КС (500 г/л прометрина), а по вегетации – Пивот (100 г/л имазетапира) в баковой смеси с инсектицидом Данадим с расходом рабочей жидкости 120 л/га. Обработку инсектицидом повторяли в бутонизацию люпина против бобовой огневки, гороховой зерновки, цветоеда и долгоносиков. Защита растений яровой пшеницы состояла из обработки посева в кущение баковой смесью из гербицида (Линтур, ВДГ 150 г/га), инсектицида Данадим. В середине трубкования использовали фунгицид Альто Супер (0,45 л/га) для борьбы с листостебельными пятнистостями.

В начале налива использовали баковую смесь из фунгицида и инсектицида с целью защиты колоса. В посевах люпино-пшеничной смеси защита растений ограничивалась двукратным применением инсектицида.

В течение вегетации отмечали наступление фаз развития растений, для установления параметров азотфиксации проводили учеты биомассы: в начале цветения люпина, в фазе «зеленый боб» – для определения размеров сбора сухой сенажной массы, в полную спелость зерна – для выявления зерновой продуктивности.

При появлении 2-3 пар настоящих листьев люпина со всех вариантов двух несмежных повторений отбирали смешанные из трех точек почвенные образцы из пахотного (0-20 см) слоя для определения обеспеченности посева элементами питания и уровня кислотности.

В снопах, отобранных со всех вариантов двух повторений перед каждым учетом, определяли ботанический состав весовым методом, влажность растительной массы – методом весового термостатирования, а в образцах сухой растительной массы по видам культур – содержание общего азота, P_2O_5 и K_2O по методикам и ГОСТам, принятым в Агрохимической службе.

Азотфиксирующую способность люпина в чистом и смешанном посевах определяли по методике Е.П. Трепачева (1999), массу растительных остатков после последнего учета – рамочным методом, корни – по методике Н.З. Станкова (1951) отмыванием на сите диаметром ячеек 1 мм^2 почвенного монолита (0-20 см) объемом $0,02\text{ м}^3$. На полноту учета стерни и корней вводили поправку 1,4 (Трепачев, 1999).

Урожай сенажной массы и зерна учитывался поделочно, с использованием навесной роторной миникосилки, агрегируемой с трактором КМЗ и селекционного комбайна Wintersteiger.

Метеорологические условия вегетационного периода (май-август) в годы исследований отличались засушливостью и очень неравномерным выпадением осадков. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) за май – август месяцы 2018 года составил – 1, в 2019 году – 0,84 при среднем многолетнем 1,52. Наименьшие его величины в 2018 году наблюдались в начале и середине вегетации (1 декада мая, 2 декада июня и 3 декада июля) и составляли 0,24-0,32, в 2019 году в эти же сроки – от 0,04-0,24 до 0,32. Наиболее высокими величинами ГТК выделились в начале вегетации 2018 года 1 декада июля – 2,65-2,68, в 2019 – 1 декада мая – 2,77, третья декада июня – 2,49, в середине вегетации – 2 декада июля и первая декада августа – 1,87 и 1,88 соответственно. Такое зигзагообразное поведение погоды в течение активной вегетации не могло не сказаться на активности ростовых процессов, азотфиксации и величине урожайности.

Результаты и обсуждение

При использовании метода сравнения количественные параметры азотфиксации бобовой культуры в одновидовом посеве определяются по разности накопления общего азота в ее сухой надземной массе и в сухой массе злаковой культуры в условиях одного полевого эксперимента на пике азотфиксации, которая у однолетнего люпина проявляется от начала цветения до фазы «приспевающего боба».

Установление этого показателя в смешанном злаково-бобовом посеве усложняется присутствием части азота, фиксированного бобовым компонентом, в злаковом компоненте. Учет его осуществляется по разности между содержанием азота в злаковом компоненте смеси и в одновидовом посеве с умножением на урожайность сухой массы последнего в смешанном посеве. При таком подходе размеры накопления фиксированного азота атмосферы в смеси представляет собой сумму азота, усвоенного бобовым компонентом и злаковым за счет бобового, а величина коэффициента – отношение этой суммы к общему накоплению N_2 в процентах или в долях единицы.

Согласно результатов наших исследований, в умеренно засушливом 2018 году при урожайности сухой массы люпина в начале цветения в зависимости от норм высева и удобрений 33,4-41,8 ц/га в ней накапливалось от 136 до 174 кг/га общего азота. В надземной массе культуры сравнения при урожайности 30,5-44,5 ц/га всего 40-43 кг/га азота. При этом накопление фиксированного из атмосферы азота варьировало в пределах 72-131 кг/га N. Коэффициент азотфиксации люпина, как доля усвоенного азота воздуха от общего накопления N, изменялся от 53% до 75%.

В более засушливых условиях 2019 года сбор сухой надземной массы люпина уменьшался на 16-40% в зависимости от изучаемых агротехнических факторов и составлял 20,2-35,1 ц/га. В тоже время урожайность сухой массы яровой пшеницы, менее зависимой от недостаточного увлажнения за счет более развитой корневой системы мочковатого типа, в этот период возросла до 44,5-78,2 ц/га. При этом в урожае накапливалось 76-111 кг/га и 81-95 кг/га общего азота соответственно по культурам, а усвоение симбиотически связанного азота биомассой люпина варьировало от 0-16 кг/га до 51-67 кг/га или в процентах от общего накопления (K_f) – от 0-14% до 56-63% (табл. 1).

В оба года, независимо от складывающихся условий увлажнения, увеличение норм высева люпина от 1,4 до 1,6-1,8 млн/га в среднем по удобрениям приводило к росту усвоения общего азота урожаем от 110 кг/га до 130-138 кг/га, фиксированного – от 54 до 70-78 кг/га, а коэффициента N_2 - фиксации – от 49% до 56-54% или соответственно на 18-26%, 30-44% и 5-7% соответственно без четкой связи с величинами норм высева.

Тем не менее, на основании полученных нами научных материалов, можно утверждать, что при недостаточном увлажнении наиболее благоприятные условия для азотфиксации в чистом посеве узколистного люпина в Подмоскowie складывались при норме высева 1,6 млн/га, где в среднем за 2018-2019 годы урожаем сухой надземной массы было усвоено 138 кг/га общего и 78 кг/га фиксированного азота, а коэффициент азотфиксации составил 56%.

Таблица 1

Азотфиксирующая способность люпина узколистного детерминантного Ладный в одновидовом посеве в зависимости от норм высева и удобрений

Культура, сорт	Фон удобрений	Нормы высева, млн./га	Годы	Сбор сухой массы, ц/га	Азот в урожае, кг/га		Коэффициент N ₂ – фиксации (Кф), %
					общий	фиксированный	
Пшеница яровая Злата	P ₄₅ K ₆₀	6,0	2018	30,5	43	-	-
			2019	54,5	40	-	-
	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀		2018	44,5	81	-	-
			2019	78,2	95	-	-
Люпин узколистный Ладный	P ₄₅ K ₆₀	1,4	2018	33,4	138	95	69
			2019	26,2	91	51	56
			среднее	-	114/110	73/54	64/49
		1,6	2018	41,8	174	131	75
			2019	33,0	107	67	63
			среднее	-	140/138	99/78	71/56
		1,8	2018	38,4	165	122	74
			2019	35,1	104	64	62
			среднее	-	134/130	93/70	69/54
		В среднем по нормам высева			-	129	88
	N ₅₂ P ₄₅ K ₆₀	1,4	2018	34,4	136	72	53
			2019	20,2	76	0	0
			среднее	-	106	36	34
		1,6	2018	37,6	160	96	60
			2019	33,0	111	16	14
			среднее	-	136	56	41
		1,8	2018	38,6	159	95	60
			2019	29,0	95	0	0
			среднее	-	127	48	38
	В среднем по нормам высева			-	123	47	38

*) в знаменателе – средние значения по фонам удобрения

Предпосевное внесение 50 кг/га N по фону $P_{45}K_{60}$ оказывало сильное положительное воздействие на урожайность сухой массы яровой пшеницы и на накопление в ней азота

(+44% и +112% к фону РК соответственно), но практически не влияло на величины аналогичных показателей у люпина, где отмечалась слабо выраженная тенденция их снижения (-7% и -5%).

Поэтому в урожае сухой надземной массы люпина узколистного в начале цветения в среднем по годам и нормам высева накопление симбиотически связанного азота по фону $P_{45}K_{60}$ составило 88 кг/га или 68% от усвоенного количества, а в варианте полного минерального удобрения ($N_{50}P_{45}K_{60}$) – уменьшилось в среднем до 47 кг/га и до 38% (Кф) или на 47 и 44 относительных процента соответственно по рассматриваемым показателям (табл. 1). В смешанном посеве усиление конкуренции между компонентами за влагу, свет и элементы питания в условиях засухи снижало фиксацию атмосферного азота люпином в сравнении с чистым посевом. Коэффициент N_2 -фиксации при этом в зависимости от норм высева бобового компонента изменялся в пределах 30-48% и в среднем за 2018-2019 годы составил 39-42%. Азот удобрений способствовал снижению величины этого показателя в среднем по нормам высева и годам с 42% до 36% или на 6% (табл. 2-3).

Таблица 2

Влияние норм высева бобового компонента на сбор сухой массы люпино-пшеничной смеси, накопление в ней общего и фиксированного азота, среднее по удобрениям

Годы	Нормы высева, млн./га	Сбор сухой массы		Накопление азота в биомассе				Кф, %
		всего, ц/га	в том числе люпина, %	общего, кг/га	в том числе за счет люпина, %	биологического, кг/га	в том числе за счет люпина, %	
2018	1,4+3,0	39,3	44	118	58	42	68	36
	1,6+3,0	42,8	50	122	64	42	77	34
	1,8+3,0	44,2	44	118	54	36	59	30
2019	1,4+4,0	53,6	64	136	80	67	88	48
	1,6+4,0	68,0	60	178	74	73	88	41
	1,8+4,0	60,8	54	158	70	74	72	48
Среднее за 2018-2019 гг.	1,4+3,5	46,4	54	127	69	54	78	42
	1,6+3,5	55,4	55	150	69	58	82	39
	1,8+3,5	52,5	49	138	62	55	66	40

Несмотря на засуху более высокими величинами Кф выделялись смешанные посевы 2019 года при нормах высева люпина и яровой пшеницы 1,4-1,8+ 4,0 млн/га. При этом в среднем по вариантам удобрения по указанным нормам высева величины Кф изменялись в диапазоне 41-48%. В сухой надземной массе накапливалось порядка 140-180 кг/га общего и 70-75 кг/га фиксированного азота, а доля участия люпина в формировании этих показателей составила соответственно 70-80% и 72-88% (табл. 2).

В 2019 году азот удобрений увеличивал сбор сухой надземной массы люпино-пшеничной смеси и накопление в ней общего азота в сравнении с фоном РК в среднем на 19% и 25% соответственно, но практически не влиял на величины накопления фиксированного азота, которые при этом изменялись в узких пределах 69-74 кг/га. В связи с этим Кф под влиянием азотного удобрения уменьшился в среднем с 49% до 43% (табл. 3).

Снижение азотфиксирующей способности чистых и смешанных посевов люпина узколистного под влиянием азотного удобрения связано с ингибированием им нитрогеназной активности в процессе бобово-ризобияльного симбиоза [3] и обусловленным этим сбоем в типе азотного питания люпина (симбиотрофный, автотрофный). Последнее снижало долю участия люпина в накоплении биомассы, общего и биологического азота в ней (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние азота удобрений на размеры сбора сухой массы люпино-пшеничной смеси
накопление общего и симбиотически связанного азота в ней, в среднем по нормам
высева**

Годы	Дозы удобрения, кг/га	Сбор сухой массы		Накопление азота в биомассе				Кф, %
		всего, ц/га	в том числе люпина, %	общего		биологического		
				всего, кг/га	в том числе за счет люпина, %	всего, кг/га	в том числе за счет люпина, %	
2018	P ₄₅ K ₆₀	46,2	41	111	58	40	79	36
	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	38,0	51	128	60	40	57	31
2019	P ₄₅ K ₆₀	55,6	62	140	78	69	86	49
	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	66,1	57	175	71	74	79	43
Среднее за 2018- 2019 гг.	P ₄₅ K ₆₀	50,9	52	126	68	54	82	42
	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	52,0	54	152	66	57	68	36

Следовательно, при выращивании люпина узколистного Ладный в смеси с яровой пшеницей Злата на хорошо обеспеченной фосфором и калием дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Подмосковья при недостаточном увлажнении в течение активной вегетации наиболее благоприятные условия для азотфиксации в среднем за два года обеспечивались в посевах с нормой высева 1,6+3,5 млн/га. В надземной массе к началу цветения бобового компонента при этом накапливалось до 60 кг/га симбиотически связанного азота, а коэффициент N₂-фиксации составлял 39%. При содержании подвижного фосфора и калия в почве весной в фазе 2-3 пары настоящих листьев люпина на уровне повышенной и высокой обеспеченности (4-й–5-й класс) по принятым градациям, которая поддерживалась осенним внесением P₄₅K₆₀, за счет азотфиксации в надземной массе накапливалось в среднем 54 кг/га азота атмосферы или 42% от общего потребления.

Азот удобрения, внесенный перед посевом в дозе 50 кг/га N, снижал коэффициент азотфиксации смеси до 36%, но практически не влиял на величину накопления фиксированного азота в биомассе, которая составляла при этом 57 кг/га.

Для оценки вклада биологического азота люпина в азотный фонд почвы необходимо знать массу растительных остатков, оставляемых в почве после уборки урожая, содержание в них общего азота и коэффициент азотфиксации.

Нами установлено, что сухая масса растительных остатков люпина при выращивании на зерно, включая солому, стерню и корни в слое почвы 0-20 см, в годы исследований в зависимости от норм высева и удобрений в чистом посеве изменялась в пределах 44,6-55,2 ц/га. Наибольшая их масса поступала в почву в 2018 году – от 46,2 ц/га до 63,2 ц/га. В 2019 году их было меньше – от 43,0 ц/га до 51,6 ц/га. При этом на солому приходилось в среднем 71-74% от общего поступления. Увеличение нормы высева люпина с 1,4 до 1,6-1,8 млн/га приводило к повышению массы растительных остатков в среднем по вариантам удобрения и годам исследования с 46,7 ц/га до 49,5-52,6 ц/га или на 6-13%, в том числе соломы с 34,7 ц/га до 36,1-39,4 ц/га (+4-14%). Предпосевное внесение 50 кг/га N способствовало уменьшению массы растительных остатков люпина в чистом посеве в среднем с 52,0 ц/га на фоне РК до 47,2 ц/га или на 9%. Масса соломы при этом снижалась в среднем с 38,8 ц/га до 34,7 ц/га или на 11%. При максимальной урожайности зерна 35,6 ц/га, полученном в одновидовом посеве при норме высева 1,8 млн/га и осеннем внесении P₄₅K₆₀ [4], в почву поступило 55,2 ц/га сухой массы растительных остатков или 1,55 ц/ц, в том числе – соломы 40,8 ц/га, стерни и корней – 14,4 ц/га (74% и 26% от общего накопления) (табл. 4).

Таблица 4

Накопление растительных остатков люпина узколистного в одновидовом посеве и в смеси с яровой пшеницей при выращивании на зерно в зависимости от норм высева и удобрений

Сухая масса растительных остатков, ц/га	Годы	Люпин						Люпино-пшеничная смесь					
		нормы высева, млн./га											
		1,4		1,6		1,8		1,4+3,5		1,6+3,5		1,8+3,5	
		дозы и сочетание удобрений, кг/га											
		P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀
Всего, в том числе: *)	2018	48,0	46,2	57,2	50,2	63,2	48,4	56,6	53,8	62,5	59,4	63,3	57,6
	2019	49,6	43,0	46,8	43,8	47,1	51,6	65,9	55,4	64,7	52,4	46,5	64,9
	среднее	48,8	44,6	52,0	47,0	55,2	50,0	61,3	54,6	63,6	55,9	54,9	61,3
солома	2018	37,0	35,8	44,9	38,9	46,7	37,0	36,8	36,4	40,6	39,0	41,0	37,3
	2019	38,4	27,6	30,6	29,8	34,9	39,0	43,5	36,4	44,9	34,0	29,3	45,5
	среднее	37,7	31,7	37,8	34,4	40,8	38,0	40,2	36,4	42,8	36,5	35,1	41,4
стерня	2018	7,4	7,2	8,7	7,7	9,0	75	10,2	10,2	11,1	10,8	11,3	10,4
	2019	5,6	9,8	10,6	93,8	7,3	8,4	11,2	10,6	10,6	10,0	11,6	11,0
	среднее	6,5	8,5	9,6	8,8	8,2	8,0	10,7	10,4	10,8	10,4	11,4	10,7
корни	2018	3,6	3,2	3,6	6,3	7,5	3,9	9,6	7,2	10,8	9,6	11,0	9,9
	2019	5,6	5,6	5,6	4,2	4,9	4,2	11,2	8,4	9,2	8,4	5,6	8,4
	среднее	4,6	4,4	4,6	5,2	6,2	4,0	10,4	7,8	10,0	9,0	8,3	9,2
Ботанический состав, % **)	2018-2019	-	-	-	-	-	-	<u>40</u> 60	<u>46</u> 54	<u>51</u> 49	<u>44</u> 56	<u>58</u> 42	<u>44</u> 56

*) с поправкой на полноту учета 1,4

**) в числителе бобовый, в знаменателе – злаковый компонент

В смешанном люпино-пшеничном посеве после уборки на зерно в среднем за 2018-2019 годы в почве оставалось 54,6-63,6 ц/га сухой массы растительных остатков, в том числе соломы 64-68%. Увеличение нормы высева бобового компонента в смеси с 1,4 до 1,6-1,8 млн/га не сказывалось на величинах накопления массы растительных остатков, которая в среднем по удобрениям варьировала в диапазоне 58,0-59,8 ц/га без четкой связи с нормами высева. Это обусловлено противоречивым характером влияния этого фактора в отдельные годы.

Азотное удобрение в сравнении с фоном РК обеспечивало тенденцию снижения массы растительных остатков в среднем по нормам высева за годы исследований с 59,9 ц/га до 57,3 ц/га или на 4% (табл. 4). Отмеченный характер изменения размеров накопления растительных остатков люпино-пшеничной смеси под влиянием рассматриваемых агротехнических факторов обусловлен главным образом аналогичными изменениями массы соломы и корней в слое почвы 0-20 см, доля которых в общем накоплении достигала 79-85%.

В варианте с нормой высева 1,8+3,5 млн/га на фоне Р45К60, обеспечившем получение в среднем за 2018-2018 годы наиболее высокие урожайности зерна [4], в почву после уборки поступило 54,9 ц/га сухих растительных остатков или 1,7 ц/ц, в которых доля люпина и пшеницы соответственно составляла 58 и 42% (табл. 4).

При указанных выше размерах поступления в почву растительных остатков люпина на зерно в чистом посеве, с ними в пахотном слое накапливалось в зависимости от вариантов изучаемых агротехнических факторов 58-74 кг/га общего азота. Еще 131-196 кг/га отчуждалось с поля с товарной частью урожая. Поэтому в сумме биомассой люпина к уборке урожая аккумулировалось 188-264 кг/га $N_{общ.}$ В смеси, несмотря на более высокую массу растительных остатков, аккумуляция общего азота снижалась в сравнении с аналогичной величиной в одновидовом посеве люпина в связи с уменьшением доли бобового компонента до 40-62% и составляла 50-72 кг/га. С учетом накопления $N_{общ.}$ в зерне, равном 104-119 кг/га, в целом в биомассе зерна, соломы и пожнивно-корневых остатков смеси накапливалось 168-187 кг/га общего азота. Увеличение нормы высева люпина в чистом и смешанном посевах от 1,4 до 1,6-1,8 млн/га сопровождалось ростом накопления азота в биомассе в среднем по вариантам удобрения с 209 кг/га до 242-253 кг/га (одновидовой посев) и от 174 кг/га до 168-182 кг/га в смеси, но в последнем случае без четкой связи с грациями рассматриваемого фактора (табл. 5).

Таблица 5

Влияние норм высева люпина в чистом посеве и в смеси на накопление общего и фиксированного азота в урожае, среднее за 2018-2019 гг.

В среднем по вариантам удобрений

Показатели			Нормы высева, млн./га					
			чистый посев			люпино-пшеничная смесь		
			1,4	1,6	1,8	1,4+3,5	1,6+3,5	1,8+3,5
Накопление азота, кг/га	общего	всего, в том числе:	209	242	253	174	168	182
		в зерне	146	173	182	112	112	121
		в растительных остатках	64	69	71	62	56	61
	фиксированного	всего, в том числе:	106	138	137	72	68	74
		в зерне	73	99	100	48	47	49
		в растительных остатках	32	38	38	24	20	25
		Фиксированный азот растительных остатков в расчете на 1 т зерна. кг		11,0	11,8	11,0	8,2	7,0

С учетом установленных нами величин коэффициентов азотфиксации уровень накопления биологического азота в урожае зерна с чистого посева составил 44-135 кг/га, в

сухой массе растительных остатков – от 20 до 47 кг/га, а в целом в биомассе – от 64 до 181 кг/га, в смешанном посеве – соответственно 41-58 кг/га, 19-28 кг/га и 65-80 кг/га. При этом в расчете на 1 т зерна, накопление фиксированного азота растительных остатков в чистом посеве достигало 8,8-14,7 кг, в смеси 6,3-9,4 кг. Эти величины можно использовать для ориентировочного определения поступления в почву симбиотически связанного азота растительных остатков по урожайности зерна в сходных условиях возделывания.

В целом характер изменения размеров накопления фиксированного азота в рассматриваемых элементах биомассы люпина как в чистом посеве, так и в смеси под влиянием норм высева подчинялся тем же закономерностям, что и изменения общего азота. При этом наименьшие величины накопления $N_{\text{биол.}}$ как в целом, так и в отдельных компонентах биомассы наблюдались при норме высева 1,4 млн/га, наиболее высокие – при норме 1,8 млн/га. В тоже время, размеры накопления фиксированного азота растительных остатков в расчете на 1 т зерна практически не зависели от норм высева люпина и в чистом посеве изменялись в узких пределах 11,0-11,8 кг, в смеси – от 7,0 до 8,1 кг/га (табл. 5).

Азот удобрений, снижая урожайность зерна, способствовал уменьшению накопления в нем как общего, так и симбиотически связанного азота.

Проявлялось также отрицательное влияние его на накопление симбиотически связанного азота в массе растительных остатков одновидового посева люпина. Снижение составило 47% или с 47 кг/га до 25 кг/га. В смешанном люпино-пшеничном посеве, несмотря на общую слабую тенденцию уменьшения массы растительных остатков под влиянием азотного удобрения (-2 -4%) повышалось накопление как общего, так и фиксированного азота на 16% и 14% соответственно или с 55 кг/га до 64 кг/га и с 22 кг/га до 25 кг/га, главным образом за счет увеличения концентрации $N_{\text{общ.}}$ и $N_{\text{фикс.}}$ в злаковом компоненте (табл. 6).

Таблица 6

Влияние удобрений на накопление общего и симбиотически связанного азота в биомассе люпина на зерно в чистом и смешанном посевах, среднее за 2018-2019 гг.

В среднем по нормам высева

Показатели			чистый посев		люпино-пшеничная смесь	
			P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀
Накопление азота, кг/га	общего	всего, в том числе:	250	219	175	174
		в зерне	181	152	120	109
		в растительных остатках	69	67	55	64
	фиксированного	всего, в том числе:	170	83	77	67
		в зерне	123	58	55	42
		в растительных остатках	47	25	22	25
		Фиксированный азот растительных остатков в расчете на 1 т зерна, кг		14,0	8,5	7,0

Полученные в опыте величины накопления симбиотически связанного азота в растительных остатках одновидового и смешанного посевов в условиях засухи не восполняли выноса азота из почвы товарной частью урожая, то есть – не обеспечивали обогащения им пахотного слоя. Дефицит фиксированного азота растительных остатков в почве при этом в чистом посеве люпина на фосфорно-калийном фоне в зависимости от норм высева варьировал в диапазоне 5-14 кг/га, на фоне NPK – увеличивался до 66-75 кг/га, в смешанном посеве соответственно составлял 39-47 кг/га и 43-46 кг/га без четкой связи с фоном и нормами высева, а в вариантах с максимальной продуктивностью достигал 14 кг и 46 кг.

Выводы

1. Азотфиксирующая способность (Кф) узколистного люпина Ладный в одновидовом посеве на хорошо обеспеченной фосфором и калием дерново-подзолистой почве Центрального Нечерноземья в засушливых условиях 2018-2019 годов максимальных значений 69-71% достигала без внесения азотного удобрения по фону Р45К60 и нормах ввсеса 1,6-1,8 млн/га.

Конкурентные взаимоотношения компонентов в смешанном люпино-пшеничном посеве снижали Кф на лучших вариантах (Р₄₅К₆₀ и 1,4-1,6+3,0 млн/га) до 42%. Азот удобрений при предпосевном внесении снижал величину Кф в одновидовом посеве в среднем до 38-41%, в смеси – до 36%.

2. Сухая масса растительных остатков (солома + стерня + корни в слое почвы 0-20 см) на лучших по продуктивности вариантах в чистом и смешанном посевах достигала 55,2 и 54,9 ц/га, в том числе соломы 74% и 64% с накоплением в них порядка 70 и 50 кг/га общего, 50 и 20 кг/га фиксированного из атмосферы азота или 19 и 13 кг, 16 и 7 кг в расчете на 1 т зерна соответственно.

3. При выращивании на зерно в засушливых условиях биологический азот растительных остатков люпина узколистного как в чистом посеве, так и в смеси не покрывал вынос азота из почвы товарной частью урожая, то есть – не обеспечивал обогащения им пахотного слоя. Превышение выноса азота из почвы над поступлением за счет N₂-фиксации на лучших по продуктивности вариантах в одновидовом посеве составило 14 кг/га, в смеси увеличилось до 46 кг/га.

Литература

1. Такунов И.П., Кононов А.С., Слесарева Т.Н. Роль и эффективность люпина в производстве кормов // Состояние и перспективы выращивания люпина в северо-западной зоне РФ / Материалы семинара Великие Луки. – 1996. – С. 16-20.
2. Такунов И.П., Яговенко Л.Л. Значение люпина в биологическом земледелии // Земледелие. – 1997, – № 6. – С. 26-27.
3. Куракова Н.Г., Умаров М.М. Влияние различных форм минеральных соединений азота на процессы азотфиксации в дерново-подзолистой почве и черноземе // Почвоведение, – 1983. – № 4. – С. 38-42.
4. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Благовещенский Г.В., Назарова Т.О., Соболев С.В., Меднов А.В. Продуктивность детерминантных сортов люпина узколистного Немчиновской селекции в одновидовых и смешанных посевах в зависимости от норм высева и удобрений в Центральном Нечерноземье // «Немчиновка» вчера и сегодня. Становление коллектива и развитие научных исследований. – М.: – 2019. – С. 180-190.

References

1. Takunov I.P., Kononov A.S., Slesareva T.N. The role and effectiveness of lupine in feed production. The state and prospects of growing lupine in the northwestern zone of the Russian Federation. *Materialy seminara Velikie Luki – Workshop materials Velikie Luki*. 1996. pp.16-20. (In Russian)
2. Takunov I.P., Yagovenko L.L. The Importance of Lupine in Biological Farming. *Zemledelie – Agriculture*. 1997, no.6. pp. 26-27. (In Russian)
3. Kurakova N.G., Umarov M.M. The influence of various forms of mineral nitrogen compounds on the processes of nitrogen fixation in sod-podzolic soil and chernozem. *Pochvovedenie – Soil Science*, 1983, no.4. pp.38-42. (In Russian)
4. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Blagoveshchenskii G.V., Nazarova T.O., Sobolev S.V., Mednov A.V. Productivity of the determinant varieties of narrow-leaved lupine of the Nemchinovka selection in single-species and mixed crops, depending on the seeding and fertilizer rates in the Central Non-Black Earth Region. *«Nemchinovka» vchera i segodnya. Stanovlenie kollektiva i razvitie nauchnykh issledovaniy. [Nemchinovka yesterday and today. The formation of the team and the development of scientific research]*. M. 2019. pp. 180-190. (In Russian)

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ СИДЕРАЛЬНЫХ СОРТОВ
УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА ВО ВСЕРОССИЙСКОМ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ЛЮПИНА**

П.А. АГЕЕВА, М.В.МАТЮХИНА, кандидаты сельскохозяйственных наук
Н.А. ПОЧУТИНА, О.М. ГРОМОВА

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЮПИНА –
ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ «ВИК ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА»
E-mail: lupin_mail@mail.ru

Узколистный люпин (*L. angustifolius*) издавна использовался в качестве сидеральной культуры. Тонна запаханной в почву биомассы сидерального люпина по эффективности эквивалентна навозу, внесённому в той же дозе. В статье дано описание нового сорта узколистного люпина Сидерат 46. В экологическом испытании различных регионов Российской Федерации урожайность его зерна достигает 40,0-50,0 ц/га. Сорт характеризуется скороспелостью, быстрым темпом роста, мелкосемянностью. Масса 1000 зёрен по годам варьирует от 90 до 115 г. По результатам конкурсного сортоиспытания (2017-2019 гг.) в условиях засушливого гидротермического режима урожайность зерна составила 25,0 ц/га, зеленой массы 380,0 ц/га. По этим показателям он превзошел другие сорта на 14,0-34,0%. По результатам структурного анализа Сидерат 46 характеризуется повышенным количеством семян с растения и хорошей обсемененностью боба (4,4 шт.). Установлено, что африканский сорт Азуро выделяется по высоте и массе растений, но неустойчив к болезням и растрескиванию бобов. В группе перспективных алкалоидных гибридов по продуктивности и скороспелости выделены номера 265-19 (Брянский сидерат х Сидерат 46) и 1781-19 [Белозерный 110 х (Сидерат 38 х Мирела)]. Высокой продуктивностью отличился позднеспелый гибрид 1120-19 (Сидерат 46 х Кормовой 344).

Ключевые слова: узколистный люпин, сидерат, сорт, сортоиспытание, урожайность, алкалоиды, структурный анализ.

**RESULTS AND OUTLOOK OF BREEDING OF SIDERAL NARROW-LEAFED LUPIN
VARIETIES IN THE RUSSIAN LUPIN RESEARCH INSTITUTE**

P.A. Ageeva, M.V. Matyukhina, N.A. Potchutina, O.M. Gromova
ALL-RUSSIAN LUPIN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE – BRANCH OF THE FSBSI
«FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND
AGROECOLOGY»

Abstract: Narrow-leaved lupin (*L. angustifolius*) has been used as sidereal crop long since. Effectiveness of one ton of sidereal lupin biomass ploughed into soil is equivalent to manure added in the same quantity. The article presents the description on the new narrow-leaved lupin variety Siderat 46. Its seed yield in an ecologic varieties' test was 40.0-50.0 hwt/ha in different regions of the Russian Federation. Early ripeness, rapid growth type, small seeds are typical characters of this variety. The 1000 seed weight varies from 90 to 115 g from year to year. According to the results of its long standing tests (2017-2019) its seed yield made 25.0 hwt/ha and its green mass yield was 380.0 hwt/ha under dry hydro-and-thermal conditions. It surpassed other varieties for these characters by 14.0-34.0%. As the structure analysis shows Siderat 46 has high seed number per a plant and high pods' seed number (4.4 units). It was revealed that the African variety Azuro stands out for plant height and weight but is not resistant to diseases and pod shattering. The

breeding lines 265-19 (Bryanskii siderat x Siderat 46) and 1781-19 [Belozernyi 110 x (Siderat 38 x Mirella)] are included to the group of perspective alkaloid hybrids for their productivity and early ripeness. The late ripening hybrid 1120-19 (Siderat 46 x Kormovoy 344) stood out for its high productivity.

Keywords: narrow-leafed lupin, siderat, variety, variety testing, yield, alkaloids, structure analysis.

Основная биологическая особенность люпина с повышенным содержанием алкалоидов – его способность хорошо расти и развиваться на бедных минеральными веществами почвах, образуя значительное количество вегетативной массы, пригодной для использования в качестве зелёного удобрения. Особая ценность последнего заключается в том, что оно служит источником дешевого экологически безопасного биологического азота. При нормальном развитии растений, обладающих наивысшей азотфиксирующей способностью среди однолетних бобовых культур, посевы люпина фиксируют в среднем 160...180 кг/га атмосферного азота, а при благоприятных почвенно-климатических условиях – до 400 кг/га, что соответствует 5...10 ц аммиачной селитры [1]. По содержанию азота в биомассе растения люпина не только не уступают навозу, но и превосходят его, а доступность азота зеленой массы в 2 раза выше. Люпин – один из лучших предшественников озимых культур, картофеля, овощных, ряда пропашных и ягодных культур. Алкалоиды сидерального люпина обеззараживают почву от болезней и вредителей. Действие его распространяется не только на последующую культуру, но и на остальные в течение нескольких лет [2].

Узколистый люпин издавна использовался в качестве сидеральной культуры. Корневая система сидерата перекачивает минеральные соединения из подпахотного в пахотный слой, делая их доступными для последующих культур. Она разрыхляет и структурирует почву, улучшает водный режим и повышает плодородие почвы. Зеленая масса люпина, запаханная на удобрение, стимулирует увеличение численности полезных почвенных микроорганизмов, улучшает их популяционный состав и повышает биологическую активность почвы. Зеленое удобрение является средством борьбы с почвоутомлением в севооборотах с высоким удельным весом зерновых культур [3].

Тонна запаханной в почву биомассы сидерального люпина по эффективности эквивалентна навозу, внесённому в той же дозе. При разложении его биомассы подавляется развитие многих почвенных грибных патогенов, в том числе корневых гнилей зерновых культур. Потребность в сидеральном паре испытывают овощеводческие хозяйства в различных почвенно-климатических зонах. Сидеральный люпин является хорошим органическим удобрением при закладке ягодников. Ценность люпина, как органического удобрения, заключается в том, что затраты ограничиваются расходом семян на посев и запахку зеленой массы, что в несколько раз ниже затрат на вывозку и внесение навоза, торфа и компоста. Для использования люпина в качестве органического удобрения нужны надежные сидеральные сорта [4].

Условия, материалы, методы

ВНИИ люпина расположен в юго-западной зоне Центрального региона. Почвы дерново-подзолистые, средне-суглинистые, окультуренные, имеют средний уровень плодородия, содержание гумуса 2,0-2,3% (по Тюрину), реакция почвенного раствора pH 5-5,6. Материалом для исследований служили сорта, сортообразцы и номера собственной селекции. Селекционная работа с исходным материалом сидерального типа использования в морфологическом плане изначально направлена на отбор форм с интенсивно окрашенным цветком и серыми семенами в отличие от кормовых, которые должны иметь белые или светлоокрашенные цветки и семена. Такой подход облегчает селекционный процесс и дальнейшую семеноводческую работу по чистосортности. Исследования проводятся по общепринятым в селекционной работе с люпином методикам [5, 6, 7].

Результаты исследований

Во Всероссийском НИИ люпина создан сорт Сидерат 46. С 2015-го года он включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в сельскохозяйственном производстве. Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений приняла решение о районировании этого сорта по всем регионам России. Сорт создан методом межсортовой ступенчатой гибридизации с последующим многократным отбором алкалоидных продуктивных форм. Сидерат 46 отличается интенсивным начальным ростом, фаза розетки отсутствует. Всходы имеют антоциановую окраску, вегетативные органы темно зеленые со слабыми следами антоциана. Цветок розовый, кончик лодочки черный. Семена овальной формы, серые с темно-серым мраморным рисунком, рубчик и треугольное пятно темного цвета, хорошо выражены. Масса 1000 зерен 100-120 г, на 20-25 г меньше, чем у схожих с ним сидеральных сортов. Мелкосемянность для сидерального биотипа люпина является полезным хозяйственно-биологическим признаком. Она позволяет при выращивании снижать весовую норму посева и экономить семенной материал. В условиях юго-западного региона Нечерноземной зоны масса 1000 зёрен сорта по годам варьирует от 90 до 115 грамм. Сорт имеет развитое боковое ветвление (моноподиальный морфотип), устойчив к растрескиванию бобов и осыпанию семян на корню. Количественное содержание алкалоидов в семенах и в сухом веществе зеленой массы высокое. Варьирование по годам по первому показателю составило 0,5-1,0%, по второму – 0,3-0,5%.

Продолжительность вегетационного периода в зависимости от погодных условий варьирует от 76 до 90 дней, средний по трем годам показатель равен 82-м дням. Технологическая спелость зеленой массы для запашки наступает через 43-56 дней после всходов. Сорт устойчив к фузариозу, антракнозу и к растрескиванию бобов. Алкалоиды выполняют защитную функцию от повреждения посева насекомыми.

Высокая урожайность зерна (40,0- 48,0 ц/га) получена при его испытании в различных экологических точках: Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, Сибирский НИИСХ (Омск), Республика Чувашия. На Шатиловской СХОС в 2015 году урожайность зерна составила 50,0 ц/га. Продолжительность вегетационного периода в разных точках испытания не превысила 100 дней. Это гарантия того, что в сельскохозяйственном производстве можно получать собственные семена и использовать их для посева на сидеральные цели. Исходя из организационно-хозяйственной потребности сельхозпроизводителя, высевать этот сорт для получения укосной массы с последующей запашкой можно продолжительный период – с середины мая до середины августа: в занятом пару, поукосно или пожнивно.

В таблице 1 представлены результаты многолетнего конкурсного испытания сортов сидерального типа использования. По урожайности зерна сорт Сидерат 46 превосходит другие варианты на 15,0-34,0%, зеленой массы – на 14,0-24,0%.

Таблица 1

Результаты конкурсного изучения сидеральных сортов , среднее за 2017-2019 гг.)

Сорт, сортообразец	Урожайность, ц/га				Вегетационный период, дни	Алкалоидность, %
	зерно		зелёная масса			
	сорта	± к St	сорта	± кSt		
Сидерат 46, стандарт	24,1	-	380	-	84	0,626
Брянский сидерат	20,6	-3,5	305	-75	80	0,685
Сидерат 38	21,7	-2,4	288	-92	84	0,688
Азуро	15,8	-8,3	327	-53	101	0,809

Африканский сорт Азуро характеризуется наличием розеточной фазы развития и отсутствием маркерного признака устойчивости к растрескиванию бобов. Эти свойства коррелируют с удлинением продолжительности вегетационного периода, с растрескиваемостью бобов и осыпанием семян на корню. В условиях высокой инфекционной нагрузки наших полей он страдает от фузариоза и вирусных болезней в полевом

севообороте. На инфекционном фузариозном фоне он практически погибает. Его вегетационный период в отдельные годы изучения на 15-25 дней продолжительнее стандарта. По результатам многолетнего испытания он созрел позже на 17 дней. Технологическая спелость укосной массы наступает также на две – три недели позже, чем у стандарта и всех остальных сортов. Вместе с тем Азуро в селекционной работе по созданию нового исходного материала сидерального типа представляет интерес как источник некоторых положительных хозяйственно-биологических признаков. По результатам структурного анализа сидеральных сортов Азуро выделяется по высоте и массе растений (табл. 2). Превышение над стандартом составило по первому показателю 18,4 см, по второму 9,7 г. По количественному содержанию алкалоидов в семенах он также занимает ведущую позицию.

Таблица 2

Результаты структурного анализа сидеральных сортов

Сорт, сортообразец	Высота растений, см	Масса растений, г	Семена/растения		Масса 1000 семян, г	Количество бобов, шт.	Обсе- менён- ность боба, шт.
			Количес- тво, шт.	Масса, г			
Сидерат 46, стандарт	51,0	9,5	42,7	4,3	100,7	9,7	4,4
Брянский сидерат	51,7	8,3	32,1	3,5	109,0	8,3	3,8
Сидерат 38	43,2	8,7	34,3	4,0	116,6	8,0	4,2
Азуро	69,4	18,2	37,9	5,3	139,8	12,1	3,1
Орловский сидерат	46,6	7,2	29,1	3,1	106,5	7,7	3,8

Сидерат 46 характеризуется мелкосемянностью (100,7 г), повышенным количеством семян с растения (42,7 шт.) и их массой – 4,3 г, хорошей обсемененностью бобов – 4,4 штук семян, что превышает все изученные в опыте сорта на 0,2-1,3 шт. Этот признак можно использовать в дальнейшей селекционной работе на повышение зерновой продуктивности.

В 2019 году проведено изучение гибридных комбинаций сидерального люпина по элементам продуктивности в сравнении с родительскими сортами и стандартом (табл. 3).

Таблица 3

Структурный анализ перспективных гибридов узколистного люпина сидерального типа использования

№№ 2019 г.	Гибриды, родители	Высота растений, см	Масса растений, г	Семена		Масса 1000 семян, г	Обсеменённость боба, шт.	ВП
				Количество, шт.	Масса, г			
62♀	Брянский сидерат	51,4	8,3	32,1	3,5	109	3,8	67
265 F ₅	Брянский сидерат х Сидерат 46	56,7	8,8	35,8	4,0	111,7	4,1	78
264♂	Сидерат 46	47,4	9,0	30,5	3,1	101,0	4,0	76
1120	Сидерат 46 х Кормовой 344	89,0	36,5	68,5	7,6	110,9	5,1	110
1781	Белозерный110 х (Сидерат38 х Мирела)	59,4	14,4	50,2	5,5	109,6	3,9	88

У гибрида под номером 265-19 (Брянский сидерат х Сидерат 46) по элементам продуктивности наблюдаются положительные трансгрессивные изменения: по количеству

семян с растения на 10,5-17,3%, массе семян 14,3-29,0%, массе 1000 зерен 10,6%. По высоте растений он превышает Сидерат 46 на 9,3 см. Гибрид 265-19 был высеян также в селекционном питомнике второго года, где по урожайности зерна превзошел стандарт на 9,5 ц/га. По продолжительности вегетации он сопоставим с сортом Сидерат 46, который использован в качестве родителя при создании исходного селекционного материала.

Номер 1120-19 (Сидерат 46 х Кормовой 344) по высоте растений и всем элементам продуктивности имеет показатели значительно выше, чем у контроля. Это один из самых позднеспелых и продуктивных номеров, репродуцируемых в гибридном питомнике. По элементам продуктивности он значительно превышает все изучаемые сорта и гибридные номера; наблюдаем значительные трансгрессивные изменения. Однако вегетационный период (ВП) его довольно большой (110 дней). Он продолжительнее на 22-43 дня по сравнению с остальными, представленными в таблице сортами и номерами.

Хорошие показатели по продуктивности выявлены у номера 1781 [Белозерный 110 х (Сидерат38 х Мирела)]. Он превзошел контроль по высоте и массе растений, количеству и массе семян. По продолжительности вегетационного периода он входит в раннеспелую группу (88 дней), хотя созревает позже стандарта на 12 дней.

Заключение

Критерием перспективности растений для использования на сидераты является способность накапливать большую биомассу на почвах различного плодородия, высокая семенная продуктивность, надежность семеноводства в местных условиях, низкозатратность выращивания. Для возделывания в повторных посевах нужны сидеральные культуры с интенсивным темпом накопления вегетативной массы, способные выдерживать кратковременные осенние заморозки. Новый сорт узколистного люпина Сидерат 46 и перспективные гибридные номера 265 (Брянский сидерат х Сидерат 46) и 1781 [(Белозерный110 х (Сидерат38 х Мирела)] вполне отвечают этим требованиям.

Научное направление ГЗ 150

Литература

1. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. – Брянск: «Придесенье». – 1996 – 372 с.
2. Алексеев Е.К. Однолетние кормовые люпины. – М: «Колос» –1968 – 260 с.
3. Новиков М.Н., Тужилин В.М., Самохина О.А. и др. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне. Москва, ФГНУ «Росинформагротех». – 2007. – 295 с.
4. Агеева П.А., Почутина Н.А. Новый сорт узколистного люпина Сидерат 46 // Вестник Брянской ГСХА – 2016 – №1 (53). – С. 9-13.
5. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ рода *Lupinus* L. / Ленинград, СССР, –1983. – 39 с.
6. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва. – 1985. – 269 с.
7. Яговенко Т.В., Трошина Л.В. и др. Количественное определение алкалоидов в люпине. Методические рекомендации. Брянск, ГНУ ВНИИ люпина. – 2012. – 19 с.

References

1. Takunov I.P. Lupine in Russian agriculture. Bryansk: «Pridesen'e» Publ., 1996, 372 p. (In Russian)
2. Алексеев Е.К. Annual Fodder Lupins. M: «Kolos» Publ., 1968, 260 p. (In Russian)
3. Novikov M.N., Tuzhilin V.M., Samokhina O.A. et al. The system of biologization of agriculture in the non-chernozem zone. Moscow, FGNU «Rosinformagrotekh». 2007, 295 p. (In Russian)
4. Ageeva P.A., Pochutina N.A. New variety of narrow-leaved lupine Siderat 46. Vestnik Bryanskoi GSKhA– Bulletin of the Bryansk GSKHA, 2016, no.1(53). pp. 9-13. (In Russian)
5. The wide unified CMEA classifier and the international CMEA classifier of the species *Lupinus* L. Leningrad, the USSR, 1983. 39 p. (In Russian)
6. Methodology of state variety testing of crops, Moscow. 1985, 269 p. (In Russian)
7. Yagovenko T.V., Troshina L.V. et al. Quantification of alkaloids in lupine. Guidelines. Bryansk, GNU VNII lyupina — GNU VNII of lupine, 2012, 19 p. (In Russian)

ПРОСО АФРИКАНСКОЕ (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) - НОВАЯ КУЛЬТУРА В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

С.О. ГУРИНОВИЧ,

В.И. ЗОТИКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, член-корр. РАН

В.С. СИДОРЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Просо африканское, просо жемчужное (Pearl millet) – Pennisetum glaucum (L.) R.Br. или Pennisetum americanum (L.) Schuman является наиболее распространенной просовой культурой в мире. Основное производство проса африканского сосредоточено в Индии (11 млн. га и 9,5 млн. т зерна), а также странах Центральной, Северо-Восточной и Западной Африки (16 млн. га и 13,3 млн. т зерна). В СССР культура на небольших площадях выращивалась в Приаралье (Казахстан), в России – в Алтайском крае. Для развития селекции нетрадиционной для центральной России культуры выявлены лучшие сорта-эталон отечественной и зарубежной селекции, перекрывающие спектр разнообразия и варьирования признаков с максимальной доступностью и объективностью исследований. Сорта-эталон необходимы для изучения и проведения успешных испытаний нового селекционного материала. Впервые созданы 2 новых сорта проса африканского: Согоур и Гурсо, которые пригодны для выращивания на кормовые цели в различных регионах страны. Эти сорта позволяют расширить ареал культуры и обеспечивают получение семян в 2-4 т/га в условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона. Сорт Согоур характеризуется ускоренным начальным развитием, быстрым и дружным вымётыванием, цветением и созреванием. В зелёной биомассе нового сорта Гурсо содержание абсолютно сухого вещества колебалось от 15,1 до 18,0%. В абсолютно сухом веществе нового сорта содержится: 0,69 кормовых единиц, обменная энергия – 9,25 МДж, сырой протеин – 14,6%, переваримый протеин – 9,5%, клетчатка 27,3%, сахар 10,5%. В производственных испытаниях в Орловской области урожайность зерна новых сортов составила около 2 т/га, зелёной массы – более 4 т/га.

Ключевые слова: просовые культуры, просо африканское, сорт, разновидность, урожайность, биомасса, биохимические показатели.

PEARL MILLET (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) - NEW CULTURE IN AGRICULTURE OF CENTRAL RUSSIA S.O. Gurinovich, V.I. Zotikov, V.S. Sidorenko

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: Pearl millet – *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. or *Pennisetum americanum* (L.) Schuman is the most common millet culture in the world. The main production of Pearl millet is concentrated in India (11 million hectares and 9.5 million tons of grain), as well as in countries of Central, North-East and West Africa (16 million hectares and 13.3 million tons of grain). In the USSR, culture on small areas was grown in the Aral Sea region (Kazakhstan), in Russia – in the Altai Territory. For the development of selection of non-traditional culture for central Russia, the best varieties-standards of domestic and foreign selection were identified that overlap the spectrum of variety and variation of characters with the maximum availability and objectivity of research. Variety standards are necessary for the study and successful testing of new breeding material. For the first time, 2 new varieties of Pearl millet were created: Sogur and Gurso, which are suitable for

cultivation for fodder purposes in various regions of the country. These varieties allow you to expand the area of culture and provide seed production of 2-4 t/ha in the northern part of the Central Black Earth region. Sogur variety is characterized by accelerated initial development, rapid and friendly ear emergence, flowering and ripening. In the green biomass of the new GURSO variety, the content of absolutely dry matter ranged from 15.1 to 18.0%. Absolutely dry matter of a new variety contains 0.69 feed units, metabolic energy 9.25 MJ, crude protein 14.6%, digestible protein 9.5%, fiber 27.3%, sugar 10.5%. In production tests in the Oryol region, the yield of new varieties was about 2 t/ha, green mass - more than 4 t/ha.

Keywords: millet crops, Pearl millet, sort, variety, productivity, biomass, biochemical indicators.

Просо африканское, просо жемчужное (*Pearl millet*) – *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. или *Pennisetum americanum* (L.) Schuman – относится к семейству злаков или мятликовых, подсемейству просовидных *Panicoideae*, трибе просовых *Paniceae*, подтрибе колючещетинниковых *Cenchrinae*, роду перистощетинников *Pennisetum*, который насчитывает 140 видов, 50 из которых хорошо изучены. Большинство видов *Pennisetum* представлены однолетними и многолетними травами. Первичным центром происхождения проса африканского является северо-восточная Африка (Судан и Эфиопия), где выявлен наибольший полиморфизм признаков у 100 видов; а вторичным – другие части Африки, Индия, Средняя и Центральная Азия, Сибирь, Индонезия и США [1].

По данным FAOSTAT ежегодные посевные площади под просовыми культурами (*Millets*) составляют 33 млн. га, на долю проса африканского (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) *Pearl millet* приходится 85% всех площадей или 28 млн. га, проса итальянского *Foxtail millet* (4,5%) – 1,5 млн. га, проса посевного *Proso millet* (3%) – 1 млн. га, проса японского (пайзы) *Barnyard millet* (1,5%) – 0,5 млн. га и около 2 млн. га (6%) на остальные виды просовых культур. Кроме того, как минимум 100 млн. га занимают естественные многолетние и однолетние виды (в саваннах и т.д.). Ежегодный мировой валовой сбор зерна составляет около 30 млн. тонн и около 250 млн. тонн абсолютно сухого вещества (биомассы). Основными странами-производителями *Pearl millet* является Индия (11 млн. га и 9,5 млн. т зерна), а также Центральная, Северо-Восточная и Западная Африка: Нигерия, Нигер, Мали, Судан, Буркина-Фасо, Эфиопия, Сенегал, Чад (16 млн. га и 13,3 млн. т зерна). Основные производители *Foxtail millet* – Китай и Индия, *Proso millet* – Россия, Китай, США и Индия, *Barnyard millet* – Индия, Япония, Корея и Китай. Главная страна-производитель просовых культур – Индия (12 млн. га, 10,9 млн. т зерна при средней урожайности 0,91 т/га); в России ежегодно высевают *Proso millet* 0,3-0,7 млн. га, собирают – 0,5-1,0 млн. тонн зерна [2].

История вновь возвращает нас к давно забытым традиционным русским культурам. Ещё 100 лет назад просовые культуры достойно занимали огромные площади в несколько миллионов гектар. Территория России – это вторичный центр происхождения ведущих просовых культур. В нашей стране благодаря просовым культурам развивались целые отрасли сельского хозяйства, такие как животноводство (биомасса) и птицеводство (зерно). Кроме того, зерно просовых культур стали использовать в пищевой промышленности при производстве круп, муки (15-25%), при производстве спирта и солода, в медицине – для производства витаминов и стероидов.

Цель исследований – выявление исходного материала проса африканского для селекции новых высокопродуктивных сортов с улучшенными кормовыми достоинствами в условиях Центральной России.

Материал и методика исследований

Экспериментальные посевы были размещены на полях севооборота селекционного центра ФНЦ ЗБК. Предшественник – пар. Почвы – тёмно-серые лесные, среднесуглинистые, средне окультуренные. Микрорельеф участка выровненный. Пахотный и метровый слои почвы характеризуются высокой водоудерживающей способностью (118 и 345 мм, соответственно). Возможные запасы доступной растениям влаги в слое 0 – 30 см – 88, а в

метровом – 262 мм. Максимальная гигроскопическая влажность – 6,8-7,5 % от массы почвы, влажность устойчивого завядания – 9,6-3,3 %. Пахотный слой 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 данные 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-х кратная. Перед посевом внесена азофоска (N₁₅P₁₅K₁₅) в количестве 150 кг/га. Посев осуществляется 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 [3]. Уборка – в фазу полного созревания селекционным малогабаритным комбайном SAMPО-130. Экспериментальные данные обработаны статистическими методами с использованием компьютерных программ *Microsoft office Excel*.

Условия проведения исследований

Погодные условия в период роста и развития растений за годы исследований были различными. Если вегетационные периоды 2015 г. и 2018 г. можно считать с недостаточным увлажнением (Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова – 0,83 и 0,79, соответственно), то в 2016 г., 2017 г. наблюдалось избыточное увлажнение (ГТК – 1,59 и 1,68, соответственно). В 2019 г. ГТК был равен 1,22, что соответствует слабо засушливым условиям развития растений.

Результаты и обсуждение

В Государственный реестр селекционных достижений РФ внесены три сорта проса африканского – российский среднеспелый сорт-стандарт Кормовое 151, разновидность *fusoidum* (1997 г., автор Шукис Е.Р.) Алтайского НИИСХ, раннеспелый сорт Согур, разновидность *conoidum*, (2016 г., Гуринович С.О. и соавторы) ФНЦ ЗБК, позднеспелый гибрид Нутрифид, разновидность *cylindricum*, (2017 г., оригинатор Advanta Seed International) [4]. Также для исследований были включены 2 советских районированных сорта селекции Приаральской опытной станции (Актюбинская обл., Казахской ССР): среднеспелый Приаральское 83 (*ovatum*) и среднепозднеспелый Приаральское остистое (*colodium*). Автор этих сортов Кириллов Юрий Иванович ботаник-селекционер, исследователь-монографист сыграл решающую роль в восстановлении и интрогрессии забытой исконно русской культуры – проса африканского (проса жемчужного, проса сибирского) [5].

После эпохи забвения, в начале XXI века приаральская селекция возобновила свою работу и выпустила первый позднеспелый казахский сорт (автор Нургалиев Н.Ш.) Хашаки 1 (*cylindrum*) [6], который во многом схож с сортом Нутрифид, но более высокорослый и имеет другую окраску зерновки и цветковых чешуй.

Средние показатели урожайности зелёной массы и зерна, невозможность получения кондиционных семян, узкий спектр использования для кормопроизводства, слабая технологичность, неявно выраженные признаки отличия и невозможность быстрого получения семян привели к снятию их как сортов-эталонов. В связи с этим, дополнительно в сорта-эталоны был включён лучший позднеспелый индийский гибрид Pusa 415 (*conoidum*), оригинатор Agricultural Research Institute (New Delhi), позволивший выявить предельно высокие показатели отдельных признаков и индексов [7].

В результате проведённых исследований дана характеристика сортам-эталонам (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика сортов-эталонов проса африканского в испытании на ООС,
среднее за 2015-2017 гг.**

Название сорта-эталона	Длина вегетационного периода, сут.	Высота растения, см	Длина метёлки, см	МТС, г	Урожайность, т/га	
	Посев – созревание				зелёной массы	зерна
Согур	102	182	15,9	11,7	73,9	2,10
Кормовое 151	112	150	15,3	6,7	45,0	1,39
Приаральское 83	114	121	11,7	13,0	50,0	1,35
Приаральское остистое	120	178	16,2	11,0	66,1	1,51
Pusa 415	128	205	19,3	10,7	72,2	1,85

Кормовое 151 – среднеспелый, со средней интенсивностью начального роста, средним сроком вымётывания и созревания. Среднерослый, имеет средний по длине тонкий стебель, прямостоячий куст, короткий узкий предпоследний лист, среднюю выраженность антоциана на метёлке и пыльниках, среднюю по длине, тонкую плотную веретенообразную форму метёлки, с отсутствием щетинок, мелкозёрную зерновку, обратно-яйцевидной формы с низкой массой 1000 семян (6,5-6,8 г), имеет мучнистый эндосперм.

Приаральское 83 – среднеспелый, низкорослый, с короткими стеблем и метёлкой, с отсутствием антоциановой окраски метёлки и пыльников, с отсутствием щетинок, со средней по длине толстой овальной формой метёлкой, с крупной округлой зерновкой и высокой массой 1000 семян (12,7-13,3 г).

Приаральское остистое – среднепозднеспелый, высокорослый, с сильной антоциановой окраской метёлки и пыльников, с наличием щетинок, с бурой окраской цветковых плёнок и сизой окраской зерновки без плёнок, со средней крупностью и массой 1000 семян (10,8-11,2 г).

Лучший гибрид индийской селекции **Pusa 415** – позднеспелый, с низкой интенсивностью начального роста, поздним вымётыванием и созреванием. Растения высокорослые, имеют очень длинный стебель и метёлку со слабым наличием антоциана на метёлке и пыльниках, с отсутствием щетинок, с рыхлой конической формой метёлки, со средней крупностью и массой 1000 семян (10,5-10,9 г).

Разрабатывая методику испытания на отличимость, однородность и стабильность проса африканского (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br), нам удалось выявить лучшие сорта-эталоны отечественной и зарубежной селекции, перекрывающие спектр разнообразия и варьирования признаков, с максимальной доступностью и объективностью исследований, для изучения и проведения испытаний будущих сортов.

Согур создан методом многократного индивидуального отбора по скороспелости, крупнозёрности, озёрнённости из гибридной популяции: CSM 4421 (США) × [(Уран × ВИР к-56 (Саратовская обл.) × Приаральское 83]. Раннеспелый, с ускоренным начальным развитием, быстрым и дружным вымётыванием, цветением и созреванием. Сорт высокорослый, имеет длинный стебель средней толщины, полупрямостоячий тип куста, наклонённый лист со средней длиной и шириной пластинки, среднюю антоциановую окраску метёлки и пыльников, среднюю длину, толщину и плотность метёлки конической формы, отсутствие щетинок, кремовую окраску цветковых плёнок, овальную серо-кремовую зерновку (без плёнок), крупное зерно с высокой массой 1000 семян (11,5-12,5 г), полустекловидную консистенцию эндосперма. Характеризуется более высокой урожайностью зерна 2,10 т/га (в среднем за 216-2018 гг.), что на 7 центнеров больше, чем у стандарта Кормовое 151, зелёной массы – 73,9 т/га (+19 т/га с st) и абсолютно сухого

вещества 16 т (+5,7 т к st). Сорт устойчив к засухе, полеганию и осыпанию, крупнозёрный, масса 1000 семян 11,7 г, что почти вдвое превосходит стандарт Кормовое 151 (6,7 г) (табл.1).

По большинству признаков высоко пластичный сорт Согур дал среднюю степень выраженности, превосходя указанные сорта-эталон в ключевых признаках отличия. Это даёт основание считать Согур сортом-эталон и новым российским стандартом, тем более, что за последние 4 года он прошёл успешное испытание по всей территории европейской части России, начиная с самого северного ареала возделывания Северного региона (Архангельская обл.) и Северо-Западного (Калининградская обл.) и завершая самым южным Северо-Кавказским регионом (Кабардино-Балкария). В условиях Северного региона РФ (Архангельский НИИСХ) исследования сорта Согур проводили в 2016-2018 гг. на базе опытного поля ФГУП «Холмогорское» на дерново-слабоподзолистых среднесуглинистых почвах, наиболее распространенных в Архангельской области. Предшественник – картофель. По данным Шаманина А.А. вегетационный период до первого скашивания составил 40-45 сут. (фаза цветения), высота растений 130-140 см, урожайность зелёной массы 40-50 т/га. По данным Калининградского НИИСХ (Буянкин Н.И.) урожайность зелёной массы составила 35-40 т/га. В условиях степной зоны Республики Кабардино-Балкария (ССФ «Отбор») получена урожайность 2,1 т/га, зелёной массы около 35 т/га.

До создания сорта Согур, лучшим по урожайности зерна – 2,27 т/га (1999 г. и 2017 г.), был гибрид проса африканского Pusa 415. В 2017 г. первый сорт селекции ФНЦ ЗБК Согур дал среднюю урожайность в ширококормном посеве 2,57 т/га, а при рядовом посеве в 2015–2016 гг. на Шатиловской СХОС – 4,5–5,1 т/га. В производственных испытаниях в Орловской области в ООО «Дубовицкое» (2019 г.) на площади 50 га урожайность зерна сорта Согур составила 1,9 т/га, зелёной массы – 43 т/га.

В процессе уборки и подработки сорта получают голые семена без цветковых плёнок, с высокими технологическими показателями кондиционности (энергия прорастания и лабораторная всхожесть = 92–97%) и качества. Содержание протеина в абсолютно сухом веществе 13,6% (+2% к st) и зерне – 15,6% (+0,7% к st), натура зерна 785 г/л, выравненность зерна – 90%. Это открывает перспективу более широкого использования в пищевой промышленности (мучных, крупяных изделий). Сорт даёт 1–2 укоса и может быть применён как высокобелковый корм для большинства КРС в виде зелёного корма, сена, сенажа, силоса, прессованных сухих концентратов-брикетов и в качестве корма для птиц в виде зерна и комбикормов.

Особенности агротехники связаны с неглубокой заделкой семян – 3...4 см с обязательным прикатыванием, мелкосемянностью культуры (МТС=11,7г), поэтому расход семян незначителен и составляет 12-24 кг/га в зависимости от способа посева. Сорт высокотехнологичен, что подразумевает прямое комбайнирование в стадии уборочной спелости (с естественной усушкой в виде поникающих метёлок и наклона растений, с частичным обесцвечиванием антоциана, усыханием листьев и междоузлий).

По данным докторанта Муханова Н. К. (руководитель Зотиков В.И.) в 2017 году на мелкоделяночном опыте при орошении в Казахском агротехническом университете (г. Астана) с оптимальными показателями нормы высева 2 млн./га, сроком посева 3 декада мая – 1 декада июня при ширококормном посеве с междурядиями 30 см получена самая высокая урожайность зерна сорта Согур – 7,4-7,6 т/га, а без орошения – 3,1-5,9 т/га [8]

Дальнейшая селекционная работа привела к созданию нового среднеспелого крупнозёрного сорта проса африканского **Гурсо**, который в 2018 году передан в Госкомиссию по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур РФ. Сорт Гурсо (селекционная линия Pt 221) создан методом многократного индивидуального отбора на крупнозёрность, озёрнёность и высокую продуктивность из гибридной популяции, уже в качестве материнских форм выступил самый крупнозёрный на тот период полустерильный колхицинированный мутант на основе сорта Согур (Pt 220), а в качестве отцовской – высокоозёрнённый 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)].

Разновидность – *conoidum*. Растения нового сорта характеризуются высокой интенсивностью начального роста. Время вымётывания - среднее, имеют 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 плёной и без плёнок, обратно-йцевидную форму, очень высокую массу 1000 семян, полустекловидный эндосперм.

Основные отличия от стандартного сорта Согур заключаются в длине вегетационного периода, спелости, форме, окраске зерновки и заметно превышающей крупности зерна (табл. 2). По содержанию сырого протеина и сахара в абсолютно сухом веществе биомассы сорт Гурсо находится на уровне стандарта – 14,5% и 10,5% соответственно, а по содержанию белка в зерне превосходит на 1,3%.

Таблица 2

**Характеристика нового среднеспелого сорта проса африканского Гурсо
среднее за 2016-2019 гг.**

№ п/п	Показатели	Стандарт Согур	Новый сорт Гурсо
1	Урожайность зеленой массы, т/га	62,4	65,4
2	Урожайность зерна, т/га	2,40	3,02
3	Длина вегетационного периода, посев– созревание, сут.	98	107
4	Длина растения, см	171	177
5	Кустистость	5,0	5,5
6	Облиственность, %	58	60
7	Масса 1000 семян (МТС), г	11,8	14,8
8	Натура зерна, г/л	794	795
9	Биохимический состав абс. сух. вещества, %		
	сырой протеин	14,5	14,6
	сахар	10,3	10,5
10	Биохимический состав зерна, белок %	15,6	16,9

За 4 года испытания новый сорт Гурсо превзошел стандарт Согур в урожайности зелёной массы на 3 т/га (+4,8%), зерна – на 0,62 т/га (+25,8%), абсолютно сухого вещества – на 0,6 т/га (+5,3%).

В зелёной биомассе сорта Гурсо содержание абсолютно сухого вещества колебалось от 15,1 до 18,0%. В абсолютно сухом веществе нового сорта содержится 0,69 кормовых единиц, обменная энергия 9,25 МДж, сырой протеин 14,6%, переваримый протеин 9,5%, клетчатка 27,3%, сахар 10,5% (табл. 2).

Заключение

Впервые созданы сорта проса африканского, пригодные для выращивания в различных регионах РФ. Новые сорта на севере Центрально-Чернозёмного региона обеспечивают получение семян 2-4 т/га. Главным достоинством сортов Согур и Гурсо являются: ускоренный начальный рост, крупнозёрность, голозёрность, высокие показатели урожайности (особенно зерна), повышенное содержание сырого протеина (более 14%) и сахаров (более 10%), высокие кормовые достоинства, высокая технологичность возделывания.

**Статья подготовлена в рамках выполнения задания № 0636-2019-0009 Программы
ФНИ ГАН на 2020 г.**

Литература

1. Hafliger E., Scholz H. Panicoid Grass weeds. V.1 CIBA-GEIGY Ltd., Basel, Switzerland, 1980.–PP. 110-117.
2. Sidorenko V.S., Zotikov V.I., Bobkov S.V., Kotljarskiy A.I., Gurinovich S.O. Area and Production of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Russia. Advances in Broomcorn Millet Research. Proceedings of the 1st International Symposium on Broomcorn Millet. Northwest A&F University (NWSUAF), (25–31 2012. August). – Yangling, Shaanxi, People's Republic of China, – 2012. – P. 3-9.
3. 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.
4. Шукис Е.Р. Кормовые культуры на Алтае. Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ, – 2013. – 182 с.
5. Кириллов Ю.И. Африканское просо. – Алма-Ата: Кайнар, – 1968. – 56 с.
6. Тодерич К., Массино И., Попова В. и др. Перспективность внедрения африканского проса на маргинальных землях Центральной Азии // Практические рекомендации по возделыванию африканского проса на маргинальных землях Центральной Азии.– Узбекистан, Ташкент: ИКБА-ЦАЗ, – 2016. – 11 с.
7. Delhi Rajasthan, Puniab U.P., Haryana and M.P. Pearl millet, hybrids released./Panjab Singh/ Annual Report 1999-2000. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, – 2001. – PP. 19-20.
8. Зотиков В.И., Серекпаев Н.А., Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А., Ногаев А.А., Муханов Н.К. Результаты интродукции новых однолетних кормовых культур в степной зоне Северного Казахстана // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – №4 (28).- С.60-67. DOI:10.24411/2309-348X-2018-1051.

References

1. Hafliger E., Scholz H. Panicoid Grass weeds. V.1 CIBA-GEIGY Ltd., Basel, Switzerland, 1980, pp. 110-117.
2. Sidorenko V.S., Zotikov V.I., Bobkov S.V., Kotljarskiy A.I., Gurinovich S.O. Area and Production of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Russia. Advances in Broomcorn Millet Research. Proceedings of the 1st International Symposium on Broomcorn Millet. Northwest A&F University (NWSUAF), (25–31 2012. August). – Yangling, Shaanxi, People's Republic of China, 2012, pp. 3–9.
3. Gurinovich S.O., Sidorenko V.S. Metodika provedeniya ispytaniy na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost' prosa afrikanskogo (zhemchuzhnogo) *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. [Test procedure for distinctness, uniformity and stability of African (pearl) millet *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 3 (27), pp. 95-100. (In Russian)
4. Shukis E.R. Kormovye kul'tury na Altae [Forage crops in Altai]. Barnaul: *GNU Altaiskii NIISKh*, 2013, 182 p. (In Russian)
5. Kirillov Yu.I. Afrikanskoe proso [Pearl millet]. Alma-Ata: Kainar, 1968, 56 p. (In Russian)
6. Toderich K., Massino I., Popova V. et al. Perspektivnost' vnedreniya afrikanskogo prosa na marginal'nykh zemlyakh Tsentral'noi Azii [Prospects for the introduction of Pearl millet in the marginal lands of Central Asia] *Prakticheskie rekomendatsii po vozdel'yvaniyu afrikanskogo prosa na marginal'nykh zemlyakh Tsentral'noi Azii* [Practical recommendations for the cultivation of Pearl millet in the marginal lands of Central Asia]. Uzbekistan, Tashkent: IKBA-TsAZ, 2016, 11 p. (In Russian)
7. Delhi Rajasthan, Puniab U.P., Haryana and M.P. Pearl millet, hybrids released./Panjab Singh/ Annual Report 1999-2000. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, 2001, pp. 19-20.
8. Zotikov V.I., Serepkaev N.A., Stybaev G.Zh., Baitelenova A.A., Nogaev A.A., Mukhanov N.K. Rezul'taty introduktsii novykh odnoletnikh kormovykh kul'tur v stepnoi zone Severnogo Kazakhstana [The results of the introduction of new annual fodder crops in the steppe zone of Northern Kazakhstan]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no.4 (28), pp.60-67. doi:10.24411/2309-348X-2018-1051. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ МОРФОТИПА ПРОСА НА ХАРАКТЕР СВЯЗИ МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ

А.Ю. СУРКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
И.В. СУРКОВА, аспирант

ФГБНУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЛОСЫ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»
E-mail: niish1c@mail.ru

В данной статье представлены результаты исследований 2018 и 2019 гг., проведенных в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона. Нами были изучены различные морфотипы проса: сорта с развесистой и со сжатой метелкой, с прямостоячими и пониклыми листьями, с пониклой и прямостоячей метелкой, с коротким и длинным верхним междоузлем, с красным и желтым зерном. Проведен корреляционный анализ у 50 сортов разных морфотипов (по Спирмену и по Пирсону) между хозяйственно-ценными признаками. По результатам корреляционного анализа показана связь между хозяйственно-ценными признаками у различных морфотипов. Выделен наиболее перспективный морфотип для селекции сортов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона. Это краснозерные сорта проса со сжатой формой метелки, с прямостоячими листьями, с длинным верхним междоузлем, со слабой поникаемостью метелки. Эти сорта характеризовались наиболее ценными хозяйственно-полезными признаками. Примером такого сорта является новый сорт проса Степное 9, районированный по ЦЧР с 2018 года. Этот сорт относится к разновидности сангвинеум (сжатая метелка, красное зерно), имеет прямостоячие листья и метелку, а также относительно длинное верхнее междоузлие.

Ключевые слова: просо, селекция, сорт, урожайность, адаптивность, качество зерна, морфотип.

INFLUENCE OF MILLET MORPHOTYPE ON THE RELATIONSHIP BETWEEN TRAITS

A.Yu. Surkov, I.V. Surkova

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

Abstract: This article presents the results of research conducted in 2018 and 2019 in the conditions of the south-east of the Central Chernozem Region. We have studied various morphotypes of millet: varieties with a spreading and compressed panicle, with erect and drooping leaves, with a drooping and erect panicle, with a short and long upper internode, with red and yellow grain. A correlation analysis of 50 varieties of different morphotypes (according to Spearman and Pearson) between economically valuable traits was performed. According to the results of correlation analysis, the relationship between economic and valuable signs in different morphotypes is shown. The most promising morphotype for selection of varieties adapted to the conditions of the Central Chernozem region is identified. These are red-grain millet varieties with a compressed panicle shape, with erect leaves, with a long upper internode, with a weak droop of the panicle. These varieties were characterized by the most valuable economic and useful features. An example of this variety is the new millet variety Stepnoe 9, zoned according to the Central Chernozem Region since 2018. This variety belongs to the sanguineum variety (compressed panicle, red grain), has erect leaves and panicle, and a relatively long upper internode.

Keywords: millet, breeding, variety, grain yield, adaptivity, grain quality, morphotype.

Для реализации биоклиматического потенциала Центрально-Черноземного региона необходимо возделывать сорта и культуры, в наибольшей степени приспособленные к местным условиям, а также увеличивать ассортимент и улучшать качество производимой из них продукции. Просо – важная крупяная, продовольственная, кормовая и резервно-страховая культура. Помимо скороспелости и засухоустойчивости, оно имеет ряд ценных биологических и хозяйственных особенностей, выделяющих его среди других зерновых культур. Воронежская область всегда занимала и занимает первое место по посевным площадям под просом в ЦЧР. Причем, если в 90-е начало 2000 гг. в ЦЧР на Воронежскую область приходилось около 50% посевных площадей под просом, то с 2004 по 2019 гг. произошло увеличение с 60 до 90%.

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет к новым сортам проса высокие требования. В областях ЦЧР районировано 20 сортов проса: Степное 9, Привольное, Казачье, Регент, Колоритное 15, Липецкое 19, Саратовское 12, Золотистое, Саратовское желтое, Саратовское 10, Белгородское 1, Крестьянка, Спутник, Благодатное, Горлинка, Квартет, Россиянка, Саратовское 6, Быстрое, Камышинское 95.

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

Поэтому селекционная работа в Центрально-Черноземном селекцентре направлена на создание высокоурожайных сортов проса, с повышенным качеством зерна, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона.

В институте ведется селекция сортов проса с разным морфотипом: сангвинеум (сжатая метелка, красное зерно), кокцинеум (развесистая метелка, красное зерно), флявум (развесистая метелка, желтое зерно), ауреум (сжатая метелка, желтое зерно), с пониклыми и прямостоячими (эректоидными) листьями. Причем, эти сорта в разные годы имеют свои преимущества и недостатки.

Цель исследований - изучение взаимосвязи между хозяйственно-ценными признаками у разных по хозяйственно-ценным признакам и биологическим свойствам морфотипов проса и выделение наиболее перспективного морфотипа для селекции сортов, приспособленных к условиям Центрально-Черноземного региона.

Условия, материалы и методы исследований

В вегетационный период 2018 года условия для роста и развития проса сложились недостаточно благоприятно, что способствовало дифференциации сортообразцов по урожайности, качеству зерна, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам и выделению наиболее лучших по комплексу хозяйственно-ценных признаков сортообразцов (табл. 1).

Посев был проведен 18 – 19 мая в хорошо прогретую, но недостаточно увлажненную почву. Всходы появились на 10-ый день. Отмечалось замедление 1 этапа органогенеза (прорастание семян, всходы, образование вторичных корней). Наличие тепла и недостаточное количество осадков в период кущения – выметывание способствовали нарастанию удовлетворительной вегетативной массы, что в дальнейшем сказалось на озерненности метелок проса. Цветение и оплодотворение проходило при благоприятных для этого этапа условиях. В период налива и созревания зерна проса выпало 143,0 мм осадков, температура воздуха составила 22,2°С, что позволило сформировать удовлетворительную урожайность.

В вегетационный период 2019 года сложились благоприятные условия для роста и развития проса. Посев был проведен 12-16 мая в хорошо прогретую и достаточно увлажненную почву. Всходы появились на 7-ой день. Образование вторичных корней проходило в отсутствии осадков и растения были вынуждены питаться с помощью первичных корней. И только осадки (11 мм), выпавшие 26 мая, сгладили действие засухи. До

середины июня стояла засушливая погода, что отрицательно сказалось на кушении и выходе в трубку. Растения были ослаблены. С середины июня установилась благоприятная погода. Наличие тепла и достаточное количество осадков способствовали нарастанию удовлетворительной вегетативной массы. Цветение, оплодотворение и налив зерна проходили при благоприятных для этих этапов условиях, что позволило сформировать хорошую урожайность.

Таблица 1

Метеорологические условия вегетационного периода проса, 2018-2019 гг.

Показатели	Месяцы			
	Май	Июнь	Июль	Август
2018 год				
Среднесуточная температура воздуха, °С	18,2	19,2	22,3	21,7
Многолетняя средняя	15,0	19,0	21,0	20,0
Отклонение от нормы	+ 3,2	+ 0,2	+ 1,3	+ 1,7
Относительная влажность воздуха, %	53	52	64	50
Многолетняя средняя	58	62	62	61
Отклонение от нормы	– 5	– 10	+ 2	– 11
Количество осадков, мм	7,3	1,0	44,7	3,7
Многолетняя средняя	15,3	20,0	19,0	16,7
Отклонение от нормы	– 8,0	– 8,7	+ 17,0	– 3,7
2019 год				
Среднесуточная температура воздуха, °С	17,2	22,1	19,3	19,1
Многолетняя средняя	15,0	19,0	21,0	20,0
Отклонение от нормы	+ 2,2	+ 3,1	– 1,7	– 0,9
Относительная влажность воздуха, %	62	52	63	62
Многолетняя средняя	58	62	62	61
Отклонение от нормы	+ 4	– 10	+ 1	+ 1
Количество осадков, мм	13,6	11,3	36,0	13,0
Многолетняя средняя	15,3	20,0	19,0	16,7
Отклонение от нормы	– 1,7	– 19,0	– 7,7	– 13,0

Полевые опыты были заложены в южном селекционном севообороте НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. Предшественник – яровая пшеница. Стандарт – районированный по ЦЧР сорт Саратовское 6. Сорта высевались бесповторностным способом по методике П.П. Литуна [1], стандарт размещен через 4 делянки, размер делянки 6,8 м². Фенологические наблюдения, оценки и градации признаков были проведены в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции проса [2], Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [3], Широким унифицированным классификатором СЭВ и международным классификатором СЭВ вида *Panicum miliaceum* L. [4], Методикой проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность (*Panicum miliaceum* L.) [5].

Для выявления взаимосвязи между хозяйственно-ценными признаками у различных морфотипов (с развесистой и сжатой формой метелки, с прямостоячим и пониклым расположением листа на стебле, с пониклой и слабо пониклой метелкой, выраженных в баллах) нами был проведен корреляционный анализ (по Спирмену и по Пирсону) у 50 сортов разных морфотипов, изученных в 2018 и 2019 гг.

При оценке технологических и потребительских качеств учитывались: крупность зерна (масса 1000 зерен), пленчатость, выход пшена, консистенция и яркость ядра, наличие меланозных ядер. Пораженность проса меланозом определялась соотношением порченных и здоровых обрубленных зерен в 3-х кратной повторности. В лаборатории генетических основ

качества сельскохозяйственной продукции определялись биохимические показатели: содержание белка, жира, сахара, крахмала, каротиноидов.

Результаты и обсуждение

При изучении взаимосвязей между морфологическими признаками, нами было установлено, что у образцов с развесистой метелкой была больше поникаемость метелки ($r = -0,17 - 0,41$), высота растения ($r = -0,24 - 0,39$), длина метелки ($r = -0,36 - 0,55$), длина второй снизу веточки ($r = -0,31 - 0,36$), выше урожайность ($r = -0,33$) и число зерен с 1 м² ($r = -0,39$) в 2018 году, а в 2019 году выход пшеницы ($r = -0,49$) и пленчатость ($r = -0,33$) (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена между хозяйственно-ценными признаками у различных морфотипов проса

Показатели	Форма метелки		Расположение листа на стебле	
	2018	2019	2018	2019
Форма метелки, балл	–	–	– 0,08	– 0,62***
Расположение листа на стебле, балл	– 0,08	– 0,62***	–	–
Вегетационный период, дней	– 0,20	– 0,29*	– 0,45***	0,09
Поникаемость метелки, балл	– 0,17	– 0,41**	0,12	0,52***
Устойчивость к полеганию, балл	0,15	0,48***	0,03	– 0,54***
Засухоустойчивость, балл	– 0,26	0,20	– 0,60***	– 0,40**
Продуктивность метелки, г	0,27	0,52***	– 0,25	– 0,38**
Плотность метелки	0,37**	0,47***	0,11	– 0,11
Масса 1000 зерен, г	0,44**	0,53***	0,05	– 0,23
Высота растения, см	– 0,24	– 0,39**	– 0,35*	0,03
Длина метелки, см	– 0,36**	– 0,55***	– 0,29*	0,17
Длина верхнего междоузлия	– 0,03	– 0,21	– 0,27	– 0,08
Длина 2-ой снизу веточки, см	– 0,31*	– 0,36*	– 0,35*	0,03
Число веточек первого яруса, шт	0,05	0,20	– 0,10	– 0,17
Число зерен в метелке, шт	0,21	0,43**	– 0,28*	– 0,38**
Число зерен с 1 м ² , шт	– 0,39**	– 0,15	– 0,53***	– 0,01
Урожайность, т/га	– 0,33*	– 0,02	– 0,57***	– 0,07
Полтавский индекс	0,31*	0,56***	– 0,21	– 0,29*
Мексиканский индекс	0,45***	0,62***	– 0,14	– 0,34*
Канадский индекс	0,50***	0,59***	– 0,15	– 0,37**
Индекс линейной плотности метелки	0,44**	0,57***	– 0,22	– 0,39**
Уборочный индекс	– 0,10	0,29*	– 0,02	0,05
Индекс аттракции	– 0,11	0,30*	– 0,01	0,05
Содержание меланозных ядер, %	0,24	0,47***	0,46***	– 0,44**
Пленчатость, %	0,11	– 0,33*	0,07	0,15
Выход пшеницы, %	– 0,02	– 0,49***	0,01	0,39**
Яркость ядра, балл	– 0,17	0,14	– 0,15	– 0,12
Содержание белка, %	– 0,03	– 0,12	0,06	– 0,28*
Содержание крахмала, %	0,54***	0,33*	0,07	– 0,19
Содержание каротиноидов, мг/кг	0,17	0,29*	– 0,28*	– 0,27

Примечание: здесь и далее *, **, *** – достоверно соответственно на 5%, 1%, 0,1% на уровне значимости.

У образцов со сжатой метелкой была выше плотность метелки ($r = 0,37 \dots 0,47$), слабая поникаемость метелки ($r = -0,17 \dots -0,41$), выше устойчивость к полеганию ($r = 0,15 \dots 0,48$), масса 1000 зерен ($r = 0,44 \dots 0,53$), продуктивность метелки ($r = 0,27 \dots 0,52$), число

зерен в метелке ($r = 0,21 \dots 0,43$), полтавский индекс ($r = 0,31 \dots 0,56$), мексиканский индекс ($r = 0,45 \dots 0,62$), канадский индекс ($r = 0,50 \dots 0,59$), индекс линейной плотности метелки ($r = 0,44 \dots 0,57$), содержание крахмала ($r = 0,33 \dots 0,54$), но и содержание меланозных ядер было выше ($r = 0,24 \dots 0,47$). Сжатые формы превышали по содержанию каротиноидов развесистые формы.

У образцов с прямостоячими листьями была выше засухоустойчивость ($r = -0,40 \dots -0,60$), продуктивность метелки ($r = -0,25 \dots -0,38$), число зерен в метелке ($r = -0,28 \dots -0,38$), число зерен с 1 м^2 ($r = -0,53$) и урожайность ($r = -0,57$) в 2018 году, полтавский индекс ($r = -0,21 \dots -0,29$), мексиканский индекс ($r = -0,14 \dots -0,34$), канадский индекс ($r = -0,15 \dots -0,37$), индекс линейной плотности метелки ($r = -0,22 \dots -0,39$), содержание каротиноидов ($r = -0,27 \dots -0,28$).

У образцов с пониклыми листьями была выше поникаемость метелки ($r = 0,12 \dots 0,52$), особенно в 2019 году (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции Спирмена и Пирсона между хозяйственно-ценными признаками у различных морфотипов проса

Показатели	Поникаемость метелки		Длина верхнего междоузлия	
	2018 год	2019 год	2018 год	2019 год
Форма метелки, балл	-0,17	-0,41**	-0,03	-0,21
Расположение листа на стебле, балл	0,12	0,52***	-0,27	-0,08
Вегетационный период, дней	-0,04	0,21	0,44**	0,58***
Поникаемость метелки, балл	-	-	-0,09	-0,04
Устойчивость к полеганию, балл	-0,60***	-0,64***	-0,07	0,09
Засухоустойчивость, балл	-0,12	-0,09	0,58***	0,37**
Продуктивность метелки, г	-0,10	-0,35*	0,51***	0,19
Плотность метелки	-0,11	-0,32*	-0,58***	-0,43**
Масса 1000 зерен, г	-0,18	-0,34*	0,26	-0,04
Высота растени, см	-0,09	0,30*	0,72***	0,69***
Длина метелки, см	0,08	0,36**	0,61***	0,46***
Длина верхнего междоузлия	-0,09	-0,04	-	-
Длина 2-ой снизу веточки, см	-0,01	0,23	0,53***	0,48***
Число веточек первого прядка, шт	0,03	-0,08	0,05	-0,16
Число зерен в метелке, шт	-0,10	-0,31*	0,50***	0,20
Число зерен с 1 м^2 , шт	0,12	0,22	0,22	-0,02
Урожайность, т/га	0,10	0,13	0,27	-0,03
Полтавский индекс	-0,05	-0,31*	0,01	-0,27
Мексиканский индекс	-0,06	-0,43**	0,43**	-0,04
Канадский индекс	-0,12	-0,38**	0,25	0,06
Индекс линейной плотности метелки	-0,12	-0,37**	0,22	0,03
Уборочный индекс	0,17	-0,02	0,22	-0,62***
Индекс аттракции	0,18	-0,02	0,24	-0,67***
Содержание меланозных ядер, %	-0,03	-0,44**	-0,50***	-0,25
Пленчатость, %	0,01	0,20	-0,19	0,34*
Выход пшени, %	-0,24	0,38**	0,26	0,44**
Яркость ядра, балл	-0,22	-0,10	0,45***	0,43**
Содержание белка, %	0,17	-0,08	-0,17	0,46***
Содержание крахмала, %	-0,07	-0,28*	-0,33*	0,04
Содержание каротиноидов, мг/кг	0,42**	-0,15	0,36**	0,36**

Содержание меланозных ядер было выше у образцов с пониклыми листьями в 2018 году ($r = 0,46$), а в 2019 году у образцов с прямостоячими листьями ($r = -0,44$). По нашему мнению, более сильная пораженность меланозом образцов с прямостоячими листьями связана с тем, что в 2019 году образцы с прямостоячими листьями имели прямостоячую метелку и в условиях избыточного увлажнения в период выметывания – полной спелости сильнее поразились меланозом.

Понижаемость метелки была в обратной связи с устойчивостью к полеганию ($r = -0,60 \dots -0,64$), т.е. образцы с пониклой метелкой сильнее полегли.

Образцы со слабо пониклой метелкой, особенно в 2019 году, имели большую продуктивность метелки ($r = -0,35$), плотность метелки ($r = -0,32$), массу 1000 зерен ($r = -0,34$), большее число зерен в метелке ($r = -0,31$), содержание меланозных ядер ($r = -0,44$), содержание крахмала ($r = -0,28$), выше полтавский индекс ($r = -0,31$), мексиканский индекс ($r = -0,43$), канадский индекс ($r = -0,38$), индекс линейной плотности метелки ($r = -0,37$), но меньший выход пшеницы ($r = 0,38$).

В селекции зерновых культур определенное внимание отводится верхнему междоузлию [6, 7, 8, 9]. Поэтому в наших исследованиях этому признаку было уделено особое внимание.

При изучении взаимосвязей признаков было выявлено, что длина верхнего междоузлия положительно коррелировала с продуктивностью ($r = 0,19 \dots 0,61$), с длиной вегетационного периода ($r = 0,44 \dots 0,58$), с засухоустойчивостью ($r = 0,37 \dots 0,58$), с высотой растения ($r = 0,69 \dots 0,72$), с длиной метелки ($r = 0,46 \dots 0,61$), с числом зерен в метелке ($r = 0,20 \dots 0,50$), с длиной второй снизу веточки ($r = 0,48 \dots 0,53$), с содержанием каротиноидов ($r = 0,36$), а в 2018 году – с мексиканским индексом ($r = 0,43$). Длина верхнего междоузлия отрицательно коррелировала с плотностью метелки ($r = -0,43 \dots -0,58$), с содержанием меланозных ядер ($r = -0,25 \dots -0,50$), а в 2019 году – с уборочным индексом ($r = -0,62$) и индексом аттракции ($r = -0,67$). Желтозерные формы уступали краснозерным по качеству зерна.

Заключение

Таким образом, по результатам проведенных исследований в 2018 и 2019 гг., наиболее перспективным морфотипом для условий юго-востока ЦЧР являются краснозерные сорта проса со сжатой формой метелки, с прямостоячими листьями, с длинным верхним междоузлем, слабой поникаемостью метелки. Эти сорта характеризовались наиболее ценными хозяйственно-полезными признаками. Примером такого сорта является новый сорт проса Степное 9, районированный по ЦЧР с 2018 года. Этот сорт относится к разновидности сангвинеум (сжатая метелка, красное зерно), имеет прямостоячие листья и метелку, а также относительно длинное верхнее междоузлие.

Номер научного направления – 0621-2019-0013 «Создать, изучить и выделить новые генотипы проса по комплексу хозяйственно-ценных признаков и устойчивости к вредным объектам в условиях ЦЧЗ».

Литература

1. Литун П.П. Критерий оценки номеров в селекционном питомнике // Селекция и семеноводство: Республиканский межведомственный тематический научный сборник. – Киев: «Урожай», – 1973. – Вып. 25. – С. 52-58.
2. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф. Методические указания по изучению мировой коллекции проса. – Ленинград, – 1988. – 30 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., – 1989. – Вып. 2. – 194 с.
4. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф., Корнейчук В.А., Баня Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ вида *Panicum miliaceum* L. – Л., – 1982. – 25 с.
5. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) // Официальный бюллетень Госкомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений, – М., – 1999 – С. 439-446.
6. Андреева З.В., Цильке Л.М. Характер генотипической и паратипической изменчивости длины верхнего междоузлия у сортов мягкой яровой пшеницы при внутривидовой гибридизации // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2005. – № 2 (3). – С. 77-81.

7. Ионов Е.В. Устойчивость к полеганию растений озимой твердой пшеницы // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 8. – С. 56- 57.
8. Лазаревич С.В. Взаимосвязь признаков анатомического строения стебля у короткостебельных сортообразцов овса посевного // Вестник Белорусской сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3. – С. 66- 69.
9. Пасынкова Е.Н., Завалин А.А. Роль колоса, листьев, стеблевых узлов и междоузлий в накоплении белка в зерне яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 9 – С. 27-29.

References

1. Litun P.P. *Kriterii otsenki nomerov v selektsionnom pitomnike* [Criteria for evaluating numbers in a breeding nursery. Breeding and seed production: Republican interdepartmental thematic scientific collection]. Kiev: «Urozhai» Publ., 1973, Iss. 25, pp. 52 – 58. (In Russian)
2. Agafonov N.P., Kurtseva A.F. Guidelines for the study of the world collection of millet. Leningrad, 1988, 30 p. (In Russian)
3. Methodology of state variety testing of crops, M., 1989, Iss. 2, 194 p. (In Russian)
4. Agafonov N.P., Kurtseva A.F., Korneichuk V.A., Banyai L. The wide unified CMEA classifier and the international CMEA classifier of the species *Panicum miliaceum* L. L., 1982, 25 p. (In Russian)
5. Methodology for testing distinctness, uniformity and stability. Common millet (*Panicum miliaceum* L.). *Ofitsial'nyi byulleten' Goskomissii RF po ispytaniyu i okhrane selektsionnykh dostizhenii* — *Official Bulletin of the State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements*, M., 1999, pp. 439 – 446. (In Russian)
6. Andreeva Z.V., Tsil'ke L.M. The nature of genotypic and paratypic variability of the length of the upper internode in varieties of soft spring wheat with intraspecific hybridization . *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* — *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*, 2005, no. 2 (3), pp. 77 – 81. (In Russian)
7. Ionova E.V. Resistance to lodging of plants of winter durum wheat. *Agrarnyi vestnik Urala* — *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2009, no. 8, pp. 56 – 57. (In Russian)
8. Lazarevich S.V. Interconnection of signs of the anatomical structure of the stem in short-stem varietal specimens of field oats. *Vestnik Belorusskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*— *Bulletin of the Belarusian Agricultural Academy*, 2016, no. 3, pp. 66 – 69. (In Russian)
9. Pasyunkova E.N., Zavalin A.A. The role of the ear, leaves, stem nodes and internodes in the accumulation of protein in spring wheat grain. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* — *Achievements of science and technology of agribusiness*, 2012, no. 9 – pp. 27–29. (In Russian)

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ БЕЛКА ЗЕРНА ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО

Е.Н. ШАБОЛКИНА¹, кандидат сельскохозяйственных наук
С.Н. ШЕВЧЕНКО¹, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН
Г.А. БАТАЛОВА², доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН
А.В. ВАСИН³, доктор сельскохозяйственных наук
Н.В. АНИСИМКИНА¹, старший научный сотрудник
А.А. БИШАРЕВ¹, кандидат сельскохозяйственных наук

¹САМАРСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ САМНЦ РАН,
E-mail: samniish@mail.ru

²ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СЕВЕРО-ВОСТОКА ИМЕНИ
Н.В. РУДНИЦКОГО»,
E-mail: g.batalova@mail.ru;

³ФГБОУ ВО САМАРСКИЙ ГАУ, 8 (846) 248-18-41;
E-mail: ssaa - samara@mail.ru

В исследованиях выявлено значительное преимущество голозерных сортов овса Бекас и Багет по содержанию белка в зерне по сравнению с пленчатым сортом-стандартом Конкур. Приведены данные по изучению аминокислотного состава, свидетельствующие о биологической ценности белка зерна овса голозерного и возможности использования его в качестве добавки для повышения питательной ценности продуктов питания. Для характеристики биологической ценности белка были рассчитаны: аминокислотный скор и коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %). Более высокое содержание незаменимых аминокислот от суммы всех аминокислот белка было отмечено у сорта Бекас (33,3%). Белок зерна овса Багет имел большее количество заменимых аминокислот - 69,1% от общей суммы аминокислот. По отношению к эталону в белке зерна овса голозерного наблюдали дефицит ряда незаменимых аминокислот – лизин, треонин, валин. По содержанию трех лимитирующих незаменимых аминокислот выделился сорт Бекас – 91,4%, при 83,6% у сорта Багет, но его биологическая ценность немного ниже, чем у сорта Багет из-за избытка незаменимых аминокислот (выше норм рекомендованных ФАО/ВОЗ на 18,0%). Уменьшение избыточного количества незаменимых аминокислот в белке (превышение физиологически необходимой нормы (эталона) у сорта Багет на 10,6%) повышает сбалансированность белка за счет снижения различия аминокислотных скоров (КРАС), а биологическая ценность белка при этом возрастает. В связи с нарушением количественного соотношения незаменимых аминокислот (по отношению к эталону) КРАС белка зерна овса Бекас составляет 26,3%, сорта Багет – 23,5%, а биологическая ценность составила соответственно 73,7% и 76,5%.

Ключевые слова: овес голозерный (*Avena sativa* subspecies *nudisativa*), белок, аминокислотный состав, незаменимые аминокислоты, заменимые аминокислоты, биологическая ценность.

STUDY OF BIOLOGICAL VALUE OF PROTEIN OF NAKED OATS GRAIN
E.N. Shabolkina¹, **S.N. Shevchenko**¹, **G.A. Batalova**², **A.V. Vasin**³, **N.V. Anisimkina**¹,
A.A. Bisharev¹

¹SAMARA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE — A BRANCH OF FSBSI THE
SAMARA SCIENTIFIC CENTER OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

²FSBSI «N.V. RUDNITSKY FEDERAL AGRICULTURAL SCIENTIFIC CENTER OF NORTH-EAST »

³SAMARA STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: *In long-term studies (2017-2019), a significant advantage of the bare-grain varieties of oats Bekas and Baguette in terms of protein content in grain over membranous variety-standard Konkur was established. In this regard, studies have been carried out to study the amino acid composition of the grain of this crop, with the aim of establishing the biological value of the protein of the grain of naked oat, and the possibility of using it as an additive to increase the nutritional value and quality of food products by increasing the proportion of essential amino acids in them. Grain samples of two varieties of naked oats Baguette and Bekas were used as experimental material. The amino acid composition of proteins was determined using the capillary electrophoresis system "KAPEL-105M". To determine the biological value of oat protein, the following parameters were calculated: amino acid score, amino acid score difference coefficient (CRA, %). The largest number of essential amino acids is characterized by grain protein of the Bekas variety (66,9 g / kg), which account for 33,3% of the sum of all amino acids, and the Baguet variety is 69,1% of the total number of essential amino acids. In relation to the standard, in the protein of the naked oat grain there is a deficiency of such essential amino acids as lysine, threonine and valine. By the content of three limiting essential amino acids, the Bekas variety stood out – 91,4% (Baguette variety – 83,6%), but its biological value is slightly lower than that of Baguette variety due to the excess of essential amino acids (18 , 0%). A decrease in the excess amount of essential amino acids in the protein (excess of the physiologically necessary norm (standard) in the Baguette variety by 10,6%) increases its balance by reducing the difference in amino acid scores (KRAS), and the biological value of the protein increases. Due to the violation of the quantitative ratio of essential amino acids (relative to the standard), the KRAS of the protein of the grain of the Bekas variety is 26,3%, the Baguette variety is 23,5%, the biological value is 73,7% and 76,5%, respectively. The results of the studies indicate the possibility of using the varieties of naked oats Bekas and Baguette as an additive in various fields of production in order to increase nutritional value and obtain more biologically valuable products by increasing the proportion of essential amino acids in them.*

Keywords: naked oat (*Avena sativa* subspecies *nudisativa*), protein, amino acid composition, essential amino acids, non-essential amino acids, biological value.

Пищевую ценность зерна определяет не только химический состав, соотношение питательных веществ, но состав, свойства и усвояемость белков. Белок овса превосходит белок пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы, проса по качеству аминокислотного состава, имеет большую биологическую ценность и поэтому принят за мерилу питательности – кормовую единицу [1, 2]. Он легко усваивается, так как его аминокислотный состав близок к физиологически необходимой норме (эталону) по данным ФАО/ВОЗ, и может использоваться организмом для создания собственных белков [3]. Содержание белка в зерне голозерных сортов значительно превосходит белковость пленчатых сортов [4], в связи с чем, исследования направленные на изучение аминокислотного состава и биологической ценности белка зерна голозерного овса актуальны.

Незаменимые аминокислоты (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин) не синтезируются в организмах человека и животных, но крайне необходимы для нормальной жизнедеятельности. Недостаток данных аминокислот (лимитирующие или дефицитные), находящихся в очень малых количествах в продуктах растительного происхождения, ведет к серьезным нарушениям в работе всего организма, а их отсутствие ограничивает полноту использования белков [5]. Для питания необходимы белки, аминокислотный состав которых близок к среднему аминокислотному составу организма человека, при этом важен не только определенный набор аминокислот, но и их соотношение, недостаток одной какой-либо препятствует использованию других аминокислот (Лысиков Ю.А., 2012, Радчиков В.И. др., 2010). Белок овса голозерного по

аминокислотному составу более сбалансирован по сравнению с другими зерновыми культурами и продукты его переработки могут использоваться в хлебопечении как добавка к пшеничной муке для повышения питательной ценности хлеба [6, 7, 8]. Зерно овса используется как составная часть зерновых кормосмесей и комбикормов для увеличения общего содержания аминокислот и биологической ценности данных кормов [9, 10].

Цель исследований – определить биологическую ценность белка зерна овса голозерного для использования его в виде добавок с целью повышения качества продуктов питания и кормов.

Материал и методика исследований.

Исследования проведены на экспериментальной базе Самарского НИИСХ в 2017-2019 гг. В качестве экспериментального материала использовали образцы зерна сортов голозерного овса Багет и Бекас совместной селекции ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока им. Н.В.Рудницкого», ФГБНУ «Фаленская селекционная станция» и ФГБНУ «Самарский НИИСХ». Содержание белкового азота определяли по методу Кьельдаля с последующим умножением на коэффициент пересчета азота на белок. Аминокислотный состав белков – с помощью системы капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-105М» в испытательной научно-исследовательской лаборатории Самарского ГАУ. Метод основан на разложении пробы кислотным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы, дальнейшим их разделением и количественным определением с помощью капиллярного электрофореза. Для определения биологической ценности белка овса голозерного были рассчитаны следующие показатели: аминокислотный скор, коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %). Аминокислотный скор показывает процентное отношение незаменимых аминокислот в белке овса к их содержанию в «идеальном белке» (физиологически необходимая норма (эталон) по данным ФАО/ВОЗ). КРАС отражает избыточное количество незаменимых кислот неиспользуемых в белковом строительстве. Биологическую ценность рассчитывали по формуле: БЦ (%) = 100 – КРАС.

Результаты исследований и их обсуждение

Количество белка варьирует в зависимости от сорта, климатических условий, географической зоны выращивания. Исследования в условиях Среднего Поволжья показали значительное преимущество голозерных сортов овса Бекас и Багет по содержанию белка в зерне над пленчатым сортом-стандартом Конкур (табл. 1).

Изучаемые сорта Бекас и Багет в 2019 году в конкурсном сортоиспытании сформировали максимальное количество белка 20,4%, что выше на 5,7% показателя белковости у пленчатого сорта Конкур.

Таблица 1

Содержание белка в зерне овса пленчатого и голозерного

№	Сорт	Годы, %			
		2017	2018	2019	Среднее
1	Конкур, st	13,9	14,0	14,7	14,2
2	Бекас	16,1	19,4	20,4	18,6
3	Багет	15,6	19,8	20,4	18,6
НСР _{0,05}		2,8			

В многочисленных работах [1, 4] отмечено не только преимущество голозерного овса по отношению к пленчатым сортам по содержанию белка, но и по более сбалансированному аминокислотному составу. Наши дальнейшие исследования были направлены на изучение биологической ценности новых сортов голозерного овса Бекас и Багет.

Наибольшая массовая доля незаменимых аминокислот, отвечающих за питательную ценность белков, у изученных сортов отмечена у овса Бекас (33,3%) по отношению ко всем аминокислотам в зерне.

Анализ содержания и соотношения отдельных незаменимых аминокислот свидетельствует о том, что больше всего в белке изучаемых сортов овса голозерного Бекас и

Багет таких аминокислот как лейцин + изолейцин. На их долю в зерне приходится 22,24 и 23,88 г/кг соответственно по сортам или 11,5 и 12,3% от суммы всех аминокислот (табл. 2). Максимальная суммарная массовая доля данных незаменимых аминокислот выявлена у сорта Бекас.

Содержание лизина в зерне сортов Бекас и Багет составило 7,17 и 8,52 г/кг соответственно, гистидина 3,33 и 4,22 г/кг, валина 8,32 и 8,50 г/кг, метионина 3,18 и 3,68 г/кг, треонина 5,78 и 6,23 г/кг, триптофана 2,46 и 2,52 г/кг и фенилаланина 8,05 и 9,91 г/кг.

Сравнительный анализ аминокислотного сора белка сортов овса голозерного относительно эталонного белка показал, что первой лимитирующей незаменимой аминокислотой является лизин, второй – треонин, третьей – валин. Дефицит трех лимитирующих аминокислот, ограничивающих полноту использования белков, у сортов овса голозерного Бекас составил 8,6%, у сорта Багет – 16,4%.

Наибольшее содержание лизина - первой лимитирующей незаменимой аминокислоты выявлено в белке зерна овса голозерного Бекас – 8,52 г/кг. Значения аминокислотного сора составляло для данного сорта 88,2%, для овса Багет – 74,4% (табл. 3).

Для сорта Бекас наблюдали также наибольший показатель содержания треонина в белке зерна – 6,23 г/кг, несколько меньшее содержание треонина было отмечено у сорта Багет (5,78 г/кг). Аминокислотный сора второй лимитирующей незаменимой аминокислоты составил относительно физиологически необходимой нормы соответственно по сортам 88,8% и 82,4%.

Содержание третьей лимитирующей незаменимой аминокислоты валин в белке зерна у сортов Бекас (8,50 г/кг) и Багет (8,32 г/кг) было практически на одном уровне, а показатели аминокислотного сора 97,0% и 94,8% соответственно.

На долю заменимых аминокислот в белке зерна овса голозерного, в зависимости от сорта приходится 66,7 и 69,1% от суммы всех аминокислот. Максимальное их количество отмечено для сорта Багет (136,81 г/кг).

Значительную долю заменимых аминокислот составляют глутаминовая кислота + глутамин, количество которых от суммы всех аминокислот для сортов Бекас – 37,63 г/кг, Багет - 43,40 г/кг. Наименьшее количество заменимых аминокислот в белке зерна сортов овса голозерного: тирозина (4,10 и 4,66 г/кг), серина (6,74 и 8,98 г/кг) и цистеина (7,42 и 7,74 г/кг).

Исследования показали, что в 1 г белка зерна сорта Бекас количество незаменимых аминокислот составляет в среднем 424,7 мг, у сорта Багет – 398,1 мг или соответственно 118,0% и 110,6% относительно норм рекомендованных ФАО/ВОЗ [5].

Содержание трех лимитирующих незаменимых кислот (лизин, треонин, валин) ниже эталонных показателей: у сорта Бекас - 91,4% , сорта Багет – 83,6%. Отклонение аминокислотных скоров, как в меньшую сторону, так и в большую (> 100%) является нежелательным в связи с невозможностью организмом использовать аминокислоты для белкового строительства. Для более полной оценки качества белка был рассчитан коэффициент различия аминокислотных скоров (КРАС, %). Из-за нарушения количественного соотношения незаменимых аминокислот по отношению к физиологической норме (эталону) КРАС белка зерна сорта Бекас составляет 26,3%, сорта Багет – 23,5%, биологическая ценность соответственно 73,7% и 76,5%.

Установлено, что среди изученных сортов овса голозерного большее количество первой (лизин), второй (треонин) и третьей (валин) лимитирующих незаменимых аминокислот имеет белок зерна сорта Бекас, но его биологическая ценность несколько ниже, чем у овса Багет из-за избытка незаменимых аминокислот (выше норм рекомендованных ФАО/ВОЗ на 18,0%). Уменьшение избыточного количества незаменимых аминокислот в белке (превышение физиологически необходимой нормы (эталона) у сорта Багет на 10,6%) повышает биологическую ценность его белка за счет снижения различия аминокислотных скоров (КРАС).

Таблица 2

Аминокислотный состав зерна сортов овса голозерного, 2018 год.

№ п/п	Название сорта	Незаменимые аминокислоты, г/кг									Заменимые аминокислоты, г/кг									
		лизин	гистидин	лейцин + изолейцин	валин	метионин	треонин	триптофан	фенилаланин	всего	аланин	аргинин	аспар. кислота + аспарагин	глицин	глут. кислота + глутамин	пролин	серин	тирозин	цистеин	всего
1	Бекас	8,52	4,22	23,88	8,50	3,18	6,23	2,46	9,91	66,90	8,59	26,78	20,72	9,05	37,63	10,71	8,98	4,10	7,74	134,30
2	Багет	7,17	3,33	22,24	8,32	3,68	5,78	2,52	8,05	61,09	7,90	27,50	21,67	7,59	43,40	9,93	6,74	4,66	7,42	136,81

Таблица 3

Биологическая ценность белка зерна овса голозерного, 2018 г.

Незаменимые амино- кислоты	Содержание аминокислот в 1 г белка, мг «эталонный белок»	Сорт							
		Бекас				Багет			
		Содержан аминокислот в 1 г белка, исслед. образца, мг	Амино- кислот. скор, АКС, %	Коэф. различ. аминок. скор, КРАС, %	Биологическа я ценность, БЦ, %	Содержан аминокислот в 1 г белка, исслед. образца, мг	Амино- кислот. скор, АКС, %	Коэф. различ. аминок. скор, КРАС, %	Биологическ ая ценность, БЦ, %
Изолейцин	40	136,1	123,7	26,3	73,7	126,8	115,2	23,5	76,5
Лейцин	70								
Лизин	55	48,5	88,2			40,9	74,4		
Метионин + цистеин	35	62,2	177,7			63,3	180,8		
Фенилаланин + тирозин	60	79,9	133,2			72,4	120,7		
Треонин	40	35,5	88,8			32,9	82,4		
Триптофан	10	14,0	140,0			14,4	143,6		
Валин	50	48,5	97,0			47,4	94,8		
ИТОГО	360	424,7				398,1			

Заключение

Наибольшим количеством незаменимых аминокислот характеризуется белок зерна сорта Бекас (66,9 г/кг), на долю которых от суммы всех аминокислот приходится 33,3%, а наибольшим количеством заменимых аминокислот – сорт Багет – 69,1% от общей суммы. По отношению к эталону в белке зерна овса голозерного отмечен дефицит таких незаменимых аминокислот как лизин, треонин и валин. Содержание данных аминокислот у сорта Бекас составило 91,4%, у сорта Багет – 83,6%. Из-за избытка некоторых незаменимых аминокислот, нарушения их количественного соотношения по отношению к физиологической норме (эталону), КРАС белка зерна сорта Бекас составляет 26,3%, сорта Багет – 23,5%, биологическая ценность соответственно 73,7% и 76,5%. Результаты исследований свидетельствуют о возможности использования зерна сортов овса голозерного Бекас и Багет в качестве добавки в целях получения более биологически ценных продуктов за счет увеличения в них доли незаменимых аминокислот и повышения их питательной ценности.

Литература

1. Полонский В.И., Сурин Н.А., Герасимов С.А., Липшин А.Г. и др. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – № 23 (6). – С. 683-690.
2. Anderson O.D. The Spectrum of Major Seed Storage Genes and Proteins in Oats (*Avena sativa*) // PLoS One. – 2014. – V.9. – № 7. – P. e83569.
3. Анисимова Л.В., Ахмед С.И., Баландина Т.И. Влияние гидротермической обработки зерна на аминокислотный состав овсяной муки // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств. Материалы 21 междунар. науч.-практич. конф. (22-23 марта 2018 г.). – Барнаул, – 2018. – Ч. 2. – С. 7-9.
4. Козлова Г.Я., Акимова О.В. Сравнительная оценка голозерных и пленчатых сортов овса по основным показателям качества зерна. // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – №5. – С.87-89.
5. Singh R., De S., Belkheir A. *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview // Crit Rev Food Sci Nutr. – 2013. – Vol. 53. – № 2. – P. 126-144.
6. Плеханова Л.В. Использование муки из голозерного овса или ячменя в смеси с пшеничной для производства хлеба // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С.65-66.
7. Чалдаев П. А. Совершенствование технологий хлебобулочных изделий с добавлением продуктов переработки овса: дис. ... канд. технич. наук. – Самара. – 2013. – 153 с.
8. Manzali R., Antari A., Douaik A., Taghouti M., Bencheikroun M., Bouksaim M., Saidi N. Profiling of Nutritional and Health-Related Compounds in Developed Hexaploid Oat Lines Derivative of Interspecific Crosses // International Journal of Celiac Disease. – 2017. – Vol. 5. – № 2. – P. 72-76.
9. Андреев Н.Р., Баталова Г.А., Носовская Л.П., Адикаева Л.В., Шевченко С.Н. Оценка технологических свойств некоторых сортов голозерного овса, как сырья для производства крахмала // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1 (17). – С. 83-88.
10. Бетин А.Н., Крысин М.П., Краснослободцева А.С. Использование голозерного овса в составе комбикормов для свиней и молодняка крупного рогатого скота// Зоотехния. – 2010. – № 2. – С. 12-14.

References

1. Polonskii V.I., Surin N.A., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. et al. The study of oats varieties (*Avena sativa* L.) of different geographical origin in grain quality and productivity. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii - Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2019, no. 23(6), pp. 683-690. (In Russian)
2. Anderson O.D. The Spectrum of Major Seed Storage Genes and Proteins in Oats (*Avena sativa*). *PLoS One*, 2014, V.9, no.7, P. e83569.
3. Anisimova L.V., Akhmed S.I., Balandina T.I. [The effect of hydrothermal processing of grain on the amino acid composition of oatmeal. Modern problems of engineering and technology of food production]. *Materialy 21 mezhdunar. nauch.-praktich. konf.* [Materials 21st international scientific and practical conf.](22-23 March 2018), Barnaul, 2018, Part 2, pp. 7-9. (In Russian)
4. Kozlova G.Ya., Akimova O.V. Comparative assessment of naked and membranous varieties of oats according to the main indicators of grain quality. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya – Agricultural Biology*, 2009, no.5, pp.87-89. (In Russian)
5. Singh R., De S., Belkheir A. *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview. [Crit Rev Food Sci Nutr](#). - 2013, Vol. 53, no. 2, pp.126-144.
6. Plekhanova L.V. The use of flour from bare oats or barley mixed with wheat for the production of bread. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK — Achievements of science and technology of agribusiness*, 2014, no.4, pp. 65-66. (In Russian)
7. Chaldae P.A. Sovershenstvovanie tekhnologii khlebobulochnykh izdelii s dobavleniem produktov pererabotki ovsa. Diss. kand. tekhnich. Nauk [Improving the technology of bakery products with the addition of oat products. Cand. Eng. Sci. diss.]. Samara, 2013, 153 p. (In Russian)
8. Manzali R., Antari A., Douaik A., Taghouti M., Bencheikroun M., Bouksaim M., Saidi N. Profiling of Nutritional and Health-Related Compounds in Developed Hexaploid Oat Lines Derivative of Interspecific Crosses. *International Journal of Celiac Disease*, 2017, Vol. 5, no. 2, pp. 72-76.
9. Andreev N.R., Batalova G.A., Nosovskaya L.P., Adikaeva L.V., Shevchenko S.N. Assessment of the technological properties of some varieties of glazed oats as raw materials for the production of starch. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2016, no.1(17), pp.83-88. (In Russian)
10. Betin A.N., Krysin M.P., Krasnoslobodtseva A.S. The use of bare oats as part of feed for pigs and young cattle. *Zootekhnika — Zootechnics*, 2010, no.2, pp. 12-14. (In Russian)

НОВЫЙ СОРТ ЯЧМЕНЯ ЗЛАТОЯР

Л.М. ЕРОШЕНКО, М.М. РОМАХИН, А.Н. ЕРОШЕНКО, Н.А. ЕРОШЕНКО, кандидаты
сельскохозяйственных наук

Н.Р. ГАЙНУЛЛИН, кандидат биологических наук

И.А. ДЕДУШЕВ, В.В. РОМАХИНА

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

Ячмень является важнейшей зернофуражной культурой и служит ценным сырьем для производства ячневой и перловой крупы. Создание нового сорта ярового ячменя Златояр – селекционный подход в решении задачи увеличения ценных питательных веществ в зерне ячменя кормового и крупяного направления. Дана характеристика основных апробационных признаков сорта. Анализ многолетних данных показал, что в различных агрометеорологических условиях экологического испытания сорт характеризовался повышенной продуктивностью в сравнении со стандартом Яромир и сортами более ранней селекции. Повышению более высокого урожая способствовала высокая продуктивная кустистость (1,5-3,0 шт.), масса 1000 зерен (51,4-57,9 г), индекс урожая (41,8-58,1%), надземная биомасса растений – (8,55-11,80 т/га), устойчивость к полеганию и вредоносным болезням. В ходе исследований выявлены наилучшие результаты по накоплению белка (13,0-16,2%) и лизина (0,43-0,54%) в зерне. За годы исследования сбор белка с единицы площади составил 0,92 т/га и лизина 0,032 т/га.

Характеризуется стабильно высокими технологическими показателями: натура зерна – 703-733 г/л; выравненность зерна – 97,7-99,1%; стекловидность – 31-52,%, выход крупы за 4 минуты – 55,3-59,8%. Оценка потребительских качеств крупы показала, что перловая каша, полученная из зерна сорта Златояр имела хорошую разваримость и цвет.

В 2020 году сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию по Северо-Западному региону (3). Получен патент № 10840 от 31.01. 2020 г. по заявке № 821481. При условии соблюдения технологий возделывания, хранения и переработки зерна новый сорт гарантирует получение высококачественного сырья для комбикормовой и крупяной промышленности.

Ключевые слова: ячмень, сорт, урожайность, белок, лизин, крупа, каша, качество, устойчивость.

NEW KIND OF FORAGE BARLEY ZLATOYAR

L.R. Eroshenko, M.M. Romachin, A.N.Eroshenko, N.A. Eroshenko, N.R. Gainullin,
I.A. Deduchev, V.V. Romachina

FSBSI «FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

Abstract: Barley is one of the most important forage agricultures and has several benefits as a raw material barley and pearl barley grains. Creating a new kind of spring barley called Zlatoyar is a selectional approach in solving the problem of increasing valuable nutrients in barley grain forage and cereals. The characteristic of the main approbation features of the variety is given in this document. Analysis of long-term data showed that in various agrometeorological conditions of environmental testing, the variety was characterized by increased productivity in comparison with the «Yaromir» standard and varieties of earlier selection. The increasing of yield has been reached by high bushiness (1,5-3,0 pcs), increased weight (51,4-57,9 grams per 1000 seeds), index of crop (41,8-58,1%) and aboveground plant biomass (8,55-11,80 tons per hectare). Also, resistance for lodging and harmful diseases. In the course of research the best results were revealed on protein

accumulation (13,0-16,2%) and lysine accumulation (0,43-0,54%) in the grain. The amount of proteins collected has reached 0,92 tons per hectare (and the amount of lysine collected has reached 0,032 tons per hectare).

This new kind of barley is characterized by consistently high technological indicators: the nature of grain (703-733 grams per liter), grain equalization (97.7-99.1%), vitreous (31-52%), yield of cereals in 4 minutes (55.3-59.8%). Evaluation of consumer qualities of the grains revealed that barley porridge is obtained from grain varieties Accounting had a good grain digestibility and color.

In 2020, the variety was included in the State register of breeding achievements of the Russian Federation and allowed to be used in the North-Western region (3). Patent No. 10840 of 31.01. 2020 has been obtained (application No. 821481). If the technologies of cultivation, storage and processing of grain are observed, the new variety guarantees the production of high-quality raw materials for the feed and grain industry.

Keywords: barley, kind, yield, proteins, lysine, grain, cereal, quality, resistance.

Залогом рационального питания человека и продуктивного кормления животных является оптимально высокое содержание в продуктах и кормах белков, углеводов, жиров, минеральных и других биологически активных веществ. По питательной ценности ячмень является одним из самых лучших зерновых культур [1]. Установлено, что большое значение в повышении уровня белка и других полезных веществ в зерне ячменя имеет создание и внедрение в производство кормовых [2], а также ценных сортов, пригодных для выработки крупы стандартного качества [3]. К сожалению не только западноевропейские, ориентированные на низкобелковый пивоваренный ячмень, но и отечественные селекционные программы в последнее время не уделяли должного внимания созданию таких сортов. В тоже время, зерно ячменя с уровнем белка 13,5-14,5%, сбалансированного по аминокислотному составу, приближается по своей питательной и энергетической ценности к кормам, производимым промышленностью, а высококачественные продукты из ячменя являются основой физиологически полноценного питания. В условиях изменяющегося климата создание высокоурожайных с улучшенными продовольственными и кормовыми качествами и минимальной ответной реакцией на неблагоприятные био- и абиотические факторы среды сортов является актуальным направлением, так как связано с достижением конечной цели – повышением продуктивности животных и решением физиолого-гигиенической проблемы населения.

Отсутствие абсолютной отрицательной сопряженности между параметрами продуктивности и адаптивности [4, 5], зависимости содержания белка и лизина от урожайности [6], а содержание лизина в зерне от белковости [7], предопределили создание высокоурожайного и высокобелкового не обедненного лизином крупнозерного сорта ярового ячменя Златояр.

Материалы и методы

Работу по созданию адаптированного к зональным условиям сорта Златояр проводили методом традиционной селекции по полной схеме селекционного процесса. На основании договоров о творческом сотрудничестве использованы данные конкурсных сортоиспытаний, заложенных в севооборотах ФИЦ «Немчиновка» (Московская область), ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Рязанская область) и ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» (Владимирская область). Фенологические наблюдения, учеты и оценка хозяйственно-биологической ценности сортов проведены согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1996). Биохимические показатели качества зерна ячменя (содержание белка, содержание лизина) определены методом ИК – инфракрасной спектроскопии, используя прибор Unity Scientific Spectra Star 2400. Изготовление крупы осуществляли на крупорушке SATAKE TM-05. Экспериментальные данные статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1973).

Метеорологические условия за годы исследований (2015-2019 гг.) существенно различались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков.

Результаты исследований

Яровой ячмень Златояр, селекционный номер 214/ 2-08 h 283, получен в результате скрещивания сорта селекции ФИЦ «Немчиновка» Нур и сорта белорусской селекции Якобинец. В 2020 году сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию по Северо-Западному региону (3). Получен патент № 10840 от 31.01. 2020 г. по заявке № 821481.

Сорт относится к разновидности putans. Тип развития – яровой. Куст прямостоящий – промежуточный. Отмечена средняя – большая встречаемость растений с наклоненным флаговым листом. Антоциановая окраска ушек флагового листа и кончиков остей характеризуется как средняя или сильная. Степень выраженности воскового налета на влагалище флагового листа находится в пределах от среднего до сильного значения. Имеет длинный (8-10 см) двурядный пирамидально–цилиндрической формы и средней плотности со слабым восковым налетом колос. Положение колоса на стебле определяется как полупрямостоячее, а стерильного колоска относительно оси колосового стержня – от параллельного до слегка отклоненного. У среднего колоска длина колосковой чешуи и ости по отношению к зерновке равна. Ости длиннее колоса, зазубренные. Тип опушения основной щетинки зерновки – короткий. Зерновка пленчатая, антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи средняя, зазубренность внутренних боковых нервов цветковой чешуи слабая. Опушение брюшной бороздки у зерновки отсутствует. Расположение лодикул охватывающее. Окраска алейронового слоя у зерновки белая.

Среднеспелый сорт, вегетационный период 79-84 дня, созревает на 2-4 дня раньше сорта Яромир. Высота растения находится в пределах 57-91 см. Отличается устойчивостью к полеганию, засухе, прорастанию зерна на корню. Поражаемость гельминтоспориозными пятнистостями у него ниже, чем у стандарта Яромир.

Высокопродуктивный сорт. За годы конкурсного сортоиспытания в Московской области при средней урожайности 6,76 т/га превысил стандартный сорт Яромир на 0,80 т/га. Максимальная урожайность (8,60 т/га) отмечена во влажном 2017 году.

Благодаря устойчивости к полеганию и комплексу листовых болезней прибавка урожайности относительно стандарта в этот год составила 1,80 т/га, относительно одного из самых распространенных по данным ФГБУ «Россельхозцентр» сортов западноевропейской селекции Ксанаду – 1,91 т/га. В другом пункте экологического сортоиспытания (Рязанская область) при средней урожайности 6,99 т/га Златояр превысил стандартный сорт Яромир на 0,23 т/га, максимальная урожайность – 8,69 т/га. Во Владимирской области, где ежегодно отмечается значительное полегание посевов и более сильное поражение болезнями, средняя урожайность сортов конкурсного сортоиспытания за этот период составляла 4,78 т/га. Лучшие результаты имел сорт Златояр (5,54 т/га), превысивший стандартный сорт Сонет на 0,52 т/га (рис. 1).

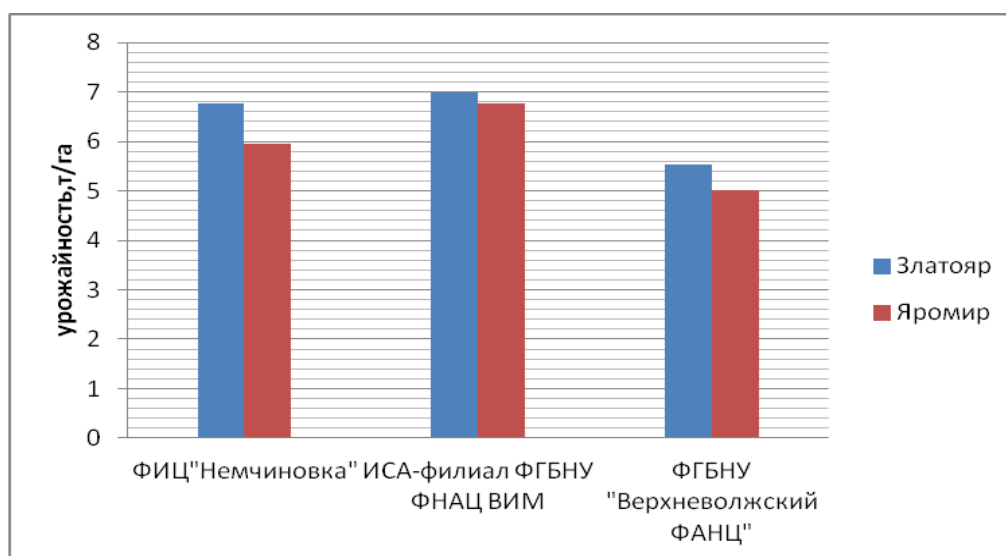


Рис. 1. Диаграмма урожайности нового сорта Златояр в экологическом сортоиспытании в сравнении со стандартными сортами, за период 2015-2019 гг.

В результате исследований в условиях Центрального Нечерноземья установлены признаки продуктивности, непосредственно связанные с реализацией высокой и стабильной урожайности сортов ячменя: продуктивная кустистость, число колосьев на единице площади, коэффициент хозяйственной эффективности, масса зерна с растения и колоса, масса 1000 зерен, величина надземной биомассы (табл.1) [5, 8].

Таблица 1

Хозяйственные и биологические особенности сорта ярового ячменя Златояр, ФИЦ «Немчиновка», среднее за 2015-2019 гг.

Показатели	Lim		$\bar{x}$	V%
	min.	max.		
Вегетационный период, дней	79,0	84,0	81,2	2,4
Урожайность зерна, т/га	4,84	8,60	6,73	24,1
Масса 1000 зерен, г	51,4	57,9	53,8	5,3
Индекс урожая, % (К хоз.)	41,8	58,1	50,7	12,1
Высота растений, см	57,1	89,9	74,6	18,5
Устойчивость к полеганию, балл	8,0	9,0	8,8	5,1
Продуктивная кустистость, шт.	1,5	3,0	2,0	33,2
Количество продуктивных колосьев, шт./м ²	408	702	570	20,6
Масса зерна с растения, г	0,8	1,2	0,9	14,4
Масса зерна с колоса, г	1,2	3,1	1,6	7,6
Надземная биомасса растений, т/га	8,55	11,80	9,28	
Поражаемость сетчатой пятнистостью, %	3	15	7,6	
Поражаемость темно-бурой пятнистостью, %	5	15		

Сорт Златояр хорошо кустится, к уборке формирует выровненный продуктивный стеблестой. В благоприятные годы количество продуктивных колосьев доходит до 600-700 шт. на 1 м². Характеризуется высоким выходом зерна или показателем индекса урожая, % (К хоз.), который за годы исследования в среднем составил 50,7%, что на 5-8% выше, чем у сортов более ранней селекции. Формирует крупное, выполненное зерно. Масса 1000 зерен – 51,4 г – 57,9 г. Преимущество сорта над стандартом обеспечивалось также за счет более высокой продуктивной кустистости – 2,0 шт. (1,7 шт. у стандарта), массы зерна с растения – 1,6 г (1,4 г у стандарта), массы зерна с колоса – 0,9 г (0,8 г у стандарта), надземной биомассы

растений – 9,28 т/га (8,80 т/га у стандарта). Необходимо отметить, что увеличение надземной биомассы у сортов, как правило, тесно связано с повышением белка в зерне за счет реутилизации азота из вегетативных частей растения [9].

При выведении сортов большое внимание уделяется качеству зерна. В этом отношении для кормовых целей преимущество имеют высокобелковые сорта ячменя с улучшенной аминокислотным составом белка [10].

Для включения в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, в список ценных сортов узаконены требования по выравненности зерна (не менее 85%), выходу крупы (не менее 44%), оценке сваренной каши (не менее 4,5 балла) [10]. Биохимические и технологические показатели качества зерна нового сорта представлены в таблице 2.

Таблица 2

Биохимические и технологические показатели качества зерна (2015-2019 гг.)

Показатели	Златояр		Яромир	
	$\bar{x}$	V%	$\bar{x}$	V%
Содержание белка, в зерне, %	14,3	8,8	12,8	6,5
Сбор белка с 1 га, т	0,92	24,4	0,75	23,5
Содержание лизина, в зерне, %	0,47	9,2	0,45	17,0
Натура зерна, г/л	715,8	1,55	704	1,7
Выравненность, %	98,3	3,3	97,0	2,8
Выход крупы за 4 мин., %	58,1	3,1	57,1	3,3
Стекловидность, %	43,2	21,9	27	13,1
Консистенция каши, балл	4,8	9,3	4,8	9,3
Цвет каши, балл	4,6	11,9	4,6	19,4

Новый сорт отличается повышенным содержанием белка 13,0-16,2% (в среднем 14,3%) и лизина в зерне 0,43-0,54% (в среднем 0,48). У стандарта Яромир при колебаниях 11,8-14,0% и 0,41-0,51% среднее значение этих показателей находилось на уровне 12,8% и 0,45%.

При средней урожайности 6,73 т/га за годы исследования сорт Златояр обеспечил сбор протеина в количестве 0,92 т/га и лизина 0,032 т/га. Прибавка к стандарту составила 18,5 и 6,3%. Сорт формирует зерно с хорошими технологическими свойствами, тесно связанными с выходом ячменной крупы на перерабатывающих предприятиях [3, 11]: натура зерна – 703-733 г/л; выравненность зерна – 97,7-99,1%; стекловидность – 31-52,%. Светло-кремовый или кремовый цвет и рассыпчатая консистенция каши сваренной крупы (4,5-5,0 балл), а также показатель выхода крупы за 4 минуты (55,5-60,2%) характеризуют высокие потенциальные возможности его зерна для получения перловой крупы.

Невысокий коэффициент вариации основных биохимических и технологических показателей качества зерна определяет основную коммерческую ценность этого сорта - не зависимо от лимитирующих факторов, стабильно поддерживать кормовые и крупяные достоинства на высоком уровне.

Заключение

Системный подход в селекции ячменя на экологическую пластичность, использование нового исходного материала и усовершенствованных методов отбора позволили увеличить результативность селекции и создать новый сорт ярового ячменя с высокой биоэнергетической эффективностью возделывания для кормовых и крупяных целей. Преимущество сорта Златояр над ранее созданными сортами заключается не только в высокой урожайности, но и в качестве зерна, что отражается в более высоких показателях содержания белка, натуры, массы 1000 зерен, выравненности и стекловидности зерна. При условии соблюдения технологий возделывания, хранения и переработки зерна новый сорт гарантирует получение высококачественного сырья для комбикормовой и крупяной промышленности.

Литература

1. Марченко А.В. Оценка потребительских свойств и перспективы увеличения объемов производства зерна ярового ячменя в Пермском крае // Московский экономический журнал. – 2019. – № 9. – С. 225-230.
2. Сурин Н.А. Культура ячменя в Восточной Сибири // Вестник Красноярского государственного университета. – 2017. – № 4 (127). – С. 52-65.
3. Анисимова Л.В., Выборнов А.А. Технологические свойства зерна ячменя при переработке в крупу и муку // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4-4. – С. - 151-155.
4. Сапега В.А. Продуктивность и параметры интенсивности и стабильности сортов ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 3 (51). – С. 36-39.
5. Ерошенко Л.М., Ерошенко А.Н., Ромахин, М.М., Ерошенко Н.А. Повышение экологической устойчивости сортов ячменя в условиях Нечерноземной зоны // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: мат. Международной науч.-практ. конф. – Минск: НВЦ Минфина, – 2017. – С. 224-227.
6. Дорошенко Э.С., Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Алабушев А.В. Изучение мировой коллекции голозерного ячменя в условиях Ростовской области // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – Вып. № 5 (47). – Ч. 6. – С. 18-22
7. Полонский В.И. Актуальные проблемы селекции кормового ячменя [Электронный ресурс] <http://docviewer.yandex.ru/view> (дата обращения 17.03.2020).
8. Щенникова И.Н. Влияние погодных условий на рост и развитие растений ячменя в Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 4 (41). – С. 9-12.
9. Mickelson S., See D., Meyer F.D. e. a. Mapping of QTL associated with nitrogen storage and remobilization in barley (*Hordeum vulgare*) leaves. J. Exp. Bot. – 2003. – № 54. – P. 801-812.
10. Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Донцов Д.П. Перспективные направления в селекции ячменя // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – №2. – С. 129-137.
11. Васью Н.И., Козаченко М.Р., Солнечный П.Н., Солнечная О.В., Важенина О.Е., Зимогляд А.В., Шелякина Т.А. Стекловидность эндосперма и содержание белка в зерне сортов пленчатого и голозерного ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 – С. 94-102.

References

1. Marchenko A.V. Evaluation of consumer properties and prospects for increasing volumes of spring barley grain production in the Perm Territory. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal — Moscow Economic Journal*, 2019, no.9, pp. 225-230. (In Russian)
2. Surin N.A. Barley culture in Eastern Siberia. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta— Bulletin of the Krasnoyarsk State University*, 2017, no.4 (127), pp. 52-65. (In Russian)
3. Anisimova L.V., Vybornov A.A. Technological properties of barley grain in the processing of cereals and flour. *Polzunovskii vestnik— Polzunovsky Bulletin*, 2013, no. 4-4, pp 151-155. (In Russian)
4. Sapega V.A. Productivity and parameters of intensity and stability of varieties of spring barley. *Zernovoe khozyaistvo Rossii— Grain Farm in Russia*, 2017, no.3 (51), pp. 36-39. (In Russian)
5. Eroshenko L.M., Eroshenko A.N., Romakhin, M.M., Eroshenko N.A. [Improving the environmental sustainability of barley varieties in the Non-Chernozem zone]. *Strategiya i priority razvitiya zemledeliya i seleksii polevykh kul'tur v Belarusi: mat. Mezhdunarodnoi nauch.-prakt. Konf. [Strategy and priorities for the development of agriculture and selection of field crops in Belarus: Materials intern. scientific-practical conf.]*, Minsk: NVTs Minfina, 2017, pp. 224-227. (In Russian)
6. Doroshenko E.S., Filippov E.G., Dontsova A.A., Alabyshev A.V. Studying the world collection of bare-grain barley in the conditions of the Rostov region. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal International Research Journal*, 2016, Iss. no.5 (47), Part 6, pp. 18-22 (In Russian)
7. Polonskii V.I. Actual problems of breeding feed barley [Electronic resource] <http://docviewer.yandex.ru/view> (accessed: 17.03.2020). (In Russian)
8. Shchennikova I.N. The influence of weather conditions on the growth and development of barley plants in the Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka — Agricultural science of the Euro-North-East*, 2014, no.4 (41), pp. 9-12. (In Russian)
9. Mickelson S., See D., Meyer F.D. e. a. Mapping of QTL associated with nitrogen storage and remobilization in barley (*Hordeum vulgare*) leaves. J. Exp. Bot. 2003, no. 54, pp. 801-812.
10. Filippov E.G., Dontsova A.A. Dontsov D.P. Promising areas in the selection of barley. *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki — Tauride Journal of Agricultural Science*, 2016, no.2, pp. 129-137. (In Russian)
11. Vas'ko N.I., Kozachenko M.R., Solnechnyi P.N., Solnechnaya O.V., Vazhenina O.E., Zimoglyad A.V., Shelyakina T.A. Vitreousness of the endosperm and protein content in the grain of varieties of membranous and bare-grain barley. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops*, 2018, no.4, pp. 94 - 102. (In Russian)

ИТОГИ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В ВЕРХНЕВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ АГРАРНОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ

А.М. ТЫСЛЕНКО, С.Е. СКАТОВА*, кандидаты сельскохозяйственных наук
Д.В. ЗУЕВ, А.Г. ЛАЧИН*, научные сотрудники

ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ТОРФА - ФИЛИАЛ ФГБНУ
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

E-mail: tslo@bk.ru

ФГБНУ «ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

E-mail: skatova05@mail.ru

Проведена сравнительная оценка сортов ярового тритикале селекции ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» по урожайности и ее стабильности. Установлено, что сорта среднеранней группы спелости хуже приспособлены к условиям зоны. Их средняя урожайность в конкурсном сортоиспытании 2011-2019 гг. была ниже среднеспелых на 24%, в годы с засухой первой половины вегетации – на 30-58%. Потери зерна были связаны со снижением массы зерна с колоса из-за убыли количества зерен. Селекционная работа увеличила урожайность сортов обеих групп спелости. В среднеранней группе - с 41,9 ц/га у сорта Гребешок (включен в Госреестр в 2011 г.) до 46,0 ц/га у лучшего сорта этой группы спелости Аморе (2018 г.). Сорт Аморе вышел по урожайности на уровень среднеспелых сортов с преимущественным использованием на зеленую массу Кармен и Заозерье. В группе среднеспелых сортов произошел рост урожайности с 49,8 ц/га (сорт Норманн, 2012 г.) до 57,3 ц/га (сорт Доброе, 2019 г.) Повышена адаптивность сортов обеих групп спелости к стрессовым условиям погоды. Коэффициент экологической вариации урожайности в среднеспелой группе сортов снизился с 36,7% до 28,6%, фенотипической стабильности – с 2,8 до 2,1. Среднеранние сорта приблизились по этому свойству к среднеспелым, у которых повышение экологической стабильности было менее выражено: уменьшение коэффициента экологической вариации произошло с 30,7 до 28,4%, фенотипической стабильности - с 2,4 до 2,0. Обширный регион допуска в производство сортов ярового тритикале подтверждает перспективность улучшения культуры селекционным путем, в том числе и за счет повышения экологической приспособленности.

Ключевые слова: яровая тритикале, селекция, сорт, продуктивность, стрессоустойчивость, экологическая стабильность.

RESULTS OF SELECTION OF SPRING TRITICALE IN THE UPPER VOLGA FEDERAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

A.M. Tyslenko, S.E. Skatova*, D.V. Zuev, A.G. Lachin*

ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF ORGANIC FERTILIZERS AND
PEAT – BRANCH OF THE FSBSI «VERKHNEVOLZHSKY FEDERAL AGRARIAN
SCIENTIFIC CENTER»

E-mail: tslo@bk.ru

*FSBSI «VERKHNEVOLZHSKY FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER»

E-mail: skatova05@mail.ru

Abstract: A comparative assessment of spring triticale varieties by yield and its stability is carried out. It was found that the varieties of the mid-early group of ripeness are worse adapted to the conditions of the zone. Their average productivity in competitive variety testing 2011-2019 was

24% lower than mid-season; in the years with a drought in the first half of the growing season, it was 30 - 58%. Grain losses were associated with a decrease in the weight of grain from the ear due to a decrease in the number of grains. Breeding work increased the yield of varieties of both ripeness groups. In the middle- early group - from 41.9 C/ha for the Grebeshok variety (included in the state register in 2011) to 46.0 C/ha for the best variety of this group of maturity (Amore variety, 2018). The Amore variety has reached the level of medium-ripened varieties with a predominant use for green mass, such as Carmen and Zaozerye. In the group of medium-ripened varieties, the yield increased from 49.8 C/ha (Normann variety, 2012) to 57.3 C/ha (Dobroye variety, 2019). Increased adaptability of varieties of both groups of ripeness to stressful weather conditions. The coefficient of environmental variation in yield in the middle-aged group of varieties decreased from 36.7% to 28.6%, and phenotypic stability-from 2.8 to 2.1. According to this property, mid-early varieties approached mid-season ones, in which the increase in ecological stability was less pronounced: The coefficient of ecological variation decreased from 30.7 to 28.4%, phenotypic stability - from 2.4 to 2.0. The vast region of access to the production of spring triticale varieties confirms the prospect of improving the culture through breeding, including by increasing environmental fitness.

Keywords: spring triticale, breeding, variety, productivity, stress resistance, environmental stability.

Тритикале расценивается как культура будущего [1]. Полученная искусственным путем немногим более 130 лет назад она, благодаря усилиям селекционеров, во второй половине XX века уже стала поступать на поля. Появление новой кормовой культуры товаропроизводители оценили быстро. Привлекали ее устойчивость к биотическим, эдафическим и погодным факторам, ее кормовые и другие достоинства. К концу XX века были созданы высокоурожайные сорта тритикале, конкурентоспособные с другими зерновыми колосовыми. Краснодарскими селекционерами на сегодняшний день уже созданы сорта озимого [2] и ярового [3] тритикале, преодолевшие 10 тонный рубеж урожайности. В настоящее время тритикале в мире выращивается на площади около 4 млн. га, более чем в 27 странах. С момента своего появления (1969 г.) мировые площади под этой культурой возросли более чем в 7 раз, а валовой сбор зерна - более чем в 18 раз [4]. По ряду сельскохозяйственных причин в России тритикале пока еще незаслуженно относится к категории малораспространенных культур. В 2019 году в стране озимого и ярового тритикале было всего 147,7 тыс. га, причем, первое место по удельному весу тритикале в посевах заняла Владимирская область: размер площадей тритикале в 2019 году составил 10,1 тыс. га (6,8% в общих площадях). В Нечерноземной зоне страны важна культура ярового тритикале, для которой исключены проблемы, связанные с сохранностью в зимний период. Значимость ярового тритикале подчеркивает тот факт, что при сокращении посевов озимого тритикале в нашей стране в 2019 году по сравнению с 2018 годом на 10% площадь ярового тритикале увеличилась на 7% [5]. Наряду с решением организационных и технологических проблем возделывания тритикале важно его дальнейшее селекционное улучшение.

Селекция ярового тритикале в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» направлена на создание сортов кормового назначения, адаптированных к условиям Нечерноземной зоны. Новые сорта должны иметь потенциальную продуктивность на бедных и проблемных почвах 50-65 ц/га, на окультуренных – по интенсивным технологиям до 80-90 ц/га, обладать комплексом генетически обусловленных свойств, позволяющих давать устойчивые урожаи в условиях абиотических и биотических стрессов.

Цель работы – проанализировать результаты селекции по созданию сортов этой культуры в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ».

Материал и методы

Проведена сравнительная оценка сортономеров и сортов ярового тритикале конкурсного сортоиспытания Верхневолжского ФАНЦ за 2011-2019 годы, в том числе допущенных в сельскохозяйственное производство РФ. Изучавшийся набор был представлен

17 номерами, которые группировались по срокам созревания (среднеранние и среднеспелые). Учитывались урожайность, структура урожая, устойчивость к болезням в соответствии с применяемой методикой [6]. Оценка стабильности сортов выполнена с применением коэффициентов экологического варьирования признаков по годам (CV) и фенотипической стабильности (SF), который представляет собой отношение максимального выражения признака к минимальному, чем он выше, тем менее устойчив фенотип [7].

Погодные условия в годы исследований не были идеальными для ярового тритикале. Два года (2011 и 2018) влаги в почве не хватало весь вегетационный период, за исключением начала весны, когда использовались снеговые запасы. В течение 8 лет засуха имела место на отдельных фазах развития культуры: в 2014, 2015, 2019 годах в первую половину вегетации, в 2012, 2016, 2017 – во вторую. Кроме того, растения страдали от распространения болезней облигатного и сапрофитного характера. Вред от них возрастал при наличии высокой влажности и при плотном стеблестое, т.е. – в благоприятные по погодным условиям годы. Уборка зерна при повышенной влажности сопровождалась прорастанием зерна в колосе и энзимо-микозным истощением семян.

Результаты исследований

Средняя урожайность сортономеров и сортов ярового тритикале за 9 лет конкурсного сортоиспытания составила 45,2 ц/га. Урожайность по годам колебалась более чем в 2 раза: от 30,6 до 70,3 ц/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность сортов ярового тритикале в конкурсном сортоиспытании, ц/га

Урожайность		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	В среднем за 2011-2019
Средняя по конкурсному сортоиспытанию		30,6	41,9	42,9	34,8	37,4	68,3	70,3	38,1	42,1	45,2
Средняя среднеранних сортов		29,4	43,1	47,2	26,3	35,5	58,0	70,7	31,7	36,0	42,0
Средняя среднеспелых сортов		38,1	44,6	57,3	41,6	40,1	77,1	77,6	43,3	43,0	51,4
НСР ₀₅		2,7	2,6	3,1	3,0	2,1	2,2	3,2	3,1	3,7	-
Прибавка среднеспелых сортов к среднеранним	%	29,6	3,5	21,4	58,2	13,0	32,9	9,8	36,6	7,0	23,6
	ц/га	8,7	1,5	10,1	15,3	4,6	19,1	6,9	11,6	19,4	10,8

Самая низкая урожайность (30,6 ц/га) была получена в сортоиспытании в 2011 году, когда недостаток влаги ощущался на протяжении всей вегетации. В 2018 году, с засухой такого же типа, но более мягкой, удалось собрать 38,1 ц/га. Низкая влагообеспеченность этапа органогенеза «выход в трубку – колошение» наблюдалась в половине лет рассматриваемого периода, и особенно – в 2014 году. Потери продуктивности в фазе «выход в трубку – колошение» не компенсировались избытком осадков после колошения. Засуха такого типа приводила к сбросу всех элементов продуктивности, но наиболее сильно – числа зерен в колосе и соответственно массы зерна с колоса. Хорошая влагообеспеченность периода, даже в случае недостатка влаги после выколашивания, гарантировала удовлетворительные и высокие урожаи, более 40 и до 70,7 ц/га. Близкие к оптимальным условия влагообеспечения, умеренное развитие патогенов, отсутствие полегания позволили получить в 2016 и 2017 годах максимальную урожайность, но условно благоприятным можно выделить только 2017 год, когда высокую продуктивность обеспечили образцы обеих групп спелости.

Достаточная обеспеченность влагой не всегда гарантировала высокие сборы зерна, поскольку на растения действовали и другие стрессоры: полегание, поражение болезнями, энзимо-микозное истощение семян, прорастание зерна в колосе, а также трудности проведения технологических операций. Пример тому – 2013 год, когда всю вегетацию влаги было достаточно, но поздняя дождливая уборка привела к сильному полеганию, вызванному

поражением стебля фузариозом. Регулярные обильные дожди, начавшиеся в августе, продолжились в сентябре. Были выражены не только процессы прорастания зерна на корню, но и гниения. Во Владимирской области в сентябре выпало более трех месячных норм осадков, без дождя было всего 5 дней.

Короткий безморозный период зоны вызывает необходимость селекции на скороспелость. К сожалению, среднеранние генотипы практически 8 лет из девяти (как исключение может быть выделен 2012 год) уступали по урожайности среднеспелым. В среднем за 9 лет минус составил 23,6%. В годы достаточного обеспечения влагой отставание равнялось 3,5-21,4%, в условиях засухи недобор зерна принимал катастрофические размеры: от 29,6 до 58,2%.

Установлены различия в структуре урожая сортоотборов (сортов и сортономеров), разнящихся по продолжительности вегетационного периода (оценка проводилась в 2016-2018 гг.) Средние значения элементов продуктивности колоса у номеров среднеспелой группы превышали эти параметры в целом для конкурсного сортоиспытания. У среднеранних биотипов, наоборот, происходило уменьшение значений этих показателей. Особенно велики различия между группами спелости отмечались по числу колосков и числу зерен в колосе, в итоге – по массе зерна с колоса.

Густота продуктивного стеблестоя оказалась наиболее консервативным признаком и не была связана с длиной вегетационного периода образца. Некоторая тенденция в пользу более густого стеблестоя среднеранних генотипов объясняется, скорее всего, меньшей длиной стебля, характеризующей эту группу в среднем. Для среднеранних форм этот показатель равнялся 86 см, для среднеспелых – 95 см.

Несмотря на достаточно четко выраженные тенденции, характеризующие структуру урожая двух групп спелости, среднеранней и среднепоздней, она индивидуальна для генотипов и может не совпадать со средними значениями для группы. Например, два среднеспелых перспективных сортономера с равной урожайностью за рассматриваемые годы, 55,4 и 55,8 ц/га, отчетливо различались по ее структуре. Первый выделялся высоким числом колосков в колосе, но пониженным числом зерен в колоске. Поэтому число зерен в колосе у него было равновелико среднему значению для конкурсного сортоиспытания, а высокая масса зерна колоса достигнута у этого сортономера благодаря крупности зерна.

В колосе второго сортономера было меньше колосков, их число находилось на уровне средней для конкурсного сортоиспытания. Колос же формировал большое число зерен за счет большего числа зерен в колоске. Зерно мелкое, масса 1000 семян на уровне среднеранних генотипов, поэтому масса зерна с колоса меньше, чем у предшествующего сортономера. Формирование высокой урожайности было достигнуто благодаря более густому стеблестоя.

В настоящее время в Государственном реестре сортов, допущенных к использованию 9 сортов получено Верхневолжским ФАНЦ или с его участием. Сорта среднеранней группы Гребешок, Ровня и Аморе включены в Госреестр соответственно в 2011, 2014 и 2018 гг. Поступательно прогрессировала урожайность этой группы сортов (табл. 2). В среднем за 8 лет (2012-2019 гг.) урожайность сорта Гребешок составила 41,9 ц/га, сорта Ровня – 44,2. Адаптивность же этих сортов к меняющимся условиям среды изменилась мало: получены близкие коэффициенты вариации урожайности по годам (34,9-36,7%), причем сорт Ровня проявил большую экологическую буферность (коэффициент фенотипической стабильности выше на 0,22).

Новый среднеранний сорт Аморе выгодно отличался от своих предшественников, превышая ранее созданные среднеранние сорта и по урожайности, и по ее стабильности. Он обеспечил рост урожайности на 4,1 ц/га по сравнению с сортом Гребешок, и прибавку к сорту Ровня равную 1,8 ц/га. Ценным свойством сорта Аморе явилась его лучшая стрессоустойчивость, более стабильная урожайность по годам под действием неблагоприятных условий среды. По этому показателю данный сорт вышел на уровень стабильности наиболее продуктивных среднеспелых сортов Норманн и Доброе.

Два среднеспелых сорта находятся в Госреестре РФ с 2012 года (Норманн) и с 2019 года (Доброе). Названные сорта были более продуктивными по сравнению со среднеранними. По отношению к сорту Ровня их прибавка составила соответственно 5,6 и 13,1 ц/га (12,7 и 29,6%), к более продуктивному сорту среднеранней группы спелости Аморе 3,8 и 11,3 ц/га (8,3 и 24,6%). В этой группе спелости получен значительный прогресс в росте урожайности. Урожайность сорта Доброе универсального использования, на зеленую массу и зерно, увеличена по сравнению с зернокармным сортом интенсивного типа Норманн на 7,5 ц/га (15,1%). Повышение продуктивности сортов среднеспелой группы спелости, так же как и у сортов среднеранней группы, сопровождалось повышением экологической приспособленности (коэффициент экологического варьирования признаков по годам (CV) снизился с 30,7 до 28,4%, коэффициент фенотипической стабильности (SF) – с 2,11 до 2,02).

Таблица 2

Урожайность и ее стабильность у лучших сортов ярового тритикале различной спелости и направления использования, среднее за 2012 – 2019 гг.

Сорт	Группа спелости	Направление использования	Урожайность, ц/га			CV, %	SF
			средняя	минимальная	максимальная		
Гребешок	среднеранняя	универсальное	41,9	26,2	73,3	34,9	2,80
Ровня	-«-	зернокармное - универсальное	44,2	26,3	68,0	36,7	2,58
Аморе	-«-	зернокармное	46,0	32,7	69,5	28,6	2,12
Норманн	среднеспелая	зернокармное	49,8	35,2	74,4	30,7	2,11
Доброе	-«-	универсальное	57,3	42,0	84,8	28,4	2,02
Кармен	-«-	зерносенажное	47,4	35,0	72,3	27,0	2,05
Заозерье	-«-	зерносенажное	47,7	31,0	74,8	29,0	2,41

Широкое районирование сорта Доброе (включен в Госреестр РФ с допуском по шести регионам: Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому, Уральскому, Восточно-Сибирскому и Дальневосточному) произошло благодаря достаточно высокой экологической пластичности, высокому урожайному потенциалу, но при этом – слабо очерченной принадлежностью к какому либо экотипу. Еще не созданные в ходе селекции новой культуры экотипическая составляющая генотипа, адаптивность к природным факторам, предопределяют широкие перспективы для дальнейшего улучшения культуры тритикале.

Сорта Кармен и Заозерье тоже относятся к среднеспелой группе, хотя созревают на 1-3 дня позднее сорта Норманн. Урожайность этих сортов практически одинаковая. По сравнению с сортами Норманн и Доброе они, особенно сорт Заозерье, выделяются повышенной засухоустойчивостью (8,3-8,7 баллов). Более высокорослые, но при этом – устойчивы к полеганию. Средняя высота сорта Кармен 104 см, Заозерье 109 см, у прочих изученных сортов она колеблется от 80 см (Ровня), до 95 см (Гребешок). Предпочтительное хозяйственное использование сортов Кармен и Заозерье – на зеленую массу и зерносенаж. Потенциал их зерновой продуктивности несколько ниже, чем у сорта Норманн, но достаточно высокий, чтобы рентабельно производить семена и, при необходимости, использовать эти сорта как зернокармные. Среди сортов, представленных в таблице 2, наиболее высокой стабильностью урожайности характеризовался сорт Кармен.

Варьирование урожайности по годам у сорта Заозерье промежуточное между сортами Норманн и Доброе, но фенотипическая стабильность ниже, она приближается к сорту Ровня. Этот факт связан со склонностью сорта Заозерье, как и сортов Ровня и Гребешок, в отдельные годы поражаться желтой ржавчиной, в то время как все прочие среднеспелые сорта и среднеранний сорт Аморе устойчивы к этому патогену.

Заключение

Погодные условия в центре Нечерноземной зоны за девятилетний период (2011-2019 годы) всего два года были близки к оптимальным для ярового тритикале. Обилие стрессовых нагрузок подчеркивают актуальность селекции сортов этой культуры на адаптивность. Высокая средняя урожайность, свыше 50 ц/га, полученная за этот период в среднем по конкурсному сортоиспытанию, говорит о больших потенциальных возможностях культуры тритикале. Установлено, что среднеранние сорта ярового тритикале менее соответствуют условиям зоны, по сравнению со среднеспелыми.

В ходе селекции яровой тритикале удалось добиться поступательного роста урожайности как среднеранних сортов – с 41,9 до 46,0 ц/га, так и среднеспелых – с 49,8 до 57,3 ц/га. Адаптивность сортов также была улучшена. Большой прогресс наблюдался в группе среднеранних сортов. Удалось уменьшить провал продуктивности, которую они давали в годы с засухой первой половины вегетации: коэффициент вариации урожайности снизился с 36,7% до 28,6%. Лучший сорт этой группы спелости Аморе сравнялся по урожайности со среднеспелыми сортами зеленоукосного направления использования Кармен и Заозерье. В среднеспелой группе сортов повышение экологической стабильности менее выражено, уменьшение экологической вариации произошло с 30,7 до 28,4%.

Известный космополитизм сортов ярового тритикале, например, сорт Доброе допущен к использованию от Балтики до Тихого океана, объясняется высоким продукционным потенциалом культуры и подтверждает ее перспективность.

Работа выполнена в рамках Государственных фундаментальных научных исследований согласно тематического плана НИР ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» по теме 0617-2019-0010

Литература

1. Жученко А.А. Стратегия адаптивного растениеводства и ресурсосбережения // АПК: Экономика, управление. – 1997. – № 6. – С. 1-6.
2. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Калмыш А.П., Васильева А.М. Создание сорта озимого тритикале Уллубий // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием посвященная 80-летию У.К. Куркиева. 26-29 июня 2017 г. Материалы докладов. АЛЕФ. Дербент – 2017. – С.27-32.
3. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Калмыш А.П. Новый сорт яровой тритикале Савва. Материалы V Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве», 3-5 апреля 2019 г. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, – 2019. – С. 81-84.
4. Статистика. Электронный ресурс https://agrovesti.net/images/2019-content/tritikale_14_19_01.jpg, дата обращения 22.01.2020.
5. Статистика. Электронный ресурс <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/posevnye-ploshchadi-tritikale-v-rossii-itogi-2019-goda.html>, дата обращения 22.01.2020.
6. Скатова С.Е., Тысленко А.М., Зуев Д.В. Методика полевого опыта в селекции ярового тритикале в центре Нечерноземной зоны // Владимирский земледелец, – 2019. – № 2 (88). – С. 41-45. DOI: 70.24411/2225-2019-10066.
7. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России, – 2016. – № 3. – С. 31-37.

References

1. Zhuchenko A.A. Adaptive Crop and Resource Saving Strategy. *APK: Ekonomika, upravlenie. — Agribusiness: Economics, management*, 1997. no. 6, pp.1-6. (In Russian)
2. Kovtunen V.Ya., Panchenko V.V., Kalmysh A.P., Vasil'eva A.M. Creation of winter triticale varieties Ullubiy. *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem posvyashchennaya 80-letiyu Kurkieva U.K.* [All-Russian scientific-practical conference with international participation dedicated to the 80th anniversary of U.K. Kurkiev] 26-29 June 2017. Materials of reports. ALEF. Derbent 2017, pp. 27-32. (In Russian)
3. Kovtunen V.Ya., Panchenko V.V., Kalmysh A.P. A new variety of spring triticale Savva. [Materials of the V International Scientific and Practical Conference "Methods and Technologies in Plant Breeding and Plant Growing"]. *Materialy V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Metody i tekhnologii v seleksii rastenii i rastenievodstve»*, 3-5 April 2019, Kirov: FANTs Severo-Vostoka, 2019, pp. 81-84. (In Russian)
4. Statistics. Available at: https://agrovesti.net/images/2019-content/tritikale_14_19_01.jpg (accessed 22.01.2020).
5. Statistics. Available at: <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/posevnye-ploshchadi-tritikale-v-rossii-itogi-2019-goda.html>, (accessed 22.01.2020).
6. Skatova S.E., Tyslenko A.M., Zuev D.V. The methodology of the field experiment in the selection of spring triticale in the center of the Non-Chernozem zone. *Vladimirskii zemledelets — Vladimir farmer*, 2019. no.2 (88), pp .41-45. doi: 70.24411/2225-2019-10066. (In Russian)
7. Goncharenko A.A. Ecological sustainability of cereal varieties and selection tasks. *Zernovoe khozyaistvo Rossii — Grain Farm in Russia*, 2016. no. 3, pp.31-37. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ *TRITICUM TURGIDUM* L. НА ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЗИМОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ

Б.В. РОМАНОВ, кандидат биологических наук
А.А. КОЗЛОВ, А.В. ПАРАМОНОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»
E-mail: triticumrbw@mail.ru

Представители Triticum turgidum L. выделяются своей высокой продуктивностью. У многих видообразцов колос крупный, многозёрный, что благоприятно сказывается на потенциале их продуктивности. Кроме того, по своим характеристикам T. turgidum L. (A^uB, 2n=28) очень близка к твёрдым пшеницам T. durum Desf. (A^uB, 2n=28). На базе некоторых её разновидностей, созданы озимые сорта, которые используют, также, как и представители твёрдых пшениц, в производстве сырья для макаронной промышленности. В работе представлены достаточно продуктивные и контрастные по своим морфологическим признакам разновидности тургидной пшеницы, имеющиеся в коллекции видов ФРАНЦ. Созданные в результате скрещивания рыхлоколосой и многозёрной разновидности var. martensii с плотноколосой крупнозёрной var. Salomonis, новые гибридные формы отличались высокой массой зерна с колоса, что характеризует продуктивность растения в целом. Они по данному показателю существенно превосходили современные производственные сорта озимой тургидной и твёрдой пшеницы. Поскольку полученные гибридные формы оказались довольно высокорослыми, произведено скрещивание их с относительно низкорослым известным сортом тургидной пшеницы Терра. В результате комбинации [(T.turgidum рыхлоколосый x T.turgidum плотноколосый) x Терра] созданы такие же короткостебельные, но более продуктивные, чем современные сорта, исходные генотипы тургидной пшеницы. Во втором поколении среди полученных относительно короткостебельных форм отобраны элитные растения с более высокими продукционными показателями. При скрещивании одной из таких выделенных гибридных генотипов с сортами районированных озимых твёрдых пшениц Дончанка и Курант удалось повысить продукционные показатели последних.

Ключевые слова: озимая пшеница, *Triticum turgidum*, разновидность, *Triticum durum*, гибридизация, гибридные формы, перспективные генотипы.

INFLUENCE OF SOURCE MATERIAL FROM *TRITICUM TURGIDUM* L. ON THE PRODUCTION INDICATORS OF WINTER DURUM WHEAT

B.V. Romanov, A.A. Kozlov, A.V. Paramonov
FSBSI «FEDERAL ROSTOV AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER»

Abstract: Representatives of *Triticum turgidum* L. stand out for their high productivity. In many species, the ear is large and multi-dimensional, which has a positive effect on the potential of their productivity. In addition, the characteristics of *T. turgidum* L. (A^uB, 2n=28) are very similar to durum Desf durum wheat. (A^uB, 2n=28). On the basis of some of its varieties, winter varieties have been created, which are used, as well as representatives of durum wheat, in the production of raw materials for the pasta industry. The paper presents quite productive and contrasting in their morphological characteristics varieties of turgid wheat, available in the collection of species of the FSBSI FSRCR (Federal state agrarian research center of Rostov). Created as a result of crossing the loose-billed and multi-grained varieties of var. martensii with dense-spined coarse-grained var. salomonis new hybrid forms were characterized by a high weight of grain per ear, which

characterizes the productivity of the plant as a whole. According to this indicator, they significantly exceeded the modern production varieties of winter turgid and durum wheat. Since the resulting hybrid forms were quite tall, they were crossed with a relatively low-growing known variety of turgid wheat Terra. As a result of the combination [(*T. turgidum* loose-leaved x *T. turgidum* dense-leaved) x Terra], the same short-stemmed, but more productive than modern varieties, initial genotypes of turgid wheat were created. In the second generation, among the relatively short-stemmed forms obtained, elite plants with higher production indicators were selected. As a result of the combination [(*T. turgidum* loose-leaved x *T. turgidum* dense-leaved) x Terra], the same short-stemmed, but more productive than modern varieties, initial genotypes of turgid wheat were created. In the second generation, among the relatively short-stemmed forms obtained, elite plants with higher production indicators were selected. When crossing one of these selected hybrid genotypes with varieties of zoned winter hard wheat Donchanka and Kurant, it was possible to increase the production indicators of the latter.

Keywords: wheat, *Triticum turgidum*, varieties, *T. durum*, hybridization, hybrid forms, promising genotypes.

Тургидная пшеница (*Triticum turgidum* L.) обладает рядом полезных для селекции признаков и, в первую очередь, высокой продуктивностью. У многих видообразцов колос крупный, многозёрный, что позволяет им быть хорошим донором для создания высокоурожайных сортов [1]. Не случайно Н.И. Вавилов выдвигал идею вовлечения *T. turgidum* в селекцию при создании сортов с высокопродуктивным колосом [2]. Более высокая зерновая продуктивность тургидной пшеницы, по сравнению с другими видами, в настоящее время подтверждается соответствующими исследованиями, которые проводились на базе коллекции видов пшениц ФРАНЦ [3, 4, 5]. Поскольку по своим характеристикам *T. turgidum* L. (A^uB , $2n=28$) очень близка к твёрдым пшеницам *T. durum* Desf. (A^uB , $2n=28$), на базе некоторых её разновидностей созданы и продолжают создаваться озимые сорта, которые используют, так же, как и представители твёрдых пшениц, в производстве сырья для макаронной промышленности [6]. Однако, учитывая более качественные характеристики зерна твёрдой пшеницы, приоритет всё же отдаётся её сортам, хотя многие исследователи не делают особых различий между представителями *T. durum* и *T. turgidum* [7]. Кроме того, нужно иметь в виду, что яровая твёрдая пшеница менее урожайная, чем озимая и, к тому же, наиболее требовательна к условиям произрастания и, в первую очередь, к влагообеспеченности почвы [8, 9]. Поэтому в последнее время всё больше создается сортов озимой твёрдой пшеницы [7]. В то же время никто не снимает с повестки дня увеличение урожайности последних, а это можно сделать, привлекая в селекционный процесс представителей более продуктивных образцов *T. turgidum*. Генофонд тургидной пшеницы включает озимые, полуюзимые и яровые формы. Подавляющее преимущество за первыми [2]. К тому же, одинаковое число хромосом и геномный состав будет благоприятствовать скрещиванию между этими видами. Следовательно, одним из возможных путей повышения продуктивности районированных сортообразцов озимой твёрдой пшеницы - гибридизация с соответствующими генотипами озимой тургидной.

Цель работы – показать влияние исходного материала из тургидной пшеницы на продукционные показатели районированных сортов озимой твёрдой пшеницы.

Объекты и методы исследований

В качестве исходного материала для получения перспективных генотипов тургидной пшеницы использовали довольно контрастные разновидности тургидной пшеницы: var. *martensii* – рыхлоколосая, многозёрная; var. *salomonis* – плотноколосая, крупнозёрная. В этой связи, следует отметить, что *T. turgidum* var. *salomonis* относится к группе – *gigantosemineum* [2]. Учитывая эти особенности, произведено скрещивание данных видообразцов между собой, предполагая возможную удачную комбинацию признаков родительских форм в гибридном потомстве. Позже, для снижения высоты растений, отобранные гибридные формы, скрестили с относительно низкорослым районированным сортом тургидной

пшеницы Терра. Затем, полученные гибриды, были вовлечены в гибридизацию с некоторыми современными сортами озимой твёрдой пшеницы.

Для оценки продукционных признаков в фазу полной спелости отбирали по 15-25 продуктивных побега каждого образца и, после досушки, проводили структурный анализ. Математическую обработку осуществляли по Б.А. Доспехову (1979) с помощью стандартных вычислительных программ Microsoft Excel [10].

Результаты и обсуждение

Для создания высокопродуктивных генотипов тургидной пшеницы использовали в качестве материнского растения рыхлоколосую форму с большим количеством зерновок, а опыляли её плотноколосой с крупным зерном (рис. 1).



Рис. 1. Колосья: 1- исходной рыхлоколосой, 2- гибрида F_1 , 3- плотноколосой форм тургидной пшеницы

Видно, что у гибридов F_1 , наблюдается даже небольшое ветвление внизу колоса и они достаточно крупные, по сравнению с родительскими формами. По морфологии они представляют собой нечто среднее между колосьями исходных разновидностей. Во втором поколении мы отобрали элитное растение, которое размножали в течение нескольких поколений. На рис.2 представлены колосья четвертого поколения отобранных гибридов и исходных родительских форм. Это вполне устоявшиеся генотипы.

Следует отметить, что родительские формы довольно высокорослые и, соответственно, полученные гибриды также являлись относительно рослыми, что отрицательно сказалось на их устойчивости к полеганию. В фазе налива зерна у существенного процента таких растений наблюдалось полегание.

шт., и оно также существенно выше, чем у Терры. Однако по числу зерновок (33,8шт), плотноколосая исходная форма значительно уступала остальным, включая и Терру. Тем не менее, благодаря своим крупным зерновкам, различия по массе зерна с колоса у неё, с рыхлоколосой и Террой недостоверны. В то же время гибрид существенно превосходит исходные формы и Терру по массе зерна с колоса. Это также неблагоприятно сказывалось на устойчивости к полеганию высокорослого гибрида, по сравнению с короткостебельным районированным сортом Терра.

Таблица 2

Характеристики морфоструктурных признаков исходных форм, гибрида F₅ и районированного сорта тургидной пшеницы Терра, 2018

Генотипы	Высота растений, см	Площадь флагового листа, см ²	Длина колоса, см	Количество, шт		Масса зерна с колоса, г
				колосков	зерновок	
Рыхлоколосый	112,1	21,2	10,2	24,4	40,2	2,38
Плотнокососый	87,8	22,3	7,3	22,0	33,8	2,08
Гибрид	95,3	23,1	8,7	23,3	52,0	3,38
Терра	66,9	15,1	7,4	16,2	51,2	2,00
НСР ₀₅ =	9,6	3,3	0,8	1,3	8,0	0,41

Учитывая низкорослость районированного сорта, мы скрестили созданный гибрид с Террой. В результате выделены более короткостебельные формы, которые представляют из себя вполне перспективный исходный материал для селекции.

На следующем этапе, одну из этих относительно низкорослых гибридных форм скрестили с районированным и достаточно широко используемым в производстве сортом озимой твёрдой пшеницей Дончанка. В таблице 3 показаны продукционные характеристики отобранных во втором поколении растений в сравнении с исходной Дончанкой. У этих гибридов несколько увеличилась длина колоса, количество зерновок и, самое главное, масса зерна с колоса. Таким образом, за исключением числа колосков, гибридные формы существенно превосходят исходную родительскую форму Дончанка.

Таблица 3

Характеристика исходной формы Дончанка и гибрида F₂ Дончанка x [(tur x tur) x Терра], 2018

Генотип	Длина колоса, см	Количество, шт.		Масса зерновок, г
		колосков	зерновок	
Исходная форма Дончанка	6,2	20,6	46,0	2,12
Дончанка x [(tur x tur) x Терра]	7,5	20,2	62,8	3,37
НСР ₀₅ =	0,8	2,1	11,5	0,89

В повторном опыте, в F₃ подтверждено преимущество гибрида над исходным сортом, несмотря на то, что абсолютные значения разнятся (табл. 4). В данном случае, это объясняется крайне засушливыми условиями лета 2019 года. В результате чего недостоверными оказались различия по длине колоса и по числу зерновок, несмотря на довольно высокую разницу по абсолютным цифрам 53,1 и 62,8 шт, соответственно. Тем не менее, видно, что по массе зерна с колоса гибрид (2,97 г), даже в условиях этого весьма неудачного сельскохозяйственного года, достоверно превышал исходную Дончанку (2,18 г) на 0,79 г. Крайне важно, что по высоте гибридные растения остались практически на уровне родительского районированного сорта Дончанка.

Таблица 4

**Характеристика исходной формы Дончанка и гибрида F₃
Дончанка x [(tur x tur) x Терра], 2019**

Генотип	Высота растений, см	Длина колоса, см	Количество, шт.		Масса зерновок, г
			колосков	зерновок	
Исходная форма Дончанка	65,0	7,0	21,6	53,1	2,18
Дончанка x [(tur x tur) x Терра]	68,0	7,8	21,0	62,8	2,97
HCP ₀₅ =	4,9	0,6	2,2	13,1	0,63

Что характерно в параллельном опыте при скрещивании этого же гибридного тургидного генотипа с озимым сортом твёрдой пшеницы Курант получены аналогичные результаты. Результаты проведения опыта представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Характеристика исходной формы Курант и гибрида F₃
Курант x [(tur x tur) x Терра], 2019**

Генотип	Длина колоса, см	Количество, шт.		Масса зерновок, г
		колосков	зерновок	
Курант	6,9	18,8	54,5	1,90
Курант x [(tur x tur) x Терра]	6,9	20,8	60,0	2,75
HCP ₀₅ =				0,60

Из данных таблицы 5 видно преимущество по массе зерна с колоса гибридных растений (2,75 г) над исходным, также районированным сортом Курант (1,90 г). Математическая обработка по другим признакам, ввиду их незначительных различий, не проводилась. Главное, в данном случае, показать повышение продукционных признаков гибрида, по сравнению с исходным районированным сортом озимой твёрдой пшеницы.

Закключение

Таким образом, можно констатировать, что полученный гибрид тургидной пшеницы [(*T. turgidum* v. *martensii* x *T. turgidum* v. *salomonis*) x Терра] является перспективным исходным материалом для улучшения продукционных показателей существующих сортообразцов озимой твёрдой пшеницы. Более того, на базе самих полученных гибридных генотипов можно непосредственно создавать вполне конкурентные по продуктивности сорта тургидной пшеницы.

Статья подготовлена в рамках выполнения задания № 0506-2019-0002 Программы ФНИ ГАН на 2019 год.

Литература

1. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: учебник. Под ред. В.В. Пыльнева. – М.: Колос. – 2008. – 551 с.
2. Пшеницы мира. Л.: Агропромиздат, – 1987. – 559 с.
3. Романов Б.В. К вопросу о гекса – и октоплоидном уровне количественных признаков у голозерных тетраплоидных видов пшеницы // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – № 3. – С.101-108.
4. Романов Б.В., Пимонов К.И. Феномогеномика продукционных признаков видов пшеницы. Монография: п. Персиановский, – 2018. – 188 с.
5. www.agromaestro.com
6. Кадушкина В.П., Грабовец А.И., Коваленко А.С. Роль местного генофонда в селекции яровой твёрдой пшеницы в степной зоне Ростовской области // Мат. межд. научн.-практ. конф. «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства». - п. Персиановский. – 2018. – С. 236-242.

7. Самофалова Н.Е., Попов А.С., Иличкина Н.П., Дубинина О.А., Дерова Т.Г. Твёрдая (тургидная) озимая пшеница в Ростовской области (сортовой состав, технология возделывания, семеноводство) - Ростов-на-Дону. - 2012. – 80 с.
8. Зеленская Г.М., Поляков В.В., Есекова А.А. Яровая пшеница при различных технологиях выращивания // Мат. межд. научн.-практ. конф. «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства» п. Персиановский. - 2019. - С. 108-110.
9. Сорокина И.Ю., Кирич А.В. Сортоиспытание озимой пшеницы в условиях Зерноградского района Ростовской области // Мат. межд. научн.-практ. конф. «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства» п. Персиановский. - 2019. – С. 239-240.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос. – 1979. – 416 с.

References

1. V.V. Pylnev, ed. Workshop on selection and seed production of field crops: a textbook. M.: Kolos Publ., 2008, 551 p. (In Russian)
2. Wheat of the world. L.: Agropromizdat Publ., 1987, 559 p. (In Russian)
3. Romanov B.V. To the question of the hexa- and octoploid level of quantitative traits in naked tetraploid wheat species. *S.-kh. Biologiya — Agricultural biology*, 2006, no.3, pp.101-108. (In Russian)
4. Romanov B.V., Pimonov K.I. *Fenomenomika produktsionnykh priznakov vidov pshenitsy* (Phenomenogenomics of production traits of wheat species). Monograph: p. Persianovskii, 2018, 188 p. (In Russian)
5. www.agromaestro.com
6. Kadushkina V.P., Grabovets A.I., Kovalenko A.S. [The role of the local gene pool in the selection of spring durum wheat in the steppe zone of the Rostov region]. *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Resursosberezhenie i adaptivnost' v tekhnologiyakh vozdelvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rastenievodstva»* [Materials intern. scientific-practical conf. "Resource-saving and adaptability in technologies of cultivating crops and processing crop products"]. Persianovskii, 2018, pp. 236- 242. (In Russian)
7. Samofalova N.E., Popov A.S., Ilichkina N.P., Dubinina O.A., Deroval T.G. Durum (turgid) winter wheat in the Rostov region (varietal composition, cultivation technology, seed production). Rostov-na-Donu, 2012, 80 p. (In Russian)
8. Zelenskaya G.M., Polyakov V.V., Esekova A.A. [Spring wheat with various cultivation technologies]. *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Resursosberezhenie i adaptivnost' v tekhnologiyakh vozdelvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rastenievodstva»* [Materials intern. scientific-practical conf. "Resource-saving and adaptability in technologies of cultivating crops and processing crop products"]. Persianovskii, 2019, pp. 108 - 110. (In Russian)
9. Sorokina I.Yu., Kirin A.V. [Variety testing of winter wheat in the conditions of the Zernograd district of the Rostov region]. *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Resursosberezhenie i adaptivnost' v tekhnologiyakh vozdelvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rastenievodstva»* [Materials intern. scientific-practical conf. "Resource-saving and adaptability in technologies of cultivating crops and processing crop products"]. Persianovskii, 2019, pp. 239-240. (In Russian)
10. Dospikhov B.A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results) – 4th ed. revised, M.: Kolos Publ., 1979, 416 p. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

О.В. БИРЮКОВА, К.Н. БИРЮКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
В.П. КАДУШКИНА

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

E-mail: biryukov.22@bk.ru

Рассмотрены различные способы улучшения качества зерна у сортов яровой твердой пшеницы в условиях северо-западной зоны Ростовской области. Изучены три сорта яровой твердой пшеницы: Вольнодонская, Донская элегия, Мелодия Дона. В качестве предшественников использовали зернобобовые и озимые колосовые. Система удобрений предусматривала основное внесение фосфорсодержащих туков под вспашку, азота (карбамид) в поздние подкормки по листу (фаза колошения). Нормы высева – 3; 4 и 5 млн. всхожих семян на гектар.

Результаты исследований показали, что количество белка в зерне яровой пшеницы зависит от погодных условий в течение вегетации. Чем более засушливые условия, тем выше качество пшеницы. Установлена устойчивая отрицательная корреляция между урожайностью и содержанием белка в зерне яровой пшеницы. Посев яровой пшеницы по лучшим предшественникам (зернобобовые) позволяет увеличить количество белка в зерне на 0,6%. Нормы высева оказывают определенное влияние на количество протеина в зерне. Однако это проявляется только при жестких засухах. Эффективное средство повышения качества зерна – рациональное применение минеральных удобрений. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что азотная подкормка способствовала увеличению количества белка у каждого сорта при любом уровне агрофона. При среднем и высоком уровне минерального питания количество белка при подкормке увеличилось, по сравнению с базисным агрофоном. на 0,2-0,4%, при низком уровне питания – на 0,5%. Результаты опыта позволяют заключить, что потери качества зерна яровой пшеницы связаны с повреждением ее вредителями, в частности - клопом-черепашкой.

Ключевые слова: яровая твёрдая пшеница, сорт, предшественник, норма высева, уровень минерального питания, внекорневая подкормка, карбамид.

INFLUENCE OF AGRONOMIC PRACTICES AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON GRAIN QUALITY OF SPRING DURUM WHEAT

O.V. Biryukova, K.N. Biryukov, V.P. Kadushkina

FSBSI «FEDERAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER OF ROSTOV»

E-mail: biryukov.22@bk.ru

Abstract. *Different ways of improving grain quality varieties of spring durum wheat in north and west zone of the Rostov region. The region is characterized by gradual climate change, which is reflected in the growth of its continentality. Studied four varieties of spring durum wheat – Volnodonskaya, Elegy of Don, Melody of Don. The precursor used legumes and winter cereals. The system of fertilizer provided the basic introduction of phosphate-based fertilizers for tillage, nitrogen (urea) in the late feeding on the leaf (heading stage). Seeding rates – 3, 4 and 5 million/ha.*

The results showed that the amount of protein in grain of spring wheat depending on weather conditions during the growing season. The more arid the conditions, the higher the quality of the wheat. Established a strong negative correlation between yield and protein content in grain of spring wheat. Sowing of spring wheat on the best predecessors (bean) allows you to increase the

amount of protein in the grain to 0,6%. Seeding rates have a definite impact on the amount of protein in the grain. However, this appears only when hard drought. Effective means of improving grain quality and rational use of mineral fertilizers. Based on the results obtained, it can be concluded that nitrogen fertilization increased the amount of protein in each class at any level of soil fertility. With medium to high level of mineral nutrition the amount of protein when feeding increased compared with baseline soil fertility at 0,2-0,4%, with a low power level of 0,5. The results of the experiment allow concluding that the loss in quality of grain of spring wheat associated with damage to her pests, in particular by turtle bug.

Keywords: spring durum wheat, variety, predecessor, sowing rate, level of mineral nutrition, foliar feeding, urea.

В Ростовской области яровая твердая пшеница является страховой культурой на случай гибели озимых [1]. Также она является экономически ценной и важной продовольственной культурой за счет качественных показателей зерна. Достоинства зерна этой пшеницы определяются повышенной стекловидностью, высоким и богатым содержанием хорошо сбалансированного белка [2]. Яровая твердая пшеница служит незаменимым сырьем для производства высококачественных макаронных и крупяных изделий [3].

Основные тенденции современного растениеводства таковы, что важно не только получить высокий, экономически выгодный урожай, но и обеспечить высокие качественные показатели данного урожая [4].

Технологические, пищевые и кормовые достоинства зерна определяются действием трех основных групп факторов – генетическими особенностями сортов, агротехникой их возделывания и экологическими условиями [5].

Цель исследований – выявить закономерности накопления белка в зерне яровой твердой пшеницы в зависимости от экологических условий и агротехнических приемов возделывания.

Материалы и методы

Исследования были выполнены в течение 2012-2016 гг. в северо-западной зоне Ростовской области. Почва опытного участка представлена черноземом южным карбонатным среднетяжелым. Мощность гумусового горизонта 60-70 см. Количество гумуса в пахотном слое находится в пределах 3,6%. Количество подвижных форм макроэлементов в пахотном слое почвы (фон без удобрений) было следующим: общего азота ($N-NO_3 + N-NH_4$) – 12 мг/кг почвы, фосфора (P_2O_5) – 56,5 мг/кг, калия (K_2O) – 320 мг/кг. Величина pH в гумусовом горизонте была на уровне 7,0-7,8.

Предшественники – зернобобовые и колосовые. Срок посева – оптимальный для зоны возделывания. Норма высева 3, 4 и 5 млн. всхожих семян на гектар. Изучали три уровня минерального питания яровой пшеницы: низкий, средний и высокий. Основное удобрение (аммофос) вносили осенью под основную обработку почвы (вспашка на глубину 20-22 см) сеялкой СН 16 по схеме опыта. Глубина заделки семян – 5-6 см. Площадь делянки – 10,5 м², повторность опыта - трехкратная.

Внекорневую подкормку проводили карбамидом (N_{46}) в фазе колошения из расчета 65 кг/га в физическом весе (или 30 кг/га по д.в.). Учет урожайности яровой пшеницы вели поделочно, прямым комбайнированием в фазе полной спелости зерна комбайном Сампо 130.

Изучали три сорта яровой твёрдой пшеницы – Вольнодонская, Донская элегия, Мелодия Дона. У этих сортов на генетическом уровне обусловлено высокое содержание белка.

Результаты и обсуждение

Качество зерна в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий. Установлено, что в засушливые годы зерно формируется с повышенным содержанием белка. Избыточное увлажнение в период после колошения до начала восковой спелости зерна, уменьшает содержание белка и клейковины. При оптимальном увлажнении белковость зерна не снижается и технологические качества не ухудшаются.

Пять из шести лет изучения (2012-2015) были в целом неблагоприятными для роста и развития растений яровой пшеницы. Основной негатив сложился в фазе цветения-налив зерна, когда наблюдали острую воздушную и почвенную засуху, сопровождающуюся суховейными ветрами. Это в худшую сторону сказалось на урожайности культуры. Между урожайностью и содержанием белка в зерне есть устойчивая отрицательная корреляция ($r = -0,63 \pm 0,031$, по результатам данного опыта). Поэтому количество белка в эти годы было высоким (в среднем 15,6%). В 2016 году условия для развития растений были очень благоприятными, была получена высокая урожайность, что в свою очередь сказалось на содержании белка в зерне (14,9%).

Хотя условия погоды и оказывают влияние на качество зерна, одно только их воздействие не может гарантировать высокое качество урожая. Для того чтобы, независимо от погодных условий, получать высококачественное зерно необходимо при помощи соответствующих агротехнических приемов создавать для этого предпосылки.

Определенную роль в плане повышения качества зерна имеет правильный выбор предшественника, по которому будет размещена яровая пшеница. Наиболее оптимальным предшественником следует считать зернобобовые (нут, чечевица, горох). Колосовые предшественники яровой пшеницы в этом отношении уступают зернобобовым (табл. 1).

По всем годам количество белка у сортов, посеянным по зернобобовым, было выше, нежели при посеве по колосовым. Разница между первым и вторым вариантом составила 0,6%. Такое положение дел позволяет иметь определенный резерв в плане увеличения количества белка в зерне при подборе правильного предшественника. Наибольшая разница в количестве белка, в зависимости от предшественника, была установлена у сорта Вольнодонская. Она составила 0,9%. У других сортов этот разбег оказался несколько меньшим – 0,5%.

Таблица 1

Содержание белка в зависимости от предшественника, %

Сорт	Предшественники	
	зернобобовые	колосовые
Вольнодонская	16,2	15,3
Донская элегия	15,4	14,9
Мелодия Дона	15,5	15,0
Среднее	15,7	15,1

Правильное установление норм высева – одна из важных предпосылок высоких и качественных урожаев яровой пшеницы. Изреженные посевы сильнее страдают от сорняков и вредителей, в них больше непродуктивных стеблей. Слишком загущенные посевы при влажной погоде сильнее повреждаются грибными заболеваниями, а при засухах страдают от недостатка влаги. Яровая пшеница имеет низкую продуктивную кустистость, поэтому оптимальный колосостой может быть обеспечен главным образом путем правильного установления нормы высева [6].

В ряде опытов [7] наблюдается некоторое снижение содержания белка и ухудшение технологических свойств зерна при увеличении норм высева и, соответственно, густоты стеблестоя. Результаты данного опыта позволяют сделать вывод о том, что по яровой пшенице нормы высева оказывают определенное влияние на количество протеина в зерне. Однако это проявляется только при жестких засухах (табл. 2).

В 2013 году уменьшение нормы высева с 5 до 3 млн/га вызвало увеличение количества протеина в зерне яровой пшеницы на низком и среднем агрофоне на 0,5%, на высоком – на 0,3%. Высокая температура воздуха и недостаток влаги в почве тормозят нормальную деятельность ассимиляционного аппарата, а также усиливают процессы дыхания и расход углеводов. Это приводит к повышению содержания белка в зерне пшеницы. Особенно отчетливо это проявляется при изреженном стеблестое. В 2016 году зависимости между

нормой высева и количеством белка в зерне установлено не было. Все сорта, независимо от густоты колосостоя, накопили порядка 14,8-15,1% белка

Таблица 2

Влияние норм высева на количество белка в зерне яровой пшеницы (2013 и 2016 гг.)

Агрофон	Год изучения и норма высева					
	2013 (засушливый год)			2016 (влажный год)		
	3 млн./га	4 млн./га	5 млн./га	3 млн./га	4 млн./га	5 млн./га
Низкий	17,9	17,7	17,4	14,8	14,8	15,0
Средний	17,8	17,5	17,3	15,0	14,9	15,1
Высокий	18,0	17,8	17,7	14,8	14,8	14,9

Эффективное средство повышения качества зерна – рациональное применение минеральных удобрений [8]. Среди основных элементов питания ведущая роль в улучшении качества зерна (если мы говорим о белке) принадлежит азоту. Недостаток доступного азота на любом из основных этапов развития растений крайне нежелателен. Предотвратить азотное голодание пшеницы в ответственные фазы ее роста можно только внесением удобрений в разные сроки. Наиболее рационально азот работает на фоне оптимального количества доступных фосфатов в почве.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что азотная подкормка способствовала увеличению количества белка при любом уровне агрофона (табл. 3).

Таблица 3

Влияние азотных подкормок на количество белка в зерне, 2012-2016 гг.

Сорт	Уровень агрофона и содержание белка %					
	низкий		средний		высокий	
	базисный (без удобрений)	подкормка (N ₃₀)	базисный (N ₁₂ P ₅₂)	подкормка (N ₃₀)	базисный (N ₂₄ P ₁₀₄)	подкормка (N ₃₀)
Вольнодонская	15,6	16,0	15,6	15,7	15,8	16,2
Донская элегия	14,7	15,3	15,1	15,2	15,4	15,7
Мелодия Дона	15,0	15,5	15,0	15,4	15,4	15,7
Среднее	15,1	15,6	15,2	15,4	15,5	15,9

При среднем и высоком уровне минерального питания количество белка при подкормке увеличилось, по сравнению с базисным агрофоном, на 0,2-0,4%, при низком уровне питания – на 0,5%. Из изученных сортов наиболее отзывчивым на азотную подкормку была Мелодия Дона. В среднем по агрофонам количество белка у этого сорта возросло на 0,4%.

Следует отметить тот факт, что на эффективность внекорневой подкормки азотом влияет влагообеспеченность во время вегетации яровой пшеницы. При засухе внесение карбамида в фазу колошения способствовало увеличению белковости зерна (по всем сортам) на 0,3%. В том случае, когда влагообеспеченность была в норме, содержание белка в зерне удалось повысить с помощью подкормки азотом на 0,9%.

Клоп-черепашка является одним из наиболее опасных вредителей яровой твердой пшеницы. Протеолитические ферменты, попадающие в зерновку со слюной при укусе ее клопом, особенно резко ухудшают качество клейковины [9].

Результаты опыта позволяют заключить, что наблюдаются определенные потери в качестве зерна пшеницы при повреждении ее клопом-черепашкой (табл. 4).

Таблица 4

Влияние повреждений, нанесенных клопом-черепашкой, на качественные показатели зерна яровой пшеницы (2015-2016 гг.)

Сорт	Питомник	Поражение клопом, %	Натурная масса, г/л	Содержание в зерне, %		ИДК-1, ед.	Число падения, секунд
				белка	клейковины		
Вольнодонская	КСИ 1	1,6	783	15,5	36,0	108	393
	КСИ 2	2,5	763	15,1	32,9	115	366
Донская элегия	КСИ 1	0,9	760	15,4	36,5	105	366
	КСИ 2	1,6	720	15,3	33,9	111	345
Мелодия Дона	КСИ 1	1,5	788	15,0	32,1	113	426
	КСИ 2	1,8	765	15,1	29,3	116	371

В среднем поражение клопом составило от 0,9 до 1,8%. Определенной связи между сортом и процентом поражения не обнаружено, поскольку отдельно по питомникам каждый сорт поражался клопом по-разному. Но были установлены определенные тенденции ухудшения качества зерна при увеличении процента пораженности клопом. Натурная масса снижалась на 23-40 г/л при увеличении пораженности на 0,7%. Количество белка при увеличении процента пораженности оставалось неизменным, но изменялось количество клейковины. Содержание клейковины уменьшалось на 2,6-3,1%, в среднем по сортам. Качество клейковины при этом оставалось одинаковым – неудовлетворительно слабая (105-116 единиц ИДК). Поражение клопом-черепашкой сильно сказалось на изменении значения числа падения. Здесь прослеживалась четкая тенденция усиления активности альфа-амилазы (соответственно, уменьшения числа падения) при увеличении процента пораженности клопом. По сортам Вольнодонская и Донская элегия число падения уменьшилось на 21-27 сек., по сорту Мелодия Дона – на 55 сек.

Заключение

На основании результатов проведенных исследований можно сделать вывод о том, что для сортов яровой твердой пшеницы Вольнодонская, Донская элегия и Мелодия Дона есть хороший потенциал увеличения качества зерна за счет грамотно подобранной технологии их возделывания. На севере Ростовской области данные сорта следует размещать по зернобобовым, применять для внекорневой подкормки в фазе колошения азот, дозой до 30 кг/га д.в. Обязательными являются мероприятия по защите посевов от клопа-черепашки. Все это позволяет увеличить количество протеина в зерна на 1,2-1,5%, независимо от складывающихся погодных условий.

Номер государственного задания (тема исследований): № 0710-2019-0041 «Создать новые генотипы пшеницы и тритикале и выделить сорта, адаптивные к условиям меняющегося климата с высоким потенциалом продуктивности и качества сырья, устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды, с высоким иммунитетом к основным болезням; разработать технологии возделывания новых сортов пшеницы и тритикале, включенных в Госреестр».

Литература

1. Грабовец А.И., Бирюков К.Н., Михайленко П.В., Ляшко А.Г. Усовершенствованная технология возделывания новых сортов яровой твердой пшеницы в северо-западной зоне Ростовской области (рекомендации). – п. Рассвет, – 2015. – 25 с.
2. Уханова О.И., Белоусова Е.М., Рыжкова А.Н. Высокоурожайные сорта сильной и твердой пшеницы. – Москва: Издательство «Колос», – 1979. – 136 с.
3. Кадушкина В.П., Грабовец А.И., Бирюкова О.В., Коваленко С.А. Качество зерна сортов яровой твердой пшеницы донской селекции // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации – 2018. – № 4. – С. 266-276 (DOI 10.31774/2222-1816-2018-4-266-276)

4. Спиваков А.А. [и др.] Технология возделывания яровой пшеницы в ЦЧЗ. – Воронеж: «Исток», – 2013. – 31 с.
5. Бирюкова О.В., Бирюков К.Н. Влияние экологических условий и агротехнических приемов на качество зерна озимого тритикале // Материалы науч.-практ. конф. «Проблемы устойчивого сельскохозяйственного производства растениеводческой продукции в различных агроэкологических условиях». Ростов-на-Дону – Таганрог, 2017. – С. 6-12
6. Иванов П.К. Яровая пшеница. – Москва: Издательство «Колос», – 1971. – 328 с.
7. Шевченко Н.А., Грабовец А.И., Бирюков К.Н. Влияние экологических условий и агротехнических приемов на качество зерна озимой пшеницы // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы производства сельскохозяйственных культур в южном регионе Российской Федерации». – Новочеркасск, – 2014. – С. 67-71.
8. Коренев Г.В. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб. пособие для сельскохозяйственных вузов – М.: Агропромиздат, – 1988. – 301 с.
9. Васильчук Н.С. Селекция яровой твердой пшеницы. – Саратов, – 2001. – 124 с.

References

1. Grabovets A.I., Biryukov K.N., Mikhailenko P.V., Lyashko A.G. Improved technology for the cultivation of new varieties of spring durum wheat in the northwestern zone of the Rostov region (recommendations), Rassvet, 2015, 25 p. (In Russian)
2. Ukhanova O.I., Belousova E.M., Ryzhkova A.N. High-yielding varieties of strong and durum wheat, Moscow : «Kolos» Publ., 1979, 136 p. (In Russian)
3. Kadushkina V.P., Grabovets A.I., Biryukova O.V., Kovalenko S.A. Grain quality of varieties of spring durum wheat of Don selection. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii – Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation*, 2018, no. 4, pp. 266-276. (In Russian) Doi: 10.31774/2222-1816-2018-4-266-276
4. Spivakov A.A. [et al.] Spring wheat cultivation technology in Central Black Earth Zone. Voronezh: «Istok» Publ., 2013, 31 p. (In Russian)
5. Biryukova O.V., Biryukov K.N. [The impact of environmental conditions and agricultural practices on the quality of grain of winter triticale]. *Materialy nauch.-prakt. konf. «Problemy ustoichivogo sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva rastenievodcheskoi produktsii v razlichnykh agroekologicheskikh usloviyakh»* [Materials scientific and practical. conf. "Problems of sustainable agricultural production of crop products in various agroecological conditions"]. Rostov-na-Donu – Taganrog, 2017, pp. 6-12 (In Russian)
6. Ivanov P.K. Spring wheat. Moscow : «Kolos Publ. », 1971, 328 p. (In Russian)
7. Shevchenko N.A., Grabovets A.I., Biryukov K.N. [Влияние экологических условий и агротехнических приемов на качество зерна озимой пшеницы.] *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Problemy i perspektivy proizvodstva sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v yuzhnom regione Rossiiskoi Federatsii»* [Materials intern. scientific-practical conf. "Problems and prospects of crop production in the southern region of the Russian Federation"]. Novocherkassk, 2014, pp. 67-71. (In Russian)
8. Korenev G.V. Intensive crop cultivation technologies: textbook. manual for agricultural universities, under the editorship of Korenev G.V. M.: Agropromizdat Publ., 1988, 301 p. (In Russian)
9. Vasil'chuk N.S. Selection of spring durum wheat. Saratov, 2001, 124 p. (In Russian)

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

Структура статьи

УДК xxx.xxx:(xxx.xxx+xxx.xxx)

Название статьи (по центру, 12 пт)

Инициалы и фамилии авторов (по центру, заглавные буквы 12 пт)

ORCID ID, E-mail:

Официальное название организации, город, страна (по левому краю, 12 пт).

Реферат (200–250 слов, по ширине страницы, 12 пт). Реферат должен быть четким и информативным (не содержать общих фраз, второстепенной информации), оригинальным, содержательным (отражать основное содержание статьи), структурированным (написанным как один абзац текста, но следовать последовательности описания результатов в статье). Реферат должен содержать цель, краткое описание методов проведения исследований, описание основных результатов и лаконичные выводы. В тексте необходимо применять терминологию, которую применяют в профильных международных англоязычных журналах по тематике исследований. Реферат сам по себе должен быть понятным без ознакомления с основным содержанием статьи. Рекомендовано строить большинство предложений по образцу: «Обнаружено...», «Установлено...», «Выяснено...», «Оценено влияние...», «Охарактеризованы закономерности...», «Рассмотрено...» и т. д.

Ключевые слова (4–6 слов, по ширине страницы, 12 пт).

Введение («Introduction»)

Введение может содержать характеристику изученности проблемы в мировой научной литературе. Историей вопроса. Постановкой проблемы. Завершается введение характеристикой цели работы: «выявить...», «охарактеризовать...», «выяснить...», «описать...»; целью работы не может быть «изучить...» или «исследовать...».

Материал и методы исследований («Materials and methods»)

Раздел должен давать возможность повторить весь объем проведенных исследований для проверки полученных автором статьи данных. Он по необходимости может делиться на подразделы. Раздел должен создавать целостное представление о том, что автору работы известны все возможные источники ошибок, которые могут повлиять на результаты исследований.

Результаты и их обсуждение («Results» и «Discussion»)

Раздел при необходимости может делиться на подразделы.

1. Латинские названия и связанная с ними информация (например, фамилии авторов или год описания) должны иметь одинаковые элементы форматирования.
2. Нельзя приводить ссылки на таблицу или рисунок в виде отдельного предложения.
3. Единицы измерения системы СИ приводятся без точки (м, г, а, моль), а нестандартизированные единицы – с сокращениями (экз./м² и т. д.).
4. В статье нельзя использовать сокращение научных терминов.
5. Названия таблиц и рисунков (а также примечания к ним) должны быть «исчерпывающими». Читатель не должен дополнительно перечитывать «Материал и методы исследований» или название работы, чтобы разобраться в содержании таблицы или рисунка, определить повторность исследований.

Выводы («Conclusion»)

Выводы – 5–10 предложений. Можно в виде списка, можно сплошным текстом.

Благодарности (если необходимы) («Acknowledgements»)

Благодарности подаются после выводов перед библиографическими ссылками.

Библиографические ссылки («References»)

Список литературы должен включать в себя ссылки на современные исследования, опубликованные за последние пять лет. Приветствуются ссылки на статьи из высокоцитируемых зарубежных и российских журналов. Проверку цитируемости автора или

журнала необходимо осуществлять по базам: WoS (<http://apps.webofknowledge.com/>), SCOPUS (<http://apps.webofknowledge.com/>), РИНЦ (<https://elibrary.ru/authors.asp>).

Ссылки на статьи из журнала, в котором публикуется данная статья, не должны превышать 10% от общего количества всех источников из списка литературы статьи.

Примеры оформления библиографических ссылок. ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Вариант References (для зарубежных баз данных) приводится полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются ли в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке.

Для получения транслитерированного списка литературы необходимо воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу в системе BSI (British Standard Institute) на сайте <http://translit.ru>, <http://transliteration.pro/bsi>, или на других сайтах, где есть онлайн транслитерация в системе BSI.

Транслитерируются: фамилия (и) И.О. автора(ов), название статьи и русскоязычные названия источников. *Название источника выделяется курсивом.*

Переводятся на английский язык: названия статей, монографий, сборников статей, конференций. После выходных данных указывается язык (in Russian).

- Перевод названия статьи, книги, сборника и журнала на английский язык дается в квадратных скобках, после транслитерированного названия.

- Из транслитерированного варианта ссылки нужно убрать знак «//», заменив его точкой.

- Место издания необходимо раскрыть. Например, вместо М. указать Moscow.

- Количество страниц в виде «s» (123 s.) из транслитерированного варианта ссылки нужно заменить на «р» (123 p. – в случае указания общего количества страниц в источнике) или pp. (pp. 23–35 – при указании диапазона страниц статьи в журнале или сборнике статей).

- Значок номера № в References заменяется на по.

Примерная схема представления статей из русскоязычных источников для References:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Author D.D. (Перечисляются все авторы в транслитерации) Title of article. (Транслитерация + перевод). Title of Journal (Транслитерация курсивом или транслитерация курсивом + перевод курсивом), 2019, vol. 5, no. 2, pp. 49-53. (In Russian)

Debelyi G.A. Zernobobovye kul'tury v mire i Rossiiskoi Federatsii [Legumes in the World and in Russian Federation]. Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Groat Crops, 2012, no 2, pp. 31–35. (In Russian)

Подробное описание обработки различных видов ссылок для References находится по адресу <https://bibliotekovedenie.rsl.ru/jour/pages/view/References>

В список литературы не включаются учебные пособия, ГОСТы, диссертации и авторефераты диссертаций, а также другие, труднодоступные для зарубежных читателей, источники.

Авторы полностью несут ответственность за точность библиографических источников, в том числе в переводе на английский язык.

Все библиографические ссылки необходимо проверить на наличие DOI, обязательно его указать. Ответственность за проверку наличия DOI в библиографических ссылках несут авторы статьи.

Критерии авторства. Авторы статьи должны в письменном виде подтвердить, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат).

Конфликт интересов. Авторы должны заявить об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах. Имя Отчество Фамилия, организация, степень, звание, должность, e-mail, ORCID (для индивидуальных исследователей доступ к реестру ORCID предоставляется бесплатно: <https://orcid.org/signin>. Вы можете получить ORCID ID, управлять записью результатов своей деятельности и искать в реестре других научных

работников. Очень важно предоставлять код ORCID каждый раз, когда вы отправляете рукопись в журнал).

Все авторы должны прочитать и одобрить окончательный вариант рукописи.

Рекомендации по набору и оформлению текста

Рукописи печатаются на одной стороне листа А4 с 1,0 междустрочным интервалом. Шрифт Times New Roman, размер – 12 пт. Абзацный отступ – 1,0 см.

Объем экспериментальных статей – от 5 до 10 страниц; объем обзорных статей – не более 15 страниц. Количество рисунков не должно превышать 5.

Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы в соответствии с содержанием статьи. Статистическая и другие виды детализации приводятся под таблицей в примечаниях. Табличные материалы размещаются в тексте статьи непосредственно после первого упоминания о них.

Рисунки нумеруются в порядке их обсуждения в тексте. Все элементы текста в изображениях (графиках, диаграммах, схемах), если это возможно, должны иметь гарнитуру Times New Roman. Изображение после сканирования при печати должно быть четким, под стать четкости основного текста. Все названия рисунков и таблиц должны быть представлены на русском и английском языках.

Ссылки в тексте приводятся по образцу (фамилия, год), например: 1 автор – (Vinson, 1997); 2 автора – (Vargo and Laurel, 1994; Vargo and Hulsey, 2000); 3 и более авторов – (Jones et al., 1978; Davis et al., 1989).

Рукопись должна быть подписана авторами и иметь заверенное печатью направление от учреждения, подтверждающее, где проводилось исследование и что материалы публикуются впервые. Все статьи, поступающие в редакцию, проверяются на наличие заимствований в системе АНТИПЛАГИАТ.

Правила опубликования

1. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора.
2. За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.
3. Присланные рукописи обратно не возвращаются.
4. Не допускается направление в редакцию работ, которые направлены в другие издания или напечатаны в них.

Редакция оставляет за собой право сокращать и исправлять рукопись по согласованию с автором.

Авторские права. Авторы, публикующие в данном журнале, соглашаются со следующим:

1. Авторы сохраняют за собой авторские права на работу и предоставляют журналу право первой публикации работы на условиях лицензии Creative Commons Attribution License, которая позволяет другим распространять данную работу с обязательным сохранением ссылок на авторов оригинальной работы и оригинальную публикацию в этом журнале.

2. Авторы сохраняют право заключать отдельные контрактные договорённости, касающиеся неэксклюзивного распространения версии работы в опубликованном здесь виде (например, размещение ее в институтском хранилище, публикацию в книге), со ссылкой на ее оригинальную публикацию в этом журнале.

3. Авторы имеют право размещать их работу в сети Интернет (например, в институтском хранилище или персональном сайте) до и во время процесса рассмотрения ее данным журналом, так как это может привести к продуктивному обсуждению и большему количеству ссылок на данную работу (См. The Effect of Open Access).

Приватность. Имена и адреса электронной почты, введенные на сайте этого журнала, будут использованы исключительно для целей, обозначенных этим журналом, и не будут использованы для каких-либо других целей или предоставлены другим лицам и организациям.

ДЕНЬ ПОЛЯ НА ШАТИЛОВСКОЙ СХОС: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

Н.В. ГРЯДУНОВА, кандидат биологических наук ФГБНУ
«ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Так уж исторически сложилась судьба Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции: она была создана в числе первых опытных научных учреждений; именно здесь впервые применялись и развивались передовые приёмы земледелия, зародилось почвозащитное лесоразведение, созданы первые селекционные отечественные сорта-шедевры таких полевых культур как рожь, овёс, клевер, люцерна, конопля, лён, гречиха, не имеющие длительное время конкурентов; именно здесь был разработан проект Положения «Шатиловская Госсемкультура», утверждённый в 1922 году, который составил основу общероссийской системы семеноводства сельскохозяйственных культур.

Мы не будем здесь представлять и описывать весь нелёгкий, а порой драматический, путь становления и развития Шатиловской СХОС, этому посвящено бесчисленное множество научных, библиографических и других публикаций – книг, монографий, научных сборников, проспектов, каталогов, остановимся лишь на вопросе организации и проведении **ДНЯ ПОЛЯ на Шатиловской СХОС**.

Итак, более 25 лет назад вице-президент РАСХН академик Александр Александрович Жученко определил Шатиловскую СХОС, как наиболее подходящую точку для экологического испытания самых разнообразных полевых культур, имея в виду её месторасположение (почвы, климат и т. д.), о чём в своё время говорил В.В. Докучаев. Он представлял её полигоном испытаний научных достижений селекционеров и других учёных.

Большую роль в организации, налаживании всего комплекса работ по воплощению в жизнь самой идеи академика А.А. Жученко, сыграли руководители РАН и Отделения сельскохозяйственных наук академики Г.А. Романенко, Н.В. Парахин, И.В. Савченко, Ю.Ф. Лачуга, Губернатор Орловской области академик РАН Е.С. Строев, зам. губернатора по АПК А.Н. Майоров; руководители района А.С. Злобин, С.Н. Медведев; директора ВНИИЗБК – А.Д. Задорин, В.И. Зотиков и другие представители научных и учебных учреждений страны.

Следует отметить, что организация экологического сортоиспытания в определённой мере способствовала восстановлению производственной базы, вдохнула новый смысл в развитие научной работы на Шатиловской СХОС.

В далёком прошлом (1998 г.) в экологическом испытании насчитывалось всего нескольких сортов на демонстрационных делянках, а в настоящее время высевается до 500 сортов 30 полевых культур, созданных в различных селекционных центрах России и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Программы Дня поля предусматривают ознакомление с селекционными достижениями и широкий обмен опытом с авторами сортов, непосредственно в поле, на делянках, на Круглых столах, посвящённых различным проблемам развития отрасли растениеводства и селекции. Участники семинара посещают обширную выставку современной сельскохозяйственной техники и оборудования российских и зарубежных производителей, а также средств защиты растений от вредителей и болезней.

В последние годы (с 2016 г.) День поля на Шатиловской СХОС проводится в рамках «Аграрной недели Орловской области» при непосредственном участии Губернатора Орловской области. Значительно расширился и круг участников Дня поля – от представителей МСХ РФ, РАН, Минобрнауки РФ, руководителей и специалистов предприятий аграрного комплекса, научных учреждений до различных коммерческих структур и агрохолдингов. В ходе проведения Дня поля между производителями и учреждениями – авторами селекционных достижений заключаются Соглашения о намерениях приобретения семян новых и перспективных сортов.

В современных условиях эффективная деятельность агропромышленного комплекса страны и стабилизация его работы не возможны без широкомасштабного использования достижений науки. Поэтому создание и освоение в производстве новых сортов и гибридов растений, являются важнейшей задачей развития инновационных технологий в растениеводстве.