

**ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 4(24), 2017 г.**

Научно – производственный журнал основан в 2012 году.

Периодичность издания – 4 номера в год.

**ISBN 9 785905 402036**

Учредитель и издатель – Государственное научное учреждение  
**Всероссийский научно-исследовательский институт 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**

**Артюхов А.И., ВНИИ люпина**

**Амелин А.В., Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина**

**Баталова Г.А., НИИСХ С-Востока им. Н.В. Рудницкого**

**Бобков С.В., ВНИИЗБК**

**Бударина Г.А., ВНИИЗБК**

**Васин В.Г., Самарская ГСХА**

**Гурин А.Г., Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина**

**Вишнякова М.А., ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова**

**Возиян В.И., НИИПК «Селекция», Молдова**

**Задорин А.М., ВНИИЗБК**

**Кобызева Л.Н., ИР им. В.Я. Юрьева, Украина**

**Косолапов В.М., ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса**

**Матвейчук П.В., ЗАО «Щелково Агротех»**

**Суворова Г.Н., ВНИИЗБК**

**Фесенко А.Н., ВНИИЗБК**

**Шевченко С.Н., Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова**

*Редактор, корректор*

**Грядунова Н.В.**

*Технический редактор*

**Хмызова Н.Г.**

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

*Фотоматериал* **Черненко В.А.**

С первого декабря 2015 года журнал включен в Перечень ВАК Минобрнауки 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:  
<http://perechen.vak2.ed.gov.ru>

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

**Свидетельство о регистрации ПИ ФС 77-45069, от 17 мая 2011 г.**

Полные тексты статей в формате pdf доступны на сайте журнала: <http://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](mailto:office@vniizbk.orel.ru)  
Сайт: <http://www.vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 20.12.2017 г.

Формат 60x84/8.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ ВНИИЗБК

Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

<b>Хмызова Н.Г., Грядунова Н.В.</b> Информационное обеспечение научных исследований Всероссийского научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур...4	
<b>Вишнякова М.А., Озерская Т.М.</b> Экспедиции Н.И. Вавилова как источник пополнения коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР .....7	
<b>Пташник О.П.</b> Технологические приемы выращивания нута в условиях степного Крыма...13	
<b>Вус Н.А., Кобызева Л.Н., Безуглая О.Н.</b> Формирование рабочей коллекции нута по устойчивости к аскохитозу .....19	
<b>Прянишников А.И., Савченко И.В.</b> Алгоритмы селекционных программ на адаптивность.....24	
<b>Зеленов А.Н., Зеленов А.А., Бобков С.В., Кононова М.Е., Толкачёва М.А., Гусарова И.Л.</b> Урожай и качество семян различных по архитектонике листа образцов гороха в зависимости от плотности посева .....33	
<b>Кожухова Е. В., Чураков А.А.</b> Выявление акцепторов и доноров признаков ярусной гетерофиллии и беспергаментности боба в условиях Восточной Сибири .....38	
<b>Беляева Р.В., Наумкина Т.С.,</b> Поиск, изучение и размножение источников и доноров хозяйственно ценных признаков гороха .....43	
<b>Ерохин А.И., Цуканова З.Р., Латынцева Е.В.</b> Влияние совместного применения препаратов Биостим Старт, фунгицида Скарлет, МЭ и Эмистима на посевные качества семян гороха .....49	
<b>Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Мазалов В.И., Сальникова Н.Б.</b> Интенсивность фотосинтеза листьев у сортов сои в зависимости от фазы роста и ярусного расположения...53	
<b>Береговая Ю.В., Тычинская И.Л., Ботуз Н.И., Лысенко Н.Н., Петрова С.Н.</b> Влияние различных систем гербицидов на симбиотическую активность сортов сои в условиях Орловской области .....58	
<b>Мирошникова М.П., Задорин А.М.</b> Изучение коллекции фасоли обыкновенной с целью создания перспективных форм зернового использования .....63	
<b>Зайцева А.И.</b> Особенности сорта вики посевной Ливенка .....67	
<b>Котляр А.И., Сидоренко В.С.</b> Крупнозёрные формы проса посевного в коллекции ВНИИЗБК .....70	
<b>Сурков А.Ю., Суркова И.В.</b> Влияние типа метелки на хозяйственно ценные признаки проса.....72	
<b>Муханов Н.К., Серекпаев Н.А., Зотиков В.И., Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А.</b> Формирование урожайности зеленой массы пайзы в зависимости от особенности выращивания на богарных землях и при орошении в сухостепной зоне Северного Казахстана.....79	
<b>Зотиков В.И., Джаксылыкова А.К.</b> Влияние внекорневой подкормки мочевиной на нагнетающую и синтетическую деятельность корневой системы различных сортов овса.....85	
<b>Мишенькина О.Г., Захаров В.Г.</b> Новые высокопродуктивные ценные по качеству сорта овса для производства безопасных продуктов питания .....91	
<b>Мальчиков П.Н., Сидоренко В.С., Мясникова М.Г., Розова М.А., Мудрова А.А., Цыганков В.И., Мухитов Л.А., Тугарева Ф.В.</b> Результаты селекции сортов яровой твердой пшеницы с укороченной соломиной .....97	
<b>Сидоренко В.С., Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г., Бударина Г.А., Наумкин Д.В., Костромичева В.А., Старикова Ж.В., Тугарева Ф.В., Горьков А.А.</b> Создание и выявление ценных селекционных линий крупяного направления на основе межвидовых гибридов твёрдой пшеницы и полбы .....106	
<b>Зарьянова З.А., Кирюхин С.В., Бобков С.В., Меркулов Д.Е.</b> Структура и качество кормовой массы различных видов многолетних трав .....115	
<b>Краснопёров А.Г., Буянкин Н.И., Анцифорова О.А.</b> Влияние структуры дерновых оглеенных почв на продуктивность смешанных посевов многолетних трав .....121	

CONTENT

<b>Hmyzova N.G., Gryadunova N.V.</b> Information support of scientific researches of the All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops .....	4
<b>Vishnyakova M.A., Ozerskaya T.M.</b> N.I. Vavilov's expeditions as a source of replenishment of grain legumes genetic resources of VIR collection .....	7
<b>Ptashnik O.P.</b> Techniques of growing chickpea under the conditions of the steppe Crimea .....	13
<b>Vus N.A., Kobyzeva L.N., Bezugla O.N.</b> Formation of a work chickpea collection by ascochyta blight tolerance .....	19
<b>Pryanishnikov A.I., Savchenko I.V.</b> Algorithms of breeding programs for adaptability .....	24
<b>Zelenov A.N., Zelenov A.A., Bobkov S.V., Kononova M.E., Tolkacheva M.A., Gusarova I.L.</b> Harvest and quality of seeds of various pea samples according to the leaf architectonics, depending on the sowing density .....	33
<b>Kozhukhova E.V., Churakov A.A.</b> Detection of acceptors and donors of signs of tiered heterophilia and parchment-free of pods in the conditions of eastern Siberia .....	38
<b>Belyaeva R.V., Naumkina T.S.</b> Search, study and propagation of sources and donors of economically valuable traits of pea .....	43
<b>Erohin A.I., Tsukanova Z.R., Latynceva E.V.</b> Influence of joint application of Biostim Start, fungicide Scarlet, ME and Emistim on the sowing quality of pea seeds .....	49
<b>Amelin A.V., Chekalin E.I., Zaikin V.V., Mazalov V.I., Salnikova N.B.</b> Rate of the photosynthesis of leaves of varieties soybean depending on the growth phase and tiers of leaves ..	53
<b>Beregovaya Yu.V., Tychinskaya I.L., Botuz N.I., Lysenko N.N., Petrova S.N.</b> Influence of various systems of herbicides on the symbiotic activity of soya varieties in the conditions of the Orel region .....	58
<b>Miroshnikova M.P., Zadorin A.M.</b> Study of common bean collection in order to create promising forms of grain use .....	63
<b>Zajceva A.I.</b> Features of common vetch variety Livenka .....	67
<b>Kotlyar A.I., Sidorenko V.S.</b> Large-grain forms of common millet in the collection of VNIIZBK .....	70
<b>Surkov A.Yu., Surkova I.V.</b> The influence of the type panicles on economic valuable traits of millet .....	72
<b>Mukhanov N.K., Serepayev N.A., Zotikov V.I., Stybaev G.Zh., Baitelenova A.A.</b> Productivity formation of payza green mass depending on the cultivation characteristics in rainfed areas and with irrigation in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan .....	79
<b>Zotikov V.I., Dzhaksylykova A.K.</b> Influence of foliar top dressing with urea on the injecting and synthetic activity of the root system of various varieties of oats .....	85
<b>Mishenkina O.G., Zakharov V.G.</b> New high-productive, valuable for the quality of the oats varieties for safe food products manufacturing .....	91
<b>Malchikov P.N., Sidorenko V.S., Miasnikova M.G., Rozova M.A., Mudrova A.A., Tsygankov V.I., Mukhitov L.A., Tugareva F.V.</b> Results of breeding of durum wheat cultivars with shorted stem .....	97
<b>Sidorenko V.S., Malchikov P.N., Myasnikova M.G., Budarina G.A., Naumkin D.V., Kostromicheva V.A., Starikova Zh.V., Tugareva F.V., Gorkov A.A.</b> Creation and identification of valuable cereal-breeding lines on the basis of interspecific hybrids of hard wheat and emmer wheat .....	106
<b>Zaryanova Z.A., Kiryuhin S.V., Bobkov S.V., Merkulov D.E.</b> Structure and quality of fodder mass of different types of perennial grasses .....	115
<b>Krasnoperov A.G., Buyankin N.I., Ancifirova O.A.</b> Influence of structure of cespitose gleyed soils on efficiency of the mixed crops of perennial grasses .....	121

УДК 001.92

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ВСЕРОССИЙСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА  
ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР**

**Н.Г. ХМЫЗОВА**, кандидат педагогических наук  
**Н.В. ГРЯДУНОВА**, кандидат биологических наук  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*В современных условиях с ростом требований к обоснованности различных организационных форм научных исследований – гранты, государственные, региональные, федеральные целевые программы, хоздоговора, интеграционные проекты возрастает роль информационного обеспечения научной деятельности. Внедрение различных рейтинговых систем оценок деятельности учёных и научных коллективов в последние годы неразрывно связано с такими наиболее значимыми критериями как импакт-фактор изданий, в которых публикуется статья, индекс цитируемости публикаций учёных и другими. Информационное обеспечение научно-исследовательских работ является основным направлением практической деятельности и теоретических исследований, служит важнейшим средством выполнения всех организационных форм научных исследований.*

*Информационное продвижение деятельности Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур обеспечивается работой сайтов института <http://vniizbk.ru> и выпускаемого журнала «Зернобобовые и крупяные культуры» – <http://journal.vniizbk.ru>.*

*С первого декабря 2015 года Всероссийский научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) <http://eLIBRARY.RU> и в Международной информационной системе AGRIS ФАО ООН <http://agris.fao.org>. За 2013-2017 годы учеными института подготовлено и отправлено в библиографическую базу данных AGRIS более 300 публикаций.*

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур» является головным научным учреждением по научному обеспечению производства зернобобовых и крупяных культур в Российской Федерации. На основе фундаментальных и прикладных исследований научными учреждениями координируемой сети ежегодно создаются новые сорта для конкретных почвенно-климатических зон страны, разрабатываются современные технологии их возделывания.*

*С целью координации научных исследований, пропаганды и внедрения в производство достижений, расширения творческих связей Институтом организуются и проводятся Международные симпозиумы, Всероссийские совещания, научно-практические конференции, Дни поля с Ярмаркой сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.*

*Стратегия развития Института на долгосрочную перспективу направлена на сохранение и укрепление лидирующих позиций в области селекции, семеноводства и технологии возделывания гороха, фасоли, чечевицы, нута, кормовых бобов, вики посевной, чины, сои, гречихи, проса просовидных культур, яровой твердой пшеницы, ячменя, овса.*

**Ключевые слова:** информационное обеспечение, научные исследования, сорта, технологии, международное сотрудничество.

*В 2017 году Институтом подготовлены и проведены различные мероприятия. С 27 по 29 июня в Орле прошёл Аграрный форум «Шатилово-121 год созидания», в рамках которого состоялась Международная научная конференция «Роль генетических ресурсов в*

повышении продуктивности и экологической устойчивости растениеводства»; День поля, ярмарка сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на Шатиловской СХОС; научно-методический семинар в ООО «Дубовицкое».

В мероприятиях Агрофорума приняли участие более 2,5 тыс. человек, в том числе: руководители 40 научно-исследовательских учреждений и учебных вузов России и Беларуси, включая Республику Крым, 15 академиков и член-корреспондентов РАН, селекционеры, технологи, аграрии из различных регионов России, представители научно-производственных фирм, акционерных обществ, инвестиционных компаний. День поля и Ярмарка сортов на Шатиловской СХОС стали традиционной площадкой для обмена передовым сельскохозяйственным опытом. С целью ознакомления освоения в производстве прогрессивных приёмов и научных достижений участники Агрофорума осмотрели производственные посевы в ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района АО «Щелково-Агрохим», опыты государственного испытания сортов Малоархангельского сортоучастка Орловского филиала Госсортокмиссии, ознакомились с выставками сельскохозяйственной техники и современными средствами защиты растений.

В рамках реализации плана научно-технического сотрудничества Институтом проведена Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био и абиострессорам». В мероприятии приняли участие научные сотрудники и аспиранты из различных научных учреждений и учебных ВУЗОВ России, Казахстана, Украины, Молдовы.

Ученые института приняли активное участие в работе 20 конференций Международного, Всероссийского и Регионального уровней, ряде практических семинаров по повышению квалификации, выставок.

Так, в целях повышения взаимодействия и обмена опытом ученые института выступили с докладами на научно-практическом семинаре «Современные системы семеноводства и комплексной защиты растений – основа получения высоких урожаев зерновых, зернобобовых и технических культур», который прошёл на базе «ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области.

Делегация ВНИИЗБК приняла участие с 5 по 7 июля в работе инновационного агротехнологического форума-выставки «Всероссийский день поля 2017», который прошёл в Татарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства. На демонстрационных участках были представлены сорта гороха селекции института Спартак, Амиор, Родник.

Кроме того, сотрудники института приняли участие в Дне сои, организованном компаниями «Сингента» и «Прогрейн», где ведущие эксперты этих компаний поделились информацией о новых тенденциях в технологии выращивания сои; межрегиональном семинаре «Прогрессивные технологии заготовки и хранения кормов – основа конкурентоспособности отрасли молочного и мясного скотоводства». Институтом была представлена экспозиция 20 видов многолетних трав в виде свежего снопового материала из питомника экологического испытания на начало сенокосного периода.

С экспозицией новых сортов пшеницы Институт принял активное участие в празднике «День хлеба – 2017», организованном по инициативе Правительства Орловской области. Основная цель мероприятия – показать востребованность профессии хлебопека.

Ученые ВНИИЗБК кандидаты сельскохозяйственных наук Г.Н. Суворова и А.Г. Васильчиков в составе Российской делегации приняли участие в семинаре, проводимом Институтом пищевых культур Сельскохозяйственной академии провинции Юннань в г. Кунминь, Китайской Народной Республике 12-18 ноября 2017 г. Был представлен доклад на тему «Состояние исследований по зернобобовым культурам во ВНИИЗБК». Ученые посетили также Северо-Западный сельскохозяйственный университет провинции Шанкси, с которым ВНИИЗБК имеет давние творческие связи.

24 ноября 2017 г. в Институте состоялся российско-китайский семинар «Изучение и использование генетических ресурсов гречихи в целях создания новых высокоурожайных сортов». Китайскую делегацию представляли профессор Ren Changzhon, президент Байченской академии сельскохозяйственных наук провинции Цзилин, иностранный член РАН, и профессор Wang Chunlong, директор института овса в составе Байченской академии сельскохозяйственных наук.

Ежегодно Институт проводит патентный поиск и оформление заявок на объекты интеллектуальной собственности. В 2017 году получено 5 патентов на новые сорта: чечевица Восточная и Орловская краснозёрная, бобы кормовые Красный богатырь, клевер луговой Сувенир, просо африканское Согур.

В результате многолетнего научно-технического сотрудничества в Республике Беларусь на 2017 г. допущены к использованию 13 сортов селекции института: горох Аист, Алла, Мультик, Юбилейный, вика яровая Никольская, кормовые бобы Стрелецкие, просо Быстрое, Вольное, Надежное, Славянское, гречиха Дикуль, Дождик, пайза Удаляя 2. В Украине в национальный реестр включены 2 сорта гречихи: Девятка, Дикуль; в Молдове – сорт проса Союз. В 2017 г. институт посетила делегация ученых и студентов Швейцарского аграрного университета (г. Берн) и сотрудники НИУ Белоруссии, Казахстана.

По результатам научных исследований опубликованы свыше 80 научных статей, изданы методические рекомендации, книги, монографии, брошюры и другие печатные издания по технологиям возделывания зернобобовых культур, гречихи и проса, обладающих авторским правом.

Разработки института были представлены на 19-й Всероссийской агропромышленной выставке «ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ-2017» в г. Москве. Получены 3 медали в различных номинациях: Золотая медаль и Диплом «За создание высокопродуктивных сортов зернобобовых и крупяных культур»; Золотая медаль и Диплом «За комплексное информационное обеспечение АПК»; Серебряная медаль и Диплом «За разработку и выпуск научно-методической литературы по агропромышленной тематике».

По результатам исследований в 2017 году созданы и переданы на государственное сортоиспытание 3 новых сорта – горох Ягуар, фасоль Маркиза, соя Шатиловская 17; выделены 114 источников хозяйственно ценных признаков и новых генотипов с комплексом положительных признаков и свойств, включая высокую продуктивность, устойчивость к опасным болезням и вредителям, скороспелость, качество продукции.

Кандидат сельскохозяйственных наук Андрей Анатольевич Зеленев принял участие в Фестивале, который проходил в городе Сочи с 14 по 22 октября в Олимпийском парке. Он посетил панельную дискуссию «Продовольственная безопасность», которая состоялась на площадке «Будущее науки и глобального образования», Спикерами выступили: первый заместитель руководителя ФАНО РФ Медведев Алексей Михайлович, директор ФГБНУ «Уральский НИИСХ» Зезин Никита Николаевич, президент национального движения сберегательного земледелия Орлова Людмила Владимировна. Модератор – зам. руководителя ФАНО РФ Журавлева Екатерина Васильевна.

## INFORMATION SUPPORT OF SCIENTIFIC RESEARCHES OF THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS

N.G. Hmyzova, N.V. Gryadunova

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

*Abstract: In modern conditions, with increasing requirements for the validity of various organizational forms of scientific research – grants, state, regional, federal target programs, business agreements, integration projects – the role of information support is growing. The introduction of various rating systems for assessing the activities of scientists and research teams in recent years is inextricably linked to such most significant criteria as the impact factor of publications in which the article is published, the index of quoting publications of scientists and others. Information support of research works is the main direction of practical activity and*

*theoretical research, it serves as the most important means of performing all organizational forms of research.*

*Information promotion of the Institute activities is provided by the work of the Institute's websites <http://vniizbk.ru> and journal «Legumes and Groat Crops» – <http://journal.vniizbk.ru>.*

*Since December 1, 2015, the journal «Legumes and Groat Crops» has been included in the List of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education of Russia of peer-reviewed scientific journals and publications published in the Russian Federation, for the publication of the main scientific results of dissertations for the academic degree of a doctor and candidate of science. The journal is registered in the Russian Scientific Citation Index (RSCI) <http://eLIBRARY.RU> and in the International Information System AGRIS UN FAO <http://agris.fao.org>. For the period of 2013-2017 the scientists of the Institute prepared and sent over 300 publications to the bibliographic database AGRIS.*

*FGBNU «The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops» is the leading scientific institution for the scientific support of leguminous and groat crops in the Russian Federation. On the basis of fundamental and applied research, new varieties are created for specific soil and climatic zones of the country, technologies are being developed for their cultivation.*

*In order to coordinate research, promote achievements, expand creative connections, the Institute organizes and conducts International Symposiums, All-Russian, International Meetings, Scientific and Practical Conferences, Field Days with the Fair of Varieties and Hybrids of Agricultural Crops.*

*The strategy for the development of The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops for the long-term perspective is aimed at preserving and strengthening the leading positions in the field of selection, seed production and technology of pea, bean, lentil, chickpea, fodder bean, common vetch, lathyrus, soybean, buckwheat, millet, millet-like crops, spring hard wheat, barley, oats.*

**Keywords:** information support, research, varieties, technologies, international cooperation.

## **К 130 ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ НИКОЛАЯ ИВАНОВИЧА ВАВИЛОВА**

**УДК 633.65:575**

### **ЭКСПЕДИЦИИ Н. И. ВАВИЛОВА КАК ИСТОЧНИК ПОПОЛНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ ВИДОВ**

**М.А. ВИШНЯКОВА, доктор биологических наук,**

**Т.М. ОЗЕРСКАЯ**

**ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»**

*Экспедиции Н.И. Вавилова явились богатым источником материала для коллекции генетических ресурсов ВИР. В данной статье приведен обзор основных экспедиций Н.И. Вавилова в 1916-1940 гг.: в Иран, на Памир, в Северную и Южную Америку, в Хорезмский оазис, Афганистан, Средиземноморье, в разные районы Азии, а также многочисленных поездок по СССР. Проанализированы поступления в коллекцию генетических ресурсов зернобобовых культур ВИР из этих экспедиций. Как коллектор Н. И. Вавилов передал в коллекцию этой многовидовой группы более 4300 образцов разных, в том числе новых для СССР видов и культур. В силу разного рода причин эта цифра скорее всего занижена. Обсуждается роль Н.И. Вавилова как идеолога, организатора и координатора*

*систематизированного поиска, изучения и использования исходных сортовых богатств всего земного шара для практической селекции страны.*

**Ключевые слова:** Н.И. Вавилов, коллекция, зернобобовые, интродукция, экспедиции, разнообразие.

Николай Иванович Вавилов, глобальная миссия которого до сих пор служит предметом исследований и обсуждения, был идеологом и организатором систематизированного сбора и «широкого использования исходных сортовых богатств *всего земного шара* для практической селекции» в нашей стране (Вавилов, 1932). Эту задачу он ставил перед институтом, которым руководил в течение 20 лет и где сосредоточил крупнейшую по тем временам коллекцию культурных растений и их диких родичей. До сих пор коллекция генетических ресурсов растений ВИР сохраняет статус крупнейшей в Европе и непревзойденной по видовому разнообразию и уникальности образцов. Она по-прежнему служит в качестве исходного материала для отечественной и зарубежной селекции, а также в качестве объекта для фундаментальных исследований во всем мире.

Н.И. Вавилов был убежден, что «... для практического решения важнейших государственных селекционных задач мы должны прежде всего знать, что имеется по всем, имеющим практический интерес, культурам в мире» (Вавилов, 1987. с. 50). С этой целью он осуществлял «зеленый поиск» в планетарных масштабах, посылал экспедиционные отряды в разные районы СССР и земного шара и сам предпринимал масштабные экспедиционные обследования.

Эти экспедиции по мере накопления привезенного из них материала и приобретенного научного опыта стали основой для создания фундаментальных работ о происхождении и эволюции культурных растений, закономерностей их сосредоточения в определенных регионах и распространения по земному шару и т.д.

Кроме семенного материала Н.И. Вавилов собирал черенки, гербарии, клубни. И если число гербарных листов можно определить с предельной точностью, то семенной материал вряд ли поддается точной количественной идентификации. Это объясняется, прежде всего, спецификой включения материала в коллекцию в те далекие от нас времена. Поступающие образцы фиксировали в журналах отдела интродукции ВИР, однако первые сведения в них относятся только к 1926 г. До этого образцы поступали сразу в отделы растительных ресурсов, где их регистрировали в журналах отдела. Кроме того, образцы из экспедиций, иногда посылали на питомники первичного изучения и размножения, минуя институт, куда они порой поступали значительно позднее. Смены поколений сотрудников, катаклизмы, пережитые обществом и институтом в течение более чем вековой истории, элементарное старение бумаги и другие отпечатки времени не могли не сказаться на документации. Очевидным и прискорбным фактом является то, что не все образцы, собранные Н.И. Вавиловым, дожили до нашего времени, что также затрудняет поиск исторических данных.

Тем не менее, мы предприняли попытку определить максимально близкое к реальному число и характер поступлений мировых генетических ресурсов зернобобовых, собранных непосредственно в экспедициях Н.И. Вавилова, в коллекцию ВИР. Этот анализ даёт объективную картину вклада ученого как коллектора в коллекцию конкретной группы сельскохозяйственных культур ВИРа.

Ценность этого материала заключается не только в его мемориальной значимости, а также в том, что он собран на основе теоретических разработок Н.И. Вавилова – преимущественно из центров происхождения, районов концентрации видового и сортового разнообразия культурных растений, и представляет собой ценные по агрономическим и биологическим свойствам образцы, местные сорта, предковые формы.

Цель данной статьи – проанализировать роль экспедиционных сборов Н. И. Вавилова в создании коллекции генетических ресурсов зернобобовых культур ВИР – важной группы растений, используемых в качестве продовольствия, кормов, сидератов, декоративных растений, а также в технике, фармакологии и т.д.

Представленные в статье результаты анализа числа экспедиционных образцов зернобобовых, собранных непосредственно Н.И. Вавиловым или его спутниками по некоторым экспедициям (В.И. Лебедевым, Д.Д. Букиничем, М.Г. Поповым, В.С. Лехновичем, Ф.Х. Бахтеевым), а также людьми, которых он просил обследовать районы его экспедиций, куда он не успевал (Н. Гайсинским-Сардния) или не имел визы (Р. Гудзони-Египет) выявили некоторые ошибки, допущенные нами в предыдущей аналогичной работе (Вишнякова, 2012). Не будем приводить всех причин, приведших к этим ошибкам, отметим лишь обобщающую: недостаточное знание всех деталей экспедиций Н.И. Вавилова, которые со временем становятся известными. Самым наглядным примером этого является экспедиция Н.И.Вавилова и А.А.Ячевского в США в 1921 г., о которой сказано ниже.

Первой научной экспедицией Н.И. Вавилова по сбору мировых растительных ресурсов следует считать экспедицию в Иран в 1916 г., куда он был командирован Министерством земледелия для выяснения причин массового отравления хлебом в русских войсках. Он проследовал туда через Сырдарьинскую область, окрестности Ташкента, Закаспийскую область, по долинам рек Атрек, Сумбар, Теджен и Мургаб, по пути собирая семенной материал. Из Ирана он проследовал на Памир, где преодолел 1000 км (Гончаров, 2012). По результатам нашего анализа документации отдела зернобобовых из этой экспедиции привезено 73 образца: местные формы нута *Cicer arietinum* L. – 4, гороха *Pisum sativum* L. – 10, чечевицы *Lens culinaris* Medic. – 1, чины – *Lathyrus sativus* L. – 2, вигны – *Vigna radiata* (L.) Wilczek (маша) – 28, бобов – *Vicia faba* L. (таблица). В этой экспедиции ученый понял и впоследствии доказал значение данной территории как одного из очагов формообразования культурных растений, в частности, разных видов и разновидностей гороха, чины, нута, бобов. Кроме того, на Памире он изучил высотные пределы ряда культур, в том числе, гороха – 3250 м, бобов – 2510 м и маша – 2135 м (Вавилов, 1987).

Если следовать хронологии, то следующей экспедицией Н.И.Вавилова была поездка по районам Нижнего Поволжья в 1920 г. с целью изучения поволжской полевой флоры. Вместе с сотрудниками и студентами кафедры частного земледелия и селекции Саратовского университета он посетил районы дельты Волги, деревни Быково, Дубовку, солончаки вокруг озера Эльтон, Камышинское экспериментальное поле. В 1920 г. в Нижнем Поволжье была необычайная суровая засуха и полуторамесячная мгла, висевшая над Саратовом, по мнению Вавилова, были интересным экспериментальным фоном для изучения адаптации растений. В экспедиции собрано много овощных и бахчевых культур. Итоги этой экспедиции обобщены в книге Н.И. Вавилова «Полевые культуры Юго-Востока» (1922). Зернобобовые в этих сборах по нашим представлениям составили около 100 образцов гороха, нута и чечевицы.

В 1921 г. Н.И. Вавилов предпринял первую экспедицию в США. С конца августа до поздней осени 1921 г. Н.И. Вавилов и А.А. Ячевский познакомились с некоторыми сельскохозяйственными районами США – штатами Нью-Йорк, Пенсильвания, Мэн, Огайо, Индиана, Иллинойс, Висконсин, Миннесота, Колорадо, Аризона, Калифорния, Орегон, Виргиния, Северная Каролина и департаментом Онтарио Канады и работой их генетических и сельскохозяйственных опытных учреждений, а также с деятельностью Бюро растениеводства Департамента (министерства) земледелия США (Гончаров, 2012). Из этой поездки в институт поступило 7275 образцов возделываемых растений (Грум-Гржимайло, 1986). Однако ни в одном документе отдела записей о поступлении образцов из США и Канады от самого Н.И. Вавилова нет. По этой причине сведения об американских образцах сбора 1921 г. отсутствуют и в нашей предыдущей публикации (Вишнякова, 2012). После изучения подробностей этой экспедиции, которая считается «наименее исследованным периодом деятельности ученого» (Авруцкая, 2012, с. 540), выяснилось, что весь собранный за два месяца пребывания в США и Канаде материал Н.И. Вавилов оставил в Нью-Йоркском бюро прикладной ботаники. Это бюро было создано им во главе с Д.Н. Бородиным – русским агрономом-энтомологом, эмигрировавшим в Америку во время этой поездки. Поэтому почти полторы тысячи американских образцов, собранных Н.И. Вавиловым, в

коллекцию поступило через Д.Н. Бородину (см. табл.). Это были преимущественно новые селекционные достижения: овощные сорта гороха и фасоли, а также сои и вигны.

Следующая крупная экспедиция Н. И. Вавилова состоялась в Афганистан в 1924 г. За 5 месяцев им было преодолено 4,5 тыс. км и собрано свыше 3720 образцов семян культурных растений (Грумм-Гржимайло, 1986) и около 1 тыс. гербарных листов. Обследование всех сельскохозяйственных районов Афганистана позволило получить полное представление об экономике страны, собрать интересный статистический и этнографический материал. В Афганистане и Кафаристане Н.И. Вавилов нашел большое разнообразие гороха, вики, чины, нута, чечевицы, резко отличных от обычных европейских сортов, с мелкими темно-темноокрашенными семенами и цветками (Вавилов, 1987). Среди них было много эндемичных форм, обладающих доминантными признаками. Это позволило предположить, что этот район является одним из основных центров разнообразия многих зернобобовых. Привезенный материал позволил выделить новый подвид гороха – *Pisum sativum* L. ssp. *asiaticum* Gov. Число образцов привезенных из Афганистана – 465 (см. табл.).

В 1925 г. Н.И. Вавилов провел экспедицию в Хорезмский оазис (ныне Республика Каракалпакстан Республики Узбекистан), ограниченный пустынями Кара-Кум и Кызыл-Кум. Из этой поездки, наряду с единичными образцами нута, чечевицы и гороха, он привез нетрадиционные для большей части СССР культуры – маш (*V. radiata*), урд (*V. mungo* (L.) Nepper) и гиацинтовые бобы (*Dolichos lablab* L.)

Средиземноморская экспедиция (1926-1927 гг.) была самой продолжительной и плодотворной. Благоприятный климат, плодородные почвы и высокая культура земледелия сделали этот регион одним из основных производителей растениеводческой продукции в мире. По словам Н.И. Вавилова, он отличается «необычайной концентрацией видового разнообразия» (Вавилов, 1962, а. С. 24) и древними агрономическими традициями. Именно поэтому Средиземноморье было одним из ключевых объектов исследований самого Н.И. Вавилова, академика П.М. Жуковского, а впоследствии и других коллекторов ВИРа.

На территории Средиземноморья расположен один из крупнейших центров разнообразия и введения в культуру растений – Средиземноморский с четырьмя очагами: пиренейским, апеннинским, балканским и сиро-египетским. Именно здесь и в расположенном в непосредственной близости юго-западном азиатском центре с тремя очагами – кавказским, переднеазиатским и северо-западноиндийским (Вавилов, 1965) произошли основные зернобобовые культуры: горох, чечевица, вика, чина, бобы, люпин, а также целый ряд кормовых видов бобовых.

Именно представители видов *Pisum*, *Lens*, *Vicia*, *Cicer*, *Lathyrus*, *Lupinus* составили максимальное число собранных в Средиземноморье зернобобовых культур и их диких родичей. Здесь собрано около полутора тысяч образцов (см. табл.), которые значительно обогатили коллекцию ВИР.

Самое представительное число образцов в Средиземноморье было собрано в Палестине, Италии, Испании, Алжире и Сирии.

Богатый экспедиционный материал из этой и предыдущих экспедиций Н. И. Вавилова послужил основой для создания эколого-географической классификации зернобобовых (Культурная флора СССР. 1937), открытия множества новых разновидностей и форм по всем собранным культурам.

В 1929 г. Вавилов предпринял экспедицию в Китайский Туркестан. Его маршрут включал северо-западный Китай, Тянь-Шань, Иссык-Куль, Семиречье, Заилийское Алатау, Алма-Ата, снова Китай, Дальний Восток. Был привезен достаточно разнообразный материал по многим зернобобовым культурам, в сумме 169 образцов. В этом же году Н.И. Вавиловым была предпринята поездка в Японию, Корею и на Тайвань. Материал, привезенный из этой экспедиции, представлен преимущественно местными сортами гороха, многообразием сои и фасоли «адзуки» (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi).

Н.И. Вавилов дважды побывал в Южной и Центральной Америке: в 1930 и в 1932-1933 гг. Главной задачей второй экспедиции была локализация первичных видо-

формообразовательных процессов в Америке для важнейших культурных растений этого региона, особенно интересных для сельского хозяйства СССР (Гончаров, 2006). В 1932 г. он еще раз осуществил поездку по США и некоторым провинциям Канады, знакомясь не только с культурной флорой, но и системами орошения, агротехники, севооборотов. Общее число привезенных образцов зернобобовых немногим превысило 200, при этом 190 образцов были представителями рода *Phaseolus* L., центры происхождения и разнообразия которого сосредоточены в Мексике и Бразилии. Кроме того, в СССР впервые были привезены высокомасличные формы люпина, в частности *Lupinus mutabilis* Sweet.

Это была последняя зарубежная экспедиция Н.И.Вавилова, так как власти запретили ему покидать пределы СССР. У ученого оставались многочисленные планы по посещению целого ряда не исследованных территорий. В частности, он предполагал многое увидеть и узнать в Гималаях для пополнения и обобщения «философии бытия». Но Египет, Китай и Индокитай так и остались пробелом в складываемом им мировом пазле.

В период с 1934 по 1940 годы Николай Иванович много ездил по стране: по станциям института, в экспедиционные обследования по Средней Азии, Алтаю, Кавказу... Он стремился проникнуть в самые глухие уголки горных районов, объездил Хевсурию, Сванетию, Талыш, Дагестан, Азербайджан и т.д. Пройдя маршрут по Военно-Осетинской дороге, он посетил и исследовал Цейский ледник и Мамисонский перевал (Бахтеев, 1968).

213 образцов зернобобовых, собранных лично Н.И. Вавиловым, поступило из его последней экспедиции в Западную Украину и Западную Белоруссию. Он отправился туда по поручению правительства страны в июле 1940 г. с Ф.Х. Бахтеевым и В.С. Лехновичем для обследования вновь присоединенных к СССР сельскохозяйственных территорий этих регионов. Как известно, 6 августа в Черновцах его арестовали. Материал в коллекцию был доставлен его спутниками по экспедиции.

Таким образом, общее число образцов, привезенных Н.И.Вавиловым в коллекцию зернобобовых по нашим подсчетам не менее 4351 образцов. Еще раз подчеркнем, что считаем это число приблизительным, явно заниженным и не включившим в себя некоторые не самые продолжительные и плодотворные экспедиции ученого. К примеру, здесь не учтены его поездки по горным районам Вюртемберга (Германия) в 1927 г., по Скандинавии в 1931 г. Кроме того, если учесть, сколько поступлений в коллекцию было организовано им по переписке, благодаря просьбам к знакомым советским и зарубежным ученым, привлечено с различных выставок, число, отражающее вклад Н.И. Вавилова в коллекцию зернобобовых ВИР значительно возрастает.

Совершенно очевидно, что оценивать роль Н.И. Вавилова в создании коллекции только числом привезенных и привлеченных им образцов, значит неправомерно сузить и обеднить ее. Уже в первые годы мобилизации огромного разнообразия видов и форм в коллекцию ВИР Н.И. Вавиловым была поставлена задача приведения его в строгую научную систему. Было развернуто комплексное изучение генофонда, которое позволило выявить изменчивость признаков, обусловленную спецификой среды, и систематизировать не только его ботаническое, но эколого-географическое и агро-экологическое разнообразие.

Планомерное изучение мирового разнообразия по многим, при том, важнейшим культурным растениям вскрыло неизвестное в прошлом видовое и сортовое богатство. В «Культурной флоре СССР» (1937) почти половина ботанических видов и близких к ним родичей была описана впервые. Многие виды диких растений были впервые исследованы с целью введения наилучших из них в культуру.

Н.И. Вавилов писал: «Мы, вероятно, не ошибемся, если скажем, что за 20 лет советских исследований было открыто не меньше новых культурных видов и ближайших к ним диких родичей, чем за двухвековой период от Линнея до нашего времени» (Вавилов, 1962, б).

Отдельного обсуждения заслуживает тема практического использования материалов, привезенных Н.И. Вавиловым, в селекции и появлении с СССР новых, ранее широко не известных культур.

На современном этапе коллекция генетических ресурсов зернобобовых ВИР составляет почти 47 тыс. образцов. Селекцией в Российской Федерации охвачено 23 вида зернобобовых, на основе которых создано 24 культуры зернового, овощного, кормового, декоративного и масличного направлений использования (Госреестр селекционных достижений, 2016). Большая часть созданных в стране сортов получена на основе мирового разнообразия этой группы культур, сохраняемого в коллекции, созданной Н. И. Вавиловым и приумноженной его последователями.

Таблица

**Число образцов, поступивших в коллекцию генетических ресурсов зернобобовых ВИР, собранных в основных экспедициях Н.И. Вавилова в 1916-1940 гг.**

Страны и регионы экспедиций, годы	Горох	Соя	Вика	Фасоль	Вигна	Чина	Бобы	Нут	Чечевица	Люпин	Долихос	Каянус	Канаваля	ВСЕГО
Памир, 1916	10			1	28	2	28	4						<b>73</b>
США, 1921	482	84		868	50	2			7	-				<b>1493</b>
Афганистан, 1924	72		41	8	134	49	63	42	56					<b>465</b>
Хорезм–Хива, 1925	1				11	1		1	3		4			<b>21</b>
Средиземноморье, 1926-27	242	1	159	60	59	239	317	135	205	54	10			<b>1481</b>
Туркестан +Западный Китай, 1929	24	16		35	66	1	9	9	9					<b>169</b>
Япония+Тайвань+ Ю. Корея (Формоза), 1929	14	85		69	41		8						2	<b>219</b>
Америка, 1930-31, 1932-33	13		1	190	3	1				9	1	8		<b>226</b>
Кавказ, Закавказье, Средняя Азия	15		3			3	1	15	5			4		<b>46</b>
Западная Украина и Белоруссия, 1940	72	3	19	4			8		6	46				<b>158</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>945</b>	<b>189</b>	<b>223</b>	<b>1235</b>	<b>392</b>	<b>298</b>	<b>434</b>	<b>206</b>	<b>291</b>	<b>109</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>4351</b>

**Благодарность.** Авторы искренне благодарят всех кураторов коллекций генетических ресурсов зернобобовых ВИР за предоставленные данные из их рабочей документации.

#### Литература

1. Авруцкая Т.Б. Поездка Н.И. Вавилова в США и Западную Европу в 1921–1922 гг. // Вавиловский журнал генетики и селекции, – 2012, Том 16, № 3. – С. 540-559.
2. Бахтеев Ф.Х. Воспоминания о Н.И. Вавиллове (1887-1943). (К 80-летию со дня рождения) // Ботан. журнал. - 1968. – Т. 54. № 4. – С. 554–559.
3. Вавилов Н.И. Полевые культуры Юго-Востока. Пг., 1922. – 228 с. (Прил. № 23-е к Тр. по прикл. ботан. и селекции).
4. Вавилов Н.И. Проблема происхождения мирового земледелия в свете современных исследований. – М., - 1932. – 15 с.
5. Вавилов. Н. И. Ботанико-географические основы селекции (Учение об исходном материале в селекции) // Избранные труды. –М.-Л.: «Наука». - 1962, а. – Т. 2. – С. 21-70.
6. Вавилов Н.И. Мировые растительные ресурсы и их использование в селекции. Избранные труды. – М.-Л., – 1962, б. Т.III. – С. 474-491.

7. Вавилов Н.И. Пять континентов. – Л.: Наука, 1987. – 213 с.
8. Вишнякова М.А. Роль Н.И. Вавилова в создании коллекции генетических ресурсов зернобобовых культур // Сельскохозяйственная биология. - 2012. № 5. – С. 31-38.
9. Гончаров Н.П. Экспедиции Н.И. Вавилова // Вавиловский журнал генетики и селекции, - 2012, ТОМ 16, № 3, – С. 560-578.
10. Грумм-Гржимайло А.Г. В поисках растительных ресурсов мира. – М.; – Л.: Изд-во АН СССР, –1962. – С. 20-26.
11. Культурная флора СССР. Том IV. Зерновые бобовые. – М.-Л., 1937. – 680 с.)

## **N.I. VAVILOV'S EXPEDITIONS AS A SOURCE OF REPLENISHMENT OF GRAIN LEGUMES GENETIC RESOURCES OF VIR COLLECTION**

**M.A. Vishnyakova, T.M. Ozerskaya**

**FGBNU «FEDERAL RESEARCH CENTER THE N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES»**

***Abstract:** Expeditions of N.I. Vavilov were a rich source of material for VIR collection of genetic resources. This article gives an overview of the main expeditions of N.I. Vavilov in 1916-1940: Iran, Pamirs, the North and South America, the Khorezm oasis, Afghanistan, the Mediterranean, various parts of Asia, as well as numerous trips around the USSR. The introduction into the VIR collection of the genetic resources of grain legumes from these expeditions is analyzed. As a collector, N.I. Vavilov transferred to this collection more than 4,300 accessions of different species, including species and crops new for the USSR. This figure is likely to be understated due to various reasons. The role of N.I. Vavilov as an ideologist, organizer and coordinator of the systematic search, study and use of the world cultivated plants diversity for practical breeding are also discussed.*

**Keywords:** N.I. Vavilov, collection, legumes, introductions, expeditions, diversity.

**УДК. 635.657**

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ НУТА В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА**

**О.П. ПТАШНИК**, старший научный сотрудник  
ФГБУН «НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА»  
E-mail: ptashnik\_61@mail.ru

*В статье рассмотрены многолетние результаты исследований по изучению технологических приемов возделывания нута в условиях степного Крыма: сроки посева, способы посева, нормы высева, эффективность предпосевной обработки семян микробными препаратами на основе эффективных штаммов клубеньковых бактерий и микроорганизмов.*

*Выбор оптимального срока посева – это основной фактор в вопросе возделывания зернобобовых культур, особенно при условиях дефицита влаги. В зависимости от времени посева семена могут попасть в лучшие или худшие условия: влажность почвы и воздуха, температурный режим. От сроков посева зависит наступление фаз развития растения, которые влияют на биохимические процессы, проходящие в растениях и семенах, поэтому изучение сроков посева необходимо для получения урожаев высокого качества. Установлено, что в условиях степного Крыма для нута самый продуктивный – ранний срок посева (конец марта). Запоздывание с посевом приводит к недобору урожая: снижению урожайности при посеве в первую декаду апреля до 14,4%, во вторую – до 33,3%.*

*При изучении способов посева и норм высева установлено, что нормы высева имеют существенное влияние на урожайность нута при любом способе посева. Установлено, что оптимальная норма высева для сплошного посева – 600-800 тыс. шт./га, для широкорядного*

с междурядьями 45 см и 60 см – 400-500 тыс. шт./га. В общем, за годы изучения самым продуктивным оказался широкорядный посев на 45 см при средней урожайности 0,81 т/га.

Наши исследования показали возможность повышения продуктивности нута за счет предпосевной бактериализации семян азотфиксирующими штаммами клубеньковых бактерий (*Ризобифит*) и другими препаратами на основе микроорганизмов. Нитрагинизация нута селекционными штаммами увеличивает урожайность семян от 0,1 до 0,16 т/га или на 10,4-14,6%, а комплексное применение микробиологических препаратов обеспечивает устойчивость растений к болезням, повышение урожайности на 14,8-19,8%.

**Ключевые слова:** нут, сроки посева, способы посева, норма высева, биопрепараты, штаммы клубеньковых бактерий, продуктивность.

В связи с возрастанием потребности в растительном белке для продовольственных и фуражных целей, повышения плодородия пахотных земель и усовершенствования структуры посевных площадей есть необходимость увеличения объема производства зернобобовых культур за счет увеличения площадей под ними и освоения новых технологий производства [1].

В Крыму есть все предпосылки для увеличения посевных площадей под зернобобовыми культурами. Крымскому полеводству следует активно искать возможность получения растительного белка за счет таких засухоустойчивых и адаптированных к крымским условиям культур, как нут. Нут является наиболее устойчивой к жаре, засухе и суховейным явлениям, а также болезням и вредителям зернобобовой культурой. Известен под названиями – бараний горох, турецкий горох, пузырник, мохнатка. Возделывается он, в основном, на богаре, не устойчив к избытку влаги, хотя отзывчив на орошение. Ценность семян нута в энергетических свойствах: в 1 кг содержит 334 ккал, 28-32% белка, до 7% масла, 43-56% углеводов и 6-9% клетчатки. В зерне нута не содержатся антипитательные вещества, поэтому нет необходимости в термической обработке при откорме животных [2].

Велико агротехническое значение нута. После уборки данной культуры на каждом гектаре с пожнивными остатками остается столько же питательных веществ, сколько их имеется в 15-20 т навоза. Нут в симбиозе с азотфиксирующими бактериями усваивает значительное количество атмосферного азота, использует малодоступные для зерновых культур труднорастворимые минеральные соединения, как из пахотного горизонта, так и из более глубоких слоев почвы [3, 4].

Повышению урожайности и улучшению качества зерна нута содействует оптимизация условий выращивания и соблюдение основных агротехнических приемов.

Разработка и внедрение в сельскохозяйственное производство новых технологий выращивания нута – одно из главных условий повышения эффективности производства и увеличения валовых сборов зерна этой культуры. Наши исследования, связанные с разработкой технологии возделывания и со стабилизацией производства высококачественных семян нута, являются актуальными, так как имеется большой спрос на эту культуру как внутри Республики, так и за ее пределами. Наша разработка открывает широкие возможности для увеличения площадей и производства продукции нута в регионе.

#### **Методика и условия проведения исследований**

Исследования проводили на базе Крымского института агропромышленного производства УААН, сейчас это отдел интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве ФГБУН «НИИСХ Крыма», который находится в с. Клепинино Красногвардейского района Республики Крым, расположенного в центральной части степного Крыма (38 м над уровнем моря). С культурой нут начали работать с 2001 года.

Почвы опытного участка представлены южным маломощным карбонатным черноземом на лессовидной глине. Мощность гумусового горизонта 50 см. В пахотном слое содержится 2,36% гумуса, валовое содержание азота 0,18-0,20%, фосфора 0,12-0,14%, калия 2,1-2,4%. Количество гидролизного азота 3,0-4,0 мг, подвижного фосфора 4,6-6,0 мг, обменного калия 32-36 мг на 100 г абсолютно сухой почвы. Объемная масса в пахотном слое составляет 1,02-

1,15 см<sup>3</sup>. Южные черноземы через свой тяжелый механический состав подвержены быстрому уплотнению [5].

Климат района расположения опытов – степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. Среднегодовая температура воздуха составляет 9,8-10,4<sup>0</sup>С, с колебанием 9,4-11,5<sup>0</sup>С. Годовая сумма осадков 340-418 мм, из них в вегетационное время, ограниченное температурой выше 10<sup>0</sup>С – 195-205мм [6].

Опыты по разработке технологии выращивания нута проводили согласно методикам:

1. Доспехов Б.А. «Методика полевого опыта» [7].
2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8].
3. Рекомендации по эффективному применению микробных препаратов [9].

Полевой опыт закладывали систематическим методом со смещением делянок в четыре яруса, повторность четырехкратная. Площадь делянок – посевная 27 м<sup>2</sup>, учетная 25 м<sup>2</sup>.

Материалом для изучения послужил сорт нута Розанна, тип *Kabuli*, разновидность *boggemico-allutaceum*. Высокослосый сорт (55-60 см), прикрепление нижних бобов на уровне 22-24 см, форма куста – компактная. По продолжительности вегетационного периода относится к среднеспелым (95-100 дней).

В опытах использовали биопрепараты созданные Институтом сельскохозяйственной микробиологии НААН и Южной опытной станцией ИСХМ НААН (в настоящее время – отдел сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма»). Перед посевом проводили инокуляцию семян нута биопрепаратами на основе высокоэффективных специфических отселектированных штаммов клубеньковых бактерий: 527St, Н-14, 068, 075, Н-18, 065 и препаратами разной функциональной направленности. **Биополлицид** – препарат создан на основе бактерии *Paentibacillus polymyxa*, активен по отношению к широкому спектру микроскопических патогенных грибов, стимулирует рост и развитие растений. **Альбобактерин** – препарат на основе фосфатмобилизирующей бактерии *Achibacillus polymyxa*, активизирует фосфорное питание, стимулирует рост и развитие растений. **Ризоплан** – бактериальный фунгицид, препарат на основе *Pseudomonas fluorescens*. **Полимиксобактерин** – препарат на основе фосфатмобилизирующей бактерии *Paenibacillus polymyxa*, активизирует фосфорное питание, стимулирует рост и развитие растений. **Хетомик** – препарат на основе *Chaetomium cochlioles*, активен к широкому спектру микроскопических патогенных грибов. **Фосфоэнтерин** – препарат на основе фосфатмобилизирующей бактерии *Enterobacter nimipressuralis*, активизирует фосфорное питание, стимулирует рост и развитие растений.

#### Результаты исследований

В технологии выращивания нута не существует строгих календарных сроков посева, особенно последнее время, когда наблюдается существенное изменение погодноклиматических условий. Так, недостаток тепла или резкое колебание температурного режима воздуха, что обычно наблюдается при поздней весне, тормозят появление всходов на неопределенное время и обуславливают снижение процента полевой всхожести семян. А при быстром нарастании температуры воздуха – наблюдается быстрое высушивание посевного слоя почвы и дефицит влаги при прорастании семян и получении всходов. Основные факторы получения всходов – влажность и температура почвы.

При изучении срока посева культуры было установлено, что наивысшая урожайность наблюдалась при раннем сроке посева и составила 0,90 т/га. При более поздних сроках посева наблюдалось существенное снижение урожайности, что составляло до 14,4% при посеве 9 апреля и до 33,3% при посеве 17 апреля (табл. 1). В зависимости от способа посева и нормы высева семян средняя урожайность в посевах первого срока посева варьировала от 0,67 до 1,07 т/га. При более поздних сроках посева этот показатель уменьшался до 0,58-0,96 т/га при посеве 9 апреля и до 0,53-0,69 т/га – 17 апреля. Снижение урожайности по срокам посева прослеживается и в пределах способа посева. Так, при сплошном посеве уменьшение

составило от 0,85 до 0,6 т/га, при широкорядном на 45 см от 0,94 до 0,62 т/га и при 60 см соответственно от 0,90 до 0,58 т/га.

Таблица 1

**Влияние срока посева, способа посева и норм высева на урожайность нута сорта Розанна (суходол, среднее за 2001-2005 гг.)**

Способ посева (фактор В)	Норма высева, тыс.шт. га (фактор С)	Урожайность по срокам сева (фактор А), т/га			Среднее по фактору В, т/га	Среднее по фактору С, т/га
		27 марта	9 апреля	17апреля		
Рядовой, 15 см	200	0,67	0,58	0,62	<b>0,73</b>	0,74
	300	0,74	0,66	0,53		0,76
	400	0,85	0,69	0,59		0,81
	500	0,88	0,74	0,64		0,81
	600	0,91	0,83	0,68		0,78
	700	0,92	0,84	0,66		0,76
	800	0,94	0,74	0,64		0,73
	900	0,90	0,73	0,57		0,66
Среднее по ф. В		<b>0,85</b>	<b>0,73</b>	<b>0,60</b>		
Широкорядный, 45 см	200	0,95	0,84	0,61	<b>0,81</b>	
	300	0,99	0,90	0,66		
	400	1,07	0,96	0,69		
	500	1,01	0,93	0,69		
	600	0,98	0,88	0,66		
	700	0,93	0,83	0,59		
	800	0,87	0,77	0,57		
	900	0,74	0,71	0,50		
Среднее по ф. В		<b>0,94</b>	<b>0,86</b>	<b>0,62</b>		
Широкорядный, 60 см	200	1,01	0,74	0,59	<b>0,73</b>	
	300	1,05	0,75	0,61		
	400	0,99	0,84	0,65		
	500	0,94	0,81	0,64		
	600	0,89	0,73	0,58		
	700	0,86	0,72	0,55		
	800	0,77	0,65	0,58		
	900	0,71	0,59	0,51		
Среднее по ф. В		<b>0,90</b>	<b>0,73</b>	<b>0,58</b>		
Среднее по ф. А		<b>0,90</b>	<b>0,77</b>	<b>0,60</b>		
НСР <sub>05</sub> по ф. А		0,06				
НСР <sub>05</sub> по ф. В		0,04				
НСР <sub>05</sub> по ф. С		0,05				
Взаимодействия АВС		0,08				

Сеют нут с междурядьями 15 см (обычным рядовым способом), 45 или 60 см (широкорядным способом). В наших исследованиях наибольший уровень урожая нут сформировал при широкорядном посеве с междурядьями 45 см – 0,81 т/га. При других способах посева наблюдается существенное снижение урожайности.

Урожайность зерна нута в пределах каждого способа посева существенно варьировала и от влияния норм высева. В среднем уровень продуктивности растений при раннем сроке посева существенно увеличивался при увеличении нормы высева семян при междурядьях 15 см до 800 тыс. шт./га, 45 см – до 400 тыс. шт./га, 60 см – до 300 тыс. шт./га, что и определяет оптимальные нормы высева при каждом способе посева. Было отмечено, что при поздних сроках посева нормы высева на сплошном посеве уменьшаются до 600-700 тыс. га, на широкорядных увеличивают до 400-500 тыс. шт./га.

Таким образом, ранний срок посева в условиях Крыма самый продуктивный. Что касается способов посева, то по всем показателям продуктивности самый высокий урожай нут сформировал при широкорядном посеве с междурядьями 45 см. Установлены оптимальные нормы высева для каждого способа посева: при сплошном на 15 см эта норма составила 600-700 тыс. шт./ га; при широкорядном на 45 см – 400-500 тыс. шт./га; при широкорядном на 60 см – 300-400 тыс. шт./га.

Известно, что растения нута способны вступать в симбиоз с бактериями вида *Rhizobium simplex* и путем биологической азотфиксации усваивать из атмосферы за вегетацию до 80-150 кг/га азота, обеспечивая без применения азотных удобрений урожай зерна 20-25 ц/га. После уборки до 30% биологически фиксированного азота остается в пожнивных и корневых остатках и используется последующими культурами.

В почвах степного Крыма нет аборигенных клубеньковых бактерий нута и растения обычно не образуют азотфиксирующих клубеньков, формируя урожай путем автотрофного питания минеральным азотом почвы и удобрений. Иногда отдельные растения образуют единичные, очень крупные клубеньки, инициируемые бактериями, которые заносятся с семенами [4].

Для повышения продуктивности растений и плодородия почвы за счет биологической азотфиксации семена нута перед посевом обрабатывают биопрепаратами селекционных высокоэффективных штаммов. Наблюдается определенная комплементарность взаимодействия фито-генотипов с ризобиосимбионтами, что сказывается на изменении урожайности. При изучении отдельных отселектированных штаммов клубеньковых бактерий за годы исследований наиболее эффективно проявили себя штаммы: 075, 065, 527, 068, которые обеспечили прибавку урожая семян нута от 0,1 до 0,16 т/га или на 10,4-16,7% при урожайности 1,06 – 1,12 т/га (табл. 2).

Таблица 2

**Эффективность штаммов клубеньковых бактерий на нуте сорта Розанна (суходол, 2006-2010 гг.)**

Вариант бактеризации	Урожайность семян, т/га					Среднее, т/га	Отклонение, +/-	
	2006	2007	2008	2009	2010		т/га	%
Контроль	0,76	0,96	1,30	0,83	0,94	0,96	--	--
527-St	0,81	1,23	1,53	0,89	1,03	1,10	0,14	14,6
H-14	0,76	0,96	1,51	0,83	1,04	1,02	0,06	6,3
H-18	0,69	0,99	1,50	0,85	1,05	1,02	0,06	6,3
065	0,81	1,03	1,60	0,83	1,08	1,07	0,11	11,5
068	0,76	1,14	1,93	0,81	0,98	1,12	0,16	16,7
075	0,74	1,13	1,63	0,74	1,08	1,06	0,10	10,4
HCP <sub>05</sub>	0,01	0,06	0,09	0,08	0,08		0,09	

Исследования по изучению суммарного эффекта комплексного применения биопрепаратов показали возможность повышения эффективности симбиотической азотфиксации продуктивности нута за счет предпосевной бактеризации семян штаммом *M. ciceri* 065 совместно с микробными препаратами: Фосфоэнтеринном, Биополимицидом, Альбобактерином, Полимиксобактерином, Хетомиком и Ризопланом. На вариантах бактеризации получена прибавка урожайности семян нута от 0,02 до 0,20 т/га, что составляет от 1,9 до 19,8% (табл. 3).

Наиболее эффективно проявили себя варианты: Полимиксобактерин+065 и Биополимицид+065, где средняя урожайность за годы исследований составила 1,16 и 1,21 т/га, при урожайности на контроле 1,01 т/га (HCP<sub>05</sub> = 0,09 т/га).

Разработанные агротехнические приемы заняли весомое место в общей агротехнике выращивания данной культуры. Наши исследования способствовали расширению посевных площадей под нутом в Крыму, начиная с 200 га в 2001 году до 11,4 тыс. га в 2013 году [10].

Таблица 3

**Эффективность бактериализации микроорганизмами разного функционального действия семян нута сорта Розанна (суходол, 2006-2010 гг.)**

Вариант бактериализации	Урожайность, т/га					Среднее, т/га	Отклонение	
	2006	2007	2008	2009	2010		т/га	%
Контроль	0,89	0,91	1,51	0,83	0,93	1,01	--	--
065	0,94	0,91	1,73	0,76	1,00	1,07	0,06	5,9
Витавакс+065	1,03	0,98	1,38	0,81	0,96	1,03	0,02	2,0
Биополимицид+065	1,35	1,24	1,59	0,79	1,07	1,21	0,20	19,8
Хетомик+065	0,91	0,92	1,45	0,82	1,03	1,03	0,02	1,9
Ризоплан+065	1,07	1,16	1,28	0,79	1,09	1,08	0,07	6,9
Фосфоэнтерин+065	0,92	1,03	1,45	0,79	1,00	1,04	0,03	2,9
Полимиксобактерин+065	1,00	1,13	1,55	0,89	1,27	1,16	0,15	14,8
Альбобактерин+065	1,11	1,00	1,40	0,81	1,03	1,07	0,06	5,9
НСР <sub>05</sub>	0,02	0,17	0,07	0,04	0,07		0,09	

**Выводы**

1. За годы исследований наибольшую урожайность семян нута обеспечил ранний срок посева при средней урожайности 0,9 т/га. Независимо от срока посева было отмечено существенное преимущество широкорядного посева над сплошным. Наибольшую урожайность обеспечил широкорядный посев с междурядьями 45 см, где средняя урожайность составила 0,81 т/га. Определены оптимальные нормы высева для каждого способа посева: сплошного посева – 600-700 тыс. шт. всхожих семян на га, для широкорядного на 45 см – 400-500 и для широкорядного на 60 см – 300-400 тыс. всхожих семян на га.

2. Применение высокоэффективных отселектированных штаммов клубеньковых бактерий на нуте повышает продуктивность растений. За годы исследований наиболее эффективно проявили себя штаммы: 075, 065, 527, 068, которые обеспечили прибавку урожая семян нута от 0,1 до 0,16 т/га или на 10,4-16,7% при урожайности 1,06 – 1,12 т/га.

3. Комплексное применение биопрепаратов обеспечивает повышение урожайности нута на 0,15-0,20 т/га или на 14,8-19,8%.

**Литература**

1. Зотиков В.И., Кондыков И.В., Сидоренко В.С. Роль зернобобовых культур в решении проблемы кормового белка и основные направления по увеличению их производства. // Пути повышения эффективности с.-х. науки: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Орел, – 2003. – С.413-416.
2. Пташник О.П. У степному Криму є всі умови для того, аби нут лідирував серед зернобобових за площами посіву та врожайністю // Зерно і хліб. – 2012. – № 4. – С.34-36.
3. Сичкарь В.И., Бушулян О.В., Толкачев Н.З. Нут. Биологические особенности, технология выращивания и новые сорта. – Одесса, – 2004. – 19 с.
4. Дидович С.В., Толкачев Н.З., Мельничук Т.Н., Пташник О.П. и др. Биологизация агротехнологии выращивания нута: рекомендации по эффективному применению микробных препаратов. – Симферополь, 2010. – 36 с.
5. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. – Симферополь: Таврия, 1987. – 151 с.
6. Научно обоснованная система земледелия Республики Крым под ред. Е.В. Николаева, В.П. Гапиенко. – Симферополь, 1994. – С.24-29.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Вып. II (Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры), – Москва, – 1989. – С.30-35.
9. Рекомендации по использованию ризоторфина под бобовые культуры в Крымской области. – Симферополь, 1986. – 27 с.
10. Пташник О.П. Зернобобовые культуры в Крыму // Таврійський вісник аграрної науки: зб. наук. праць. – Симферополь: ФОП Бражнікова Д.О., – 2013. – № 2. – С.27-30.

## TECHNIQUES OF GROWING CHICKPEA UNDER THE CONDITIONS OF THE STEPPE CRIMEA

O.P. Ptashnik

FSBSI «SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CRIMEA (FSBSI «SRIA OF CRIMEA»)

**Abstract:** Long-term summarized results of experimental research concerned technological methods of chickpea cultivation under the conditions of steppe Crimea are considered in the article. These techniques include: seeding time, seeding methods, and seeding rate, as well as the efficiency of pre-sowing seed treatment with microbial preparations based on the effective strains of nodule bacteria and microorganisms.

Choice of the optimum seeding time is the main factor in the issue of leguminous crops cultivation, especially under the conditions of moisture deficiency. Depending on the seeding time, seeds can fall into the best or the worst conditions: soil moisture and air moisture, temperature regime. Seeding time greatly influences on the phase of plant development, which affects the biochemical processes that occur in plants and seeds. Therefore, studying of seeding time is essential to obtain the high-quality yield. It has been established that under the conditions of steppe Crimea the most productive seeding time is the early one (end of March). The delay with the seeding leads to the harvest shortage, i.e. reduction of yield was observed when sowing was done during the first decade of April and reached 14,4%, and when sowing was done during the second decade of April the reduction was up to 33,3%.

When studying the different seeding methods and seeding rate, it was established that seeding rate has a significant influence on the chickpea productivity nevertheless what seeding method is used. The optimum seeding rate for the broadcast sowing is 600-800 thousand pieces per hectare, for wide-row sowing with 45 and 60 cm spaces between rows the optimum seeding rate is 400-500 thousand pieces per hectare.

Our studies have shown the possibility to increase the chickpea productivity thanks to pre-sowing seed treatment with nitrogen-fixing strains of nodule bacteria (*Rhizobifit*) and with other preparations based on microorganisms. Inoculation of chickpea seeds with selective strains increases seed productivity from 0,1 to 0,16 t/ha or by 10,4-14,6%. Combined application of microbial preparations ensures resistance to diseases and increases yield by 14,8-19,8%.

**Keywords:** chickpea, seeding time, seeding methods, seeding rate, biopreparations, strains of nodule bacteria, productivity.

УДК 635.657:575:632.9

## ФОРМИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ КОЛЛЕКЦИИ НУТА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К АСКОХИТОЗУ

Н.А. ВУС, Л.Н. КОБЫЗЕВА, О.Н. БЕЗУГЛАЯ

ИНСТИТУТ РАСТЕНИЕВОДСТВА ИМЕНИ В.Я. ЮРЬЕВА (УКРАИНА, ХАРЬКОВ)

По результатам исследований коллекции нута Национального центра генетических ресурсов растений Украины в 2005 и 2016 гг., когда были отмечены эпифитотии аскохитоза, в условиях провокационного фона, была сформирована рабочая коллекция нута на устойчивость к аскохитозу. В состав коллекции включены 68 образцов из 19 стран мира: по 34 образца морфотипов *kabuli* и *desi*. Коллекция имеет пять уровней проявления: очень низкая устойчивость (15 образцов: 6 – *kabuli* и 9 – *desi*), низкая (по 8 образцов обоих морфотипов), средняя (8 и 7 образцов соответственно), высокая (9 и 5 образцов) и очень высокая (4 и 5 образцов). Все образцы сформированной коллекции были дифференцированы в пределах каждого морфотипа по трем группам крупности семян: крупные, средние и мелкие, что оптимизирует дальнейшую селекционную работу. Анализ родословных

устойчивых образцов показал их относительно узкую генетическую основу и длительность использования устойчивых родительских компонентов. В состав коллекции вошли как часто используемые в мировой селекционной практике образцы (ILC 3279), так и местные образцы, которые позволяют расширить генетическую базу устойчивости новых сортов. Коллекция подана на регистрацию в НЦГРРУ. Сорта Степной 1 и Высокорослый 30 зарегистрированы как доноры устойчивости к аскохитозу.

**Ключевые слова:** нут, *Cicer arietinum* L., аскохитоз, коллекция, образец, эталон.

Расширение посевных площадей под зернобобовыми культурами значительно улучшает плодородие почв. В Украине среди зернобобовых культур наиболее распространены горох и соя. Культура нута в нашей стране мало распространена, но в мире это третья по площади посевов бобовая культура. Благодаря своей засухоустойчивости нут имеет большой потенциал для расширения промышленных посевов. Одним из главных факторов, которые препятствуют распространению культуры нута в зоне восточной Лесостепи Украины, является аскохитоз. В неблагоприятные годы эта болезнь может привести к большим потерям урожая семян и снижению качества товарной продукции. Создание устойчивых сортов является признанным во всем мире наиболее эффективным, экономически обоснованным и совершенным с точки зрения охраны окружающей среды методом защиты растений. Успех и результативность в этом деле зависят, прежде всего, от выбора источников устойчивости и способов их использования. Уровень исследованности генетических ресурсов растений и их применение имеет большое значение для решения специализированных задач селекции. Основными направлениями по формированию коллекций зернобобовых культур является поиск и интродукция образцов с определенными признаками; изучение их по комплексу признаков; выделение источников и доноров, адаптированных к условиям Украины и создание на этой основе признаков, генетических и других коллекций.

Основным источником устойчивости к аскохитозу (возбудитель – *Ascochyta rabiei* Pass. Lab.) являются образцы, проявляющие этот признак в агрессивных условиях, как на искусственном, так и на природном фонах, поэтому постоянно проводится поиск новых источников устойчивости и привлечение их в селекционный процесс. Селекцию на устойчивость к аскохитозу начали в Индии в начале 1930 годов, где были созданы первые устойчивые сорта. В Средиземноморском регионе устойчивые к аскохитозу сорта были созданы только в 1984 году [1].

В лаборатории генетических ресурсов зернобобовых и крупяных культур Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН в 2006 году было выделено десять источников толерантности к аскохитозу [2].

По утверждению M.V. Reddy большинство сортов нута восприимчивы или очень восприимчивы к этому патогену. Использование различных генов устойчивости при образовании пирамиды генов способствует наращиванию уровня сопротивления и повышения устойчивости коммерческих сортов нута. Современные технологии позволяют контролировать перенос генов и создавать устойчивые сорта нута с известными генами устойчивости [3, 4]. Но возбудитель патогена постоянно развивается и меняет свой расовый состав, поэтому исходный материал тоже нужно обновлять. Дикие виды и местные сорта являются ценными источниками для создания устойчивых к аскохитозу сортов, ведется постоянный скрининг существующих коллекций для поиска новых источников устойчивости к разным расам возбудителя. Благодаря целенаправленной работе постоянно регистрируются устойчивые к аскохитозу сорта: в Канаде – в Австралии – Almaz (2005), CDC Orion (2010), в США – New Hope (2017), в Азербайджане – Джамия (2015), в Украине – Адмирал и Аргумент (2015) и другие.

#### **Методика и условия проведения исследований**

Исследования проводились в полевых и лабораторных условиях по общепринятым методикам [5]. Полевые испытания были заложены на опытных полях Института, предшественник – озимая пшеница. Агротехника – общепринятая при выращивании нута в

восточной части Лесостепи Украины. Размер учетной делянки – 1 м<sup>2</sup> без повторений, схема посева – 30 x10 см, посев в оптимальные сроки. Стандарты высевали через 20 номеров. Изученные образцы представлены двумя морфотипами: *kabuli* – семена светлоокрашенные (белые, желтые, кремовые, телесные); *desi* – семена темноокрашенные (зеленые, красные, рыжеватые, коричневые, черные и других цветов). С развитием селекции появилось много сортов, которые не отвечают определению типичных морфотипов: с мелкими светлоокрашенными семенами и крупными темноокрашенными семенами, поэтому в современной научной литературе появились понятия «мелкие *kabuli*» и «крупные *desi*», то есть эти морфотипы разделяют только по цвету, а не по размеру семян. Стандарт морфотипа *kabuli* – сорт Розанна (Украина), *desi* – Краснокутский 123 (Россия). Материалом для исследований послужили 653 образца из базовой коллекции нута Национального центра генетических ресурсов растений Украины (НЦГРРУ): 369 образцов типа *kabuli* и 284 – *desi*. Изучение поражения образцов нута аскохитозом было проведено в годы с максимальным уровнем проявления болезни на провокационном фоне, созданном за счет перенасыщения севооборота бобовыми культурами. Для развития аскохитоза благоприятные погодные условия это температура от 15 до 20°C, обильные дожди, когда растения остаются влажными дольше шести часов в сутки. Такие погодные условия сложились в июне – июле 2005 г. и совпали с фазой «плодообразование – созревание» и в мае 2016 г. в начале вегетации растений нута. Оценку поражения коллекционных образцов нута аскохитозом проводили согласно «Методическим рекомендациям по изучению генетических ресурсов зернобобовых культур» [5], морфологическое описание образцов, их классификация по хозяйственным и биологическим свойствам – по Классификатору рода *Cicer* L. [6].

#### Результаты и обсуждение

Исследование поражения нута аскохитозом в различные фазы развития, выделение источников устойчивости к этой болезни позволило сформировать рабочую коллекцию по устойчивости нута к аскохитозу. Особенностью рабочей коллекции является то, что она формируется для выполнения конкретных селекционных, научных и других программ и включает источники и доноры ценных признаков. В качестве составляющих рабочей коллекции могут быть использованы образцы признаковых, специальных, генетических и других коллекций. В коллекции представлен широкий спектр варьирования по этому признаку. Было выделено источников различного уровня устойчивости обоих морфотипов. Для удобства использования выделенных образцов в селекционном процессе, они сгруппированы как по окраске семенной оболочки: светлосемянные – *kabuli*, темноссемянные – *desi*, так и по крупности семян: мелкие (масса 1000 семян менее 150 г), средние (151 – 250 г), крупные (более 250 г). К каждому уровню проявления признака подобран (при наличии в базовой коллекции НЦГРРУ) по три образца обоих морфотипов трех групп крупности семян: крупные, средние, мелкие. Устойчивый сорт должен объединять в своем генотипе комплекс ценных свойств, поскольку вероятность выращивания его в больших масштабах очень мала, если он будет устойчивым, но не иметь других ценных хозяйственных признаков.

В результате проведенных исследований нами сформирована рабочая коллекция по признаку устойчивость растений нута к аскохитозу. Образцы нута, включенные в состав коллекции, охватывают широкий географический диапазон (19 стран мира) двух морфотипов: *kabuli* (34 образца) и *desi* (34 образца).

По степени проявления поражения аскохитозом образцы сгруппированы в пять классов:

1) Очень низкая устойчивость к аскохитозу – поражено более 75% растений. По этому признаку в коллекции представлены образцы типа *desi* трех групп крупности семян и образцы типа *kabuli* со средними и крупным семенами.

2) Низкая устойчивость к аскохитозу – поражено от 51 до 75% растений. По крупности семян: мелко- и среднесемянные образцы типа *desi* и мелкосемянные *kabuli*, крупнесемянные *desi*.

3). Средняя устойчивость к аскохитозу – поражено от 21 до 50% растений. В коллекции представлены образцы с мелкими семенами обоих морфотипов, средним – *kabuli* и крупным – *desi*, крупных *kabuli* и средних – *desi*.

4) Высокая устойчивость к аскохитозу – поражено от 1 до 20% растений. В состав коллекции включены четыре среднесемянных и пять крупносемянных образцов типа *kabuli*, два средних и три крупных образца типа *desi*. Мелкосемянных образцов обоих типов с высокой устойчивостью к аскохитозу не выделено среди изученных генотипов.

5) Очень высокая устойчивость к аскохитозу – растения не поражены. Эта группа самая важная для селекции на устойчивость к аскохитозу, но их количество ограничено. Среди изученного генофонда был выделен один образец мелкосемянного типа *desi*, по три образца с семенами средней крупности и по одному с крупными семенами обоих морфотипов.

Согласно «Положению о регистрации коллекций в НЦГРРУ» в сформированной и поданной на регистрацию коллекции должны быть представлены зарегистрированные в НЦГРРУ образцы. В рабочую коллекцию нута по устойчивости к аскохитозу включены пять образцов, зарегистрированных в НЦГРРУ:

1) Розанна, UD0500424, UKR – (Свидетельство № 30 от 21.02.2001 г.) По признакам: компактный тип куста, высокое прикрепление нижних бобов, высокое качество семян (семена светлого цвета, с высокой скоростью разваримости и вкусовыми качествами), комплексная устойчивость к аскохитозу и корневым гнилям.

2) Александрит, UD0500425, UKR – (Свидетельство № 31 от 21.02.2001 г.) По признакам: сочетание высокой урожайности, устойчивости к корневым гнилям и низкого содержания трипсина в семенах.

3) КП 3991, UD0501171, UKR – (Свидетельство № 251 от 23.03.2006 г.) По признакам: сочетание высокой урожайности, крупности семян, с повышенным содержанием белка, масла, пригодности к механизированной уборке с саблевидными бобами и светлым семенами.

4) Триумф, UD0501163, UKR – (Свидетельство № 551 от 20.05.2008 г.) По признаку положительной реакции на нитрагинизацию штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri*, которая выражается в увеличении урожайности и крупности семян.

5) E 100, UD0500495, GRC – (Свидетельство № 552 от 20.05.2008 г.) По признаку нейтральной реакции на нитрагинизацию штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri*, которая выражается в снижении урожайности и крупности семян.

Анализ мировой и отечественной литературы позволил нам установить родословные 16 образцов из сформированной рабочей коллекции, что составляет 23% от её общего объема. Изучение 12 образцов с устойчивостью выше средней, родословные которых мы установили, показало, что устойчивость к аскохитозу имеет достаточно узкую генетическую природу. Так у половины устойчивых образцов в родословной присутствует гибридная комбинация «Кубанский 163/Кубанский 199». Эта гибридная комбинация вошла в состав сорта Высокорослый 30, который часто использовался в создании устойчивых сортов: Розанна и Память (Украина), ILC 195 (Сирия), Giza 195 (Египет). Среди иностранных образцов выделяется ILC 3279, известный в мировой селекционной практике устойчивостью к аскохитозу, благодаря наличию доминантного гена *Rar 2*. Этот образец был создан путем отбора из сорта Степной 1 [7]. Он стал основой множества устойчивых сортов: Yialousa (Кипр), Ghab 2 (Сирия), Cheroui (Тунис), Sultano (Италия), Jubeiha 3 (Иордания), Dijla (Ирак) [8]. В течение многих лет образец ILC 3279 использовался в качестве устойчивой родительской формы при изучении характера наследования устойчивости нута к аскохитозу [9]. Сорта Высокорослый 30 и Степной 1 поданы на регистрацию как доноры устойчивости к аскохитозу.

Одним из родительских компонентов линии Sel 96 TH 11403 является образец ILC 482, который широко использовался в скрещиваниях, как донор устойчивости нута к аскохитозу. Образец ILC 482 был определен устойчивым к расе 1, 2 и 5 аскохитоза и восприимчивым к расе 3 и 4 [10]. В 2013 г. I. E. Benzohra и другие установили, что этот образец устойчив к

патотипу I и восприимчив к патотипам II и III [11]. Современные исследования методом ПЦР показали, что при наличии во всех образцах нута при инфицировании ДНК патогена, уровень его в образце ILC 482 был ниже, чем у восприимчивого образца [12].

Канадский сорт CDC Anna устойчив благодаря родительской форме ICC 7002 из ICARDA, выделенной по этому признаку еще в 1984 г. [13].

Все эти образцы уже долгие годы используются в качестве исходного материала для создания устойчивых к аскохитозу сортов: Высокорослый 30 и Степной 1 с 1960 г.; ILC 482 – с 1979 г., Flip 85-58 (родительская форма сорта Dylan (США)) – с 1988 г., что повышает вероятность снижения уровня устойчивости к аскохитозу за счет развития новых, более вирулентных штаммов патогена.

Поэтому для создания принципиально новых устойчивых к аскохитозу сортов необходимо, кроме уже известных источников и доноров устойчивости, использовать новые источники, выделенные из базовой коллекции НЦГРРУ и представленные в рабочей коллекции, такие как местные образцы UD0500022 (Грузия) и UD0500196 (Азербайджан). Это позволит создать пирамиду генов и расширить генетическую базу стойкости к аскохитозу. Наличие в коллекции образцов разных уровней устойчивости в сочетании с маркерными признаками окраски и размера семян позволит подобрать различные варианты родительских пар для создания принципиально новых сортов.

Среди образцов коллекции, которые были изучены, не было выделено эталонов высокой устойчивости к аскохитозу с мелкими семенами обоих морфотипов, очень высокой устойчивости – мелкосемянных типа *kabuli*. Образцы нута, представленные в данной коллекции, охватывают преобладающий диапазон исследованных признаков, а также широкий географический диапазон исходного материала, которые мы рекомендуем использовать в селекционной практике на создание сортов с высокой степенью устойчивости к аскохитозу. В состав коллекции вошли как часто используемые в мировой селекционной практике образцы (ILC 3279), так и местные образцы, которые позволяют расширить генетическую базу устойчивости новых сортов. Коллекция подана на регистрацию в НЦГРРУ (Запрос № 379 от 16.02.2017 г.), сорта Степной 1 и Высокорослый 30 поданы на регистрацию как доноры устойчивости к аскохитозу.

### Выводы

В результате изучения базовой коллекции нута НЦГРРУ в 2005 и 2016 г., когда были отмечены эпифитотии аскохитоза, в условиях провокационного фона была сформирована рабочая коллекция нута по устойчивости к аскохитозу. В состав коллекции включены 68 образцов из 19 стран мира: по 34 образца морфотипов *kabuli* и *desi*. Коллекция сформирована по признаку устойчивости к аскохитозу, который имеет пять уровней проявления: очень низкая устойчивость (15 образцов: 6 – *kabuli* и 9 – *desi*), низкая (по 8 образцов обоих морфотипов), средняя (8 и 7 образцов соответственно), высокая (9 и 5 образцов) и очень высокая (4 и 5 образцов). Анализ родословных устойчивых образцов показал их относительно узкую генетическую основу. В состав коллекции вошли как часто используемые в мировой селекционной практике образцы (ILC 3279), так и местные образцы, которые позволяют расширить генетическую базу устойчивости новых сортов. Коллекция подана на регистрацию в НЦГРРУ. Сорта Степной 1 и Высокорослый 30 зарегистрированы как доноры устойчивости к аскохитозу. Все образцы сформированной коллекции сгруппированы по крупности семян: крупные, средние и мелкие, что повышает оперативность дальнейшей селекционной работы.

### Литература

1. Singh G., Chen W., Rubiales D., Moore K., Sharma Y.R., Gan. Y. Diseases and Their Management/ Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., Sharma B. Chickpea Breeding and Management. – CAB International: 2006. – pp. 497-520.
2. Косенко Н.О., Безугла О.М. Джерела адаптивності нуту до умов східного Лісостепу України. Теоретичні й практичні досягнення молодих вчених аграріїв: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. Дніпропетровськ, 2006. – С. 22 – 23.
3. Reddy M.V., Singh K.B. Evaluation of a world collection of chickpea germplasm accessions for resistance to ascochyta blight. Plant Disease. - 1984. Vol. 68, No. 10. pp. 900-901.

4. Reddy M.V., Singh K.B. Registration of five chickpea germplasm lines resistant to ascochyta blight. Crop Science. 1992. Vol. 32, Is. 4. pp. 1079-1080.
5. Кобизева Л.Н., Безугла О.М., Силенко С.И., Колотилов В.В., Сокол Т.В., Докукіна К.І., Василенко А.О., Безуглий І.М., Вус Н.О. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. Харків, – 2016. – 84 с.
6. Широкий уніфікований класифікатор роду *Cicer* L.; підгот. О.М. Безугла, Л.Н. Кобизева, В.К. Рябчун [та ін.]. – Харків, – 2012. – 47 с.
7. Singh K.B., Reddy M.V. Genetics of resistance to *Ascochyta blight* in four chickpea lines // Crop science. – 1989. – Vol. 29. – pp. 657 – 659.
8. Singh K.B., Malhotra R.S., Saxena M.C. Registration of ILC 3279 chickpea // Crop science. – 1992. – Vol. 32. – pp. 1078 – 1079.
9. Iruela, M., Rubio, J., Barro, F., Cubero, J., Millan, T., Gil, J. Detection of two quantitative trait loci for resistance to ascochyta blight in an intra-specific cross of chickpea (*Cicer arietinum* L.): development of SCAR markers associated with resistance. // Theor Appl Genet. – 2006. – Vol. 112. – pp. 278-287.
10. Singh, K.B., Reddy M.V., Patterns of resistance and susceptibility to races of *Ascochyta rabiei* among germplasm accessions and breeding lines of chickpea // Plant Disease. - 1990. – Vol. 74. – pp. 127-129.
11. Benzohra I. E., Bendahmane B.S., Labdi M., Benkada M.Y. Sources of Resistance in Chickpea Germplasm to Three Pathotypes of *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. In Algeria // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 21, Is. 6. – pp. 873-878/ DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.21.6.2874
12. Ozer G. H. B., Palacıoglu A. A. G. Determination of *Ascochyta blight* disease in chickpea using real-time PCR// J. Plant. Dis. Prot. – 2016. – Vol. 123. – pp.109–117./ DOI 10.1007/s41348-016-0017-0
13. Saxena M. C., Singh K.B. *Ascochyta blight* and winter sowing of chickpeas. – 1984. – 288 p.

## FORMATION OF A WORK CHICKPEA COLLECTION BY ASCOCHYTA BLIGHT TOLERANCE

N.A. Vus, L.N. Kobyzeva, O.N. Bezugla

PLANT PRODUCTION INSTITUTE ND. A. V. YA. YURYEV NAAS OF UKRAINE

**Abstract:** According to the results of the research of the chickpea collection of the National Center of Plant Genetic Resources of Ukraine in 2005 and 2016, when the epiphytoty of *Ascochyta blight* were noted. The working collection of chickpea for resistance to *Ascochyta blight* was formed under provocative field conditions. This collection includes 68 accessions of *desi* and *kabuli* chickpea from 19 countries: for 34 samples of each type. The collection is formed on the 1 – 9 disease rating scale. 1 – very low resistance (15 samples: 6-*kabuli* and 9-*desi*), 3 – low (8 samples of both morphotypes), 5 – medium (8 and 7 samples, respectively), 7 – high (9 and 5 samples) and 9 – very high (4 and 5 samples). All samples from the formed collection were differentiated within each morphotype in three groups of seed size: large, medium and small. There was analyzed of pedigrees of resistant accessions and was proved their relatively narrow genetic basis and duration of use of stable parental components. The collection included as often used in the world breeding practice samples (ILC 3279) as local accessions. It will allow to expand the genetic base of resistance of new varieties. The collection is submitted for registration to the NCPGR of Ukraine. Varieties *Stepnoj 1* and *Vysokorosly 30* are registered as donors of resistance to *Ascochyta blight*.

**Keywords:** chickpea, *Cicer arietinum* L., collection, *Ascochyta blight*, accession, standard.

УДК 631.527:633.11

## АЛГОРИТМЫ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРОГРАММ НА АДАПТИВНОСТЬ

А.И. ПРЯНИШНИКОВ, член-корреспондент РАН

И.В. САВЧЕНКО\*, академик РАН

ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

\*ФГБНУ «ВНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ»

На основе многолетних исследований по зимостойкости сортов озимой пшеницы предложена модель поведения растений во время их зимовки. Главным принципом функционирования модели становится кинетическое равновесие двух динамично

*развивающихся систем: внешней среды и растений. Показано, что каждая из изученных систем многокомпонентна по своей структуре. Предложены алгоритмы количественной оценки интенсивности внешнего воздействия и ответа на неё адаптивного комплекса растений выявления, а также выявления сортовых особенностей при селекции на высокие адаптивные свойства.*

**Ключевые слова:** адаптивная селекция, зимостойкость, теория генетической организации признака, озимая пшеница.

Эволюция методологических подходов в селекции сопряжена с развитием теоретических основ селекционно-генетической науки, среди которых генетика количественных признаков одно из приоритетных направлений. Еще в 30-е годы XX века академик Н.И. Вавилов подчеркивал, что «проблема генетики количественных признаков должна привлечь к себе широкое внимание в предстоящие годы... Количественные признаки отталкивали генетика своей сложностью, наличием переходных форм, спутанностью генетической картины... От общих институтов мы ждем в предстоящие годы большой помощи в теоретической разработке проблемы наследственности количественных признаков» [1]. Её развитие с формированием важных для селекционера теорий (моделей) организации количественных признаков способствует более глубокой проработке экспериментального материала, эффективным отборам, вдумчивому подбору материала для скрещиваний и т.д.

Вместе с тем, следует признать, что современная методология в селекции, в том числе использование методов молекулярно-генетического анализа сложных полигенных признаков, несмотря на широту, не совсем точно и глубоко отвечает задачам, которые приходится решать селекционерам [2, 3]. При этом, большинство из используемых в селекционных программах, моделей генетической организации признака опирается на анализ показателей, результирующих взаимодействие «генотип-среда» (рис. 1). В то время как для селекционера важно понять весь динамизм процесса реализации генетической информации растениями в онтогенезе. Важность понимания того, что природа формирования каждого элемента продуктивности, либо качественных характеристик зерна или же адаптации, носит не аддитивный (независимый), а эмерджентный характер, приводит к необходимости развития в селекционной науке надструктурных теорий, которые позволяли бы оценить целостность «организации растительной системы» и ее поведения при формировании хозяйственно ценных признаков.

Поскольку на интенсивность внешнего воздействия растение реагирует как единое целое, где каждая его часть развивается в специфической связи с остальными, то и системность селекционных подходов к проблеме адаптации должна быть сопряжена с оценкой особенностей адаптивного потенциала растений как целостной системы, формируемой на основе взаимосвязей генетических систем онтогенетической и филогенетической адаптации (системы F и R) [4]. Однако, современные направления системной биологии, по мнению отдельных ученых, больше ориентированы на моделирование виртуального растения [5]. От чего «ни молекулярная биология с геной инженерией, как и молекулярной генетикой не в силах решить проблему, стоящую перед ними: «изучить структуру и функцию генома клетки». Они решают только часть проблемы – исследуют «структуру» [5]. Вполне очевидно, что, не обладая глубокими знаниями о природе организации сложных полигенных признаков, очень сложно установить механизм их действия и сформировать адекватную систему оценок и отбора перспективного материала. «Мы почти ничего не знаем о физиологии развития с точки зрения генетики. Если в генетике имеются довольно полные представления об обусловленности различных признаков теми или другими структурами воспроизводительных клеток, то пока остается тайной та роль, которую играют они в процессах онтогенетического развития организма» [6]. В свете рассматриваемой проблемы, задачами, стоящими перед дисциплинами системной биологии, становятся исследования ответных реакций растений на внешние раздражители,

связанные с проявлениями физиологических процессов как внутри клетки, так и растения в целом.

Ценным для количественной оценки реакции генотипов становится открытость селекционных программ использованию алгоритмов информационной биологии, связанной с построением модели поведения растений в постоянно меняющейся среде. Наиболее подходящим периодом для такого описания следует признать перезимовку растений озимой пшеницы, поскольку он растянут по времени, и все сорта находятся на одном этапе органогенеза. Главным принципом функционирования модели становится кинетическое равновесие двух динамично развивающихся систем [7]. Равновесное состояние адаптивной системы растений с интенсивностью воздействия внешней среды во многом определяется гомеостатичностью физиологических процессов, чувствительностью системы и состоянием репарагенной системы, поддерживаемых на организменном и клеточном уровнях [8] (рис. 1).

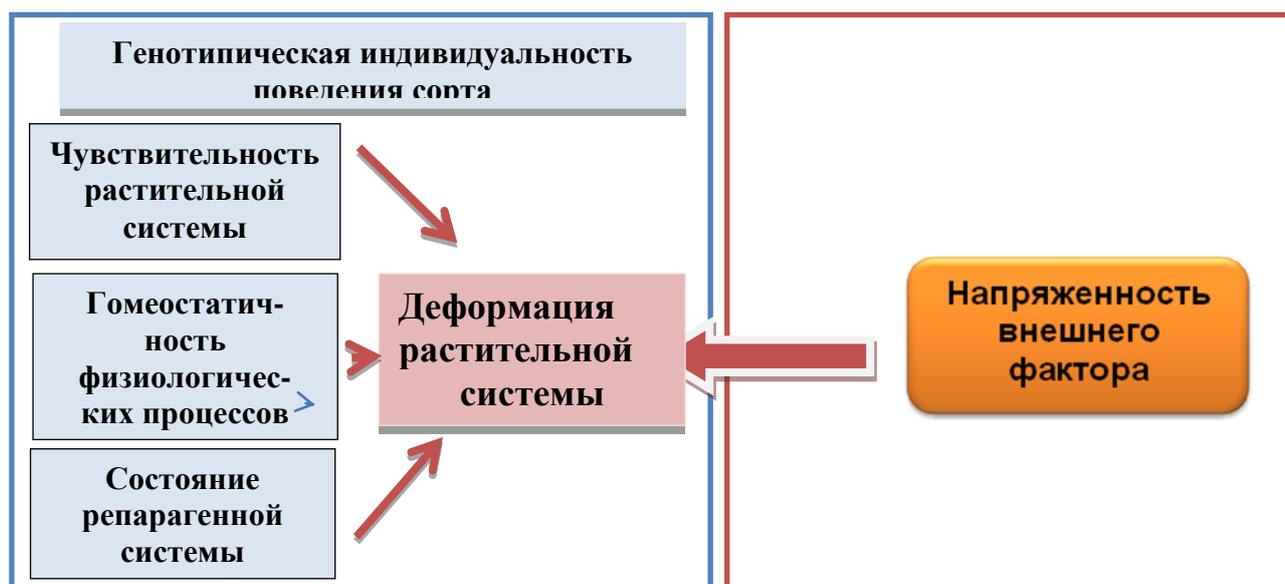


Рис. 1. Кинетическое равновесие растительной системы при её ответе на интенсивность внешнего воздействия

В ответе на внешнее воздействие у растений отмечают несколько стационарных состояний (толерантная, адаптации и отказа от функции). Переход растений из одного функционального состояния в другое определяется **степенью деформации растительной системы**, вызванной **напряженностью** внешнего фактора [8]. Важно также принимать, что на внешнее воздействие переход растительной системы на другой уровень носит нелинейный характер, который также генетически обусловлен и требует всестороннего изучения [7] (рис. 4). Пока растительная система отвечает на внешнее воздействие – она жизнеспособна и выполняет ту функцию, на которую ориентирован процесс роста и развития растений в конкретный период вегетации. В момент же, когда интенсивность внешнего воздействия по своей дозе превышает уровень гомеостаза, протекающих физиологических процессов, растение испытывает стресс и все свои внутренние ресурсы реализует, чтобы привести их в соответствие с внешним воздействием (период адаптации). Если же при усиливающейся интенсивности внешнего воздействия этого не происходит, то организм отказывается от выполнения функций, вплоть до гибели.

Современные подходы информационной биологии в селекции позволяют расширить возможности выявления индивидуальных особенностей сортов и перейти к количественной характеристике взаимодействия растений с внешней средой. Можно согласиться, что математические модели не совсем полно могут передать поведение сложных биологических систем, но они помогают анализу их динамических свойств и исследований путей

интегрирования во времени и пространстве различных физиологических процессов в клетке и их функций на уровне растений. Ранее, системный подход при построении надструктурной модели позволил выявить и охарактеризовать внутреннюю структуру растительной системы в её ответе на внешнее воздействие [9, 10]. При изучении зимостойкости растений озимой пшеницы, показаны алгоритмы количественной оценки не только внутреннего состояния растений (гомеостаз, раздражение, сбалансированность адаптивного комплекса), но и показано, что интенсивность внешнего воздействия по своей структуре также многокомпонентна (мощность, доза, продолжительность, частота, инерционность (рис. 2) [8, 10].



Рис. 2. Блок-схема формирования зимостойкости растений, используемая для оценки данного признака в НИИСХ Юго-Востока

Важнейшим элементом селекционной оценки определена величина генетически обусловленного ответа системы физиологических параметров растений на различные стороны многокомпонентной по своему воздействию внешней среды. Основанием для этого послужили результаты путевого анализа, позволившего вычленивать прямые эффекты влияния векторов внешнего воздействия (ВВВ) на перезимовку отдельных сортов с 1980 по 1996 гг. В последующем данные эффекты были интерпретированы как степень реакции сорта на выделенные векторы воздействия.

Высокие корреляции компонент адаптивного комплекса растений, сортов с их реакцией на ВВВ в конкретный момент зимовки, позволили принять последние связующим элементом в оценке взаимодействия двух динамично развивающихся систем: внутренней (растительной) и внешней (погодные условия). Этот момент – важнейший для перехода к моделированию поведения растений и определения характера адаптивных свойств во время зимовки.

На основе вовлеченных в изучение сортов была сформирована коллекция образцов – дифференциаторов, характеризующихся различной степенью их реакции на прямые эффекты векторов внешней среды (табл. 1). Величины элементов модели поведения сортов во время зимовки для удобства были приведены к 10-ти бальной шкале [8, 10]. Важным элементом модели зимостойкости сорта стала величина свободного члена множественной регрессии

перезимовки от интенсивности ВВВ. Поскольку этот показатель определяет основу поведения сорта во время зимовки, то его характеризовали, как «плотность» модели сорта [10]. Анализ сортов-дифференциаторов позволил выделить как минимум три группы сортов, которые характеризуются различным уровнем данного показателя модели – низкой (Саратовская 8, Гостианум 237, Мироновская 808 и Донская безостая), средней (Саратовская 11 и Саратовская 90) и высокой (Лютесценс 230). Это подтверждают результаты перезимовки сортов при многолетнем их испытании, ранжирование которых происходит четко в жестких условиях (1985, 1995, 2003 гг.). В годы с мягкими зимами ранги сортов могут меняться, о чем свидетельствует регрессионный анализ перезимовки (рис. 3).

Таблица 1

**Показатели модели зимостойкости у сортов – дифференциаторов**

Сорт	Элементы модели зимостойкости сорта						
	Плотность	Реакция сорта на ВВВ					
		1	2	3	4	5	6
Гостианум 237	4,01	0,48	4,85	5,97	4,64	8,18	5,02
Лютесценс 230	4,31	2,84	3,21	8,68	4,71	5,34	7,45
Мироновская 808	4,00	6,07	4,71	7,10	1,68	6,95	5,05
Саратовская 8	3,96	3,89	4,40	7,50	3,87	6,97	5,75
Саратовская 11	4,15	5,89	5,54	6,26	1,54	6,99	4,46
Саратовская 90	4,14	6,49	4,01	8,43	2,58	6,82	5,55
Лютесценс 54-81	4,06	4,53	4,59	7,68	3,19	7,52	6,82
Лютесценс 54-83	4,01	7,32	3,59	9,31	1,51	6,82	5,51
Донская безостая	4,04	7,24	4,94	8,91	3,12	6,90	5,96
Среднее:	4,07	4,97	4,43	7,76	2,98	6,94	5,73
НСР	0,1	1,44	0,40	0,72	0,80	0,52	0,58

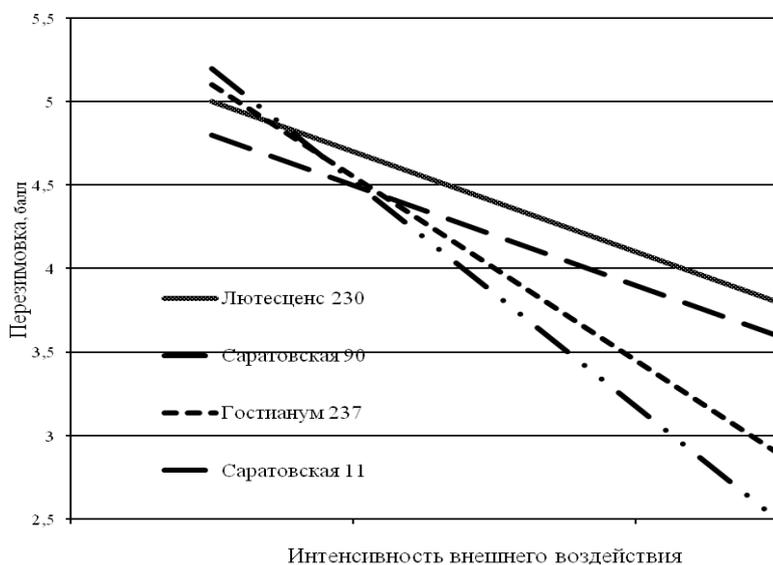


Рис. 3. Регрессия перезимовки сортов озимой пшеницы от нарастающей интенсивности температурного воздействия (КСИ, 1983-2006 гг.)

**Интенсивность внешнего воздействия среды.** По результатам исследований констатировали, что изменения внутреннего состояния у растений, связанных с адаптацией во время зимовки, сопряжены с изменениями в структуре внешнего воздействия. В связи с этим очень важным моментом стала количественная оценка интенсивности внешнего воздействия в конкретный период зимовки. По величине коэффициента корреляции было

предложено судить об интенсивности или же присутствии того или иного вектора внешнего воздействия в структуре воздействия на конкретный момент зимовки – так, к примеру, 10 октября высокую значимость в структуре воздействия имел ВВВ-6 (период воздействия), 9 ноября – на ВВВ-5 (продолжительность воздействия) и т.д. (табл. 2). По мере приближения величины коэффициента корреляции к 1,0 – интенсивность данного ВВВ в структуре воздействия приближается к нормализованному единичному вектору и/или же к его среднесезонным показателям того временного периода, который используется для анализа.

Таблица 2

**Сопряженность (R) адаптивного комплекса растений с их реакцией на векторы внешнего температурного воздействия**

Дата оценки	Вектор внешнего воздействия					
	1	2	3	4	5	6
10 октября	0,58	0,39	0,67	0,36	0,59	<b>0,76*</b>
9 ноября	0,63	0,57	0,57	0,34	<b>0,81*</b>	0,30
22 ноября	<b>0,87*</b>	0,49	0,44	<b>0,80*</b>	0,46	0,60
22 декабря	0,51	<b>0,72*</b>	0,68	0,64	0,51	<b>0,93*</b>
17 января	0,52	0,63	<b>0,72*</b>	<b>0,69*</b>	<b>0,73*</b>	<b>0,85*</b>
29 января	<b>0,93*</b>	0,52	0,63	<b>0,83*</b>	<b>0,89*</b>	<b>0,75*</b>
9 марта	0,64	0,42	<b>0,70*</b>	0,59	0,32	<b>0,78*</b>
24 марта	<b>0,89*</b>	0,28	<b>0,80*</b>	0,47	0,43	0,50
2 апреля	0,57	0,57	<b>0,78*</b>	0,27	0,37	0,47

\*) – значимо на 5%-ом уровне

Мониторинг условий Саратова позволил определить частоту проявления того или иного вектора в структуре внешнего температурного воздействия, оказывающего наибольшее влияние на перезимовку.

**Мощность воздействия (ВВВ-1).** Влияние данного вектора на перезимовку особенно сильно сказывается в суровых условиях зим при небольшом снеговом покрове, когда почти вся доза отрицательных температур воздуха доходит до растений. Такие условия показательны в начале зимовки растений и были типичны в начале и середине прошедшего столетия, что проявилось при выведении таких сортов НИИСХ Юго-Востока как Гостианум 237 (1914), Лютесценс 329 (1914), Лютесценс 230 (1939). В последний период (1960-2010 гг.) в связи с общим потеплением зимнего периода (средняя температура зимы повысилась на 38%, а количество осадков – на 43%) влияние данного вектора на перезимовку незначительно и отмечалось всего лишь в 5% случаев. К наиболее типичным зимам с высоким значением данного вектора следует отнести 1967, 1969, 1985 и 2003 гг.

**Доза и периодичность внешнего температурного воздействия (ВВВ 2, ВВВ 3).** Их влияние в период с 1980 по 2010 гг. значительно усилилось (более чем в 60% случаев). На фоне часто чередующихся во время зимовки потеплений и возврата морозов в ранневесенний период для лучшей перезимовки необходимы сорта, которые обладали бы «слабой» реакцией на данные векторы. К сожалению, у подавляющего числа сортов такого соотношения не отмечалось [8, 10]. При оценке экспериментального материала только среди изученных образцов IV набора по адаптивности и другим полигенным системам, была выделена линия Л 3415-126, которая характеризовалась оптимальным сочетанием (4,22 – по ВВВ 2 и 5,04 – по ВВВ 3).

**Продолжительность воздействия (ВВВ 5).** За последние 25 лет в условиях Саратова данный вектор оказывал определяющее значение на перезимовку растений в 20% случаев. Надо отметить, что именно в этот период на фоне частых относительно «слабых» эффективных доз (ВВВ 2) отмечается устойчивый вклад данного вектора в формирование зимостойкости растений. Поэтому выделенные особенности сортов позволяют им лучше адаптироваться к более «коротким» по продолжительности волнам холода.

**Деформация растительной системы.** Для решения этой задачи, используя методы многомерной статистики, изучали состояние физиологических параметров растений в различные периоды вегетации и зимовки у постоянного набора сортов. В нашем опыте анализу подвергались физиологические показатели, способствующие перезимовке в Поволжье – концентрация клеточного сока в узлах кущения, сумма сахаров и их соотношение, содержание хлорофилла в листьях, содержание свободной воды, температура кристаллизации клеточного сока, величина проницаемости мембран растительных клеток электролитами и плотность электролитов в клеточном соке (Романова Л.Н., 1975; Прянишников А.И., Ласкин В.П., 1994; Прянишников А.И., 2006). Исследования методами многомерной статистики, в частности, методом главных компонент, позволили выделить 3 компонента адаптивного комплекса растений, описывающие дисперсию биологических показателей, вызванных сезонными колебаниями условий вегетации и зимовки. По факторным нагрузкам и абсолютным значениям компонент в различные периоды данные компоненты были интерпретированы как **гомеостаз, раздражение и сбалансированность** (табл. 3).

Таблица 3

**Факторная структура компонент адаптивного комплекса растений**

Показатель	Компонента адаптивного комплекса растений		
	Гомеостаз	Раздражение	Сбалансированность
Концентрация клеточного сока (КС)	-0,86	-0,32	0,25
Плотность электролитов в КС	0,80	0,00	0,48
Содержание общей воды в растениях	0,49	0,55	0,01
Температура кристаллизации КС	0,90	0,19	-0,01
Абсолютная величина экзосмоса электролитов	-0,74	0,59	-0,01
Относительная величина проницаемости мембран электролитами	-0,81	0,53	-0,03
Доля электролитов в КС	0,91	0,24	-0,10
Доля дисперсии, приходящая на компоненту, %	66,7	19,0	6,8

**Примечание.** Критическое значение коэффициента корреляции 0,27

Так компонента, интерпретируемая как **«гомеостаз адаптивного комплекса растений»**, определялась основной частью дисперсии динамики биологических показателей – от 57 до 74% в зависимости от года исследований. Данная компонента имела отрицательные факторные нагрузки характеристик, описывающих степень повреждения мембран, и положительные – показателей, дающих информацию об активности физиологических процессов в клетке (температура кристаллизации клеточного сока, плотность электролитов и их доля в концентрации сока) (табл. 3). Наибольшие её значения у озимой пшеницы отмечались осенью, в период активной вегетации, наименьшие – зимой, когда наблюдались минимальные температуры почвы на уровне узла кущения, в конце зимовки значения этой компоненты несколько возрастали (рис. 4). На долю второй по значимости компоненты, интерпретируемой как **«раздражение адаптивного комплекса растений»**, в разные годы приходилось от 11 до 28% дисперсии величин физиологических параметров. Эта компонента характеризовалась высокими факторными нагрузками показателей, определяющих степень проницаемости мембран клеток электролитами, что многие ученые связывают с уровнем повреждения мембран (Барашкова Э.А., Алексеева Е.Н. и др., 1983, 1988; Федулов Ю.П., 1994). Максимальные значения данной компоненты отмечались в период сильных морозов, абсолютных минимальных температур почвы на уровне узла кущения, а также в период сильных изменений условий во время зимовки. В процессе адаптации растений к зимним условиям значение данной компоненты стремится

восстановить исходные с осени величины, однако при выходе из зимовки отмечается резкое повышение значимости, что определялось возвратом морозов при отсутствии снежного покрова. **Сбалансированность адаптивного комплекса растений.** Данная компонента характеризовала степень ответа растений на интенсивность внешнего воздействия, о чем свидетельствуют высокие веса плотности электролитов в клеточном соке узлов кущения растений. Активность физиологических процессов, протекающих в растениях, показывает насколько их скорость соответствует внутреннему ответу на напряженность внешнего температурного воздействия. Наивысшие значения данной компоненты отмечались в период активной вегетации растений, наименьшие – зимой. В процессе зимовки растения стремятся восстановить состояние данной компоненты, однако к выходу их из-под снега ее значения, как и предшествующей компоненты, понижаются.

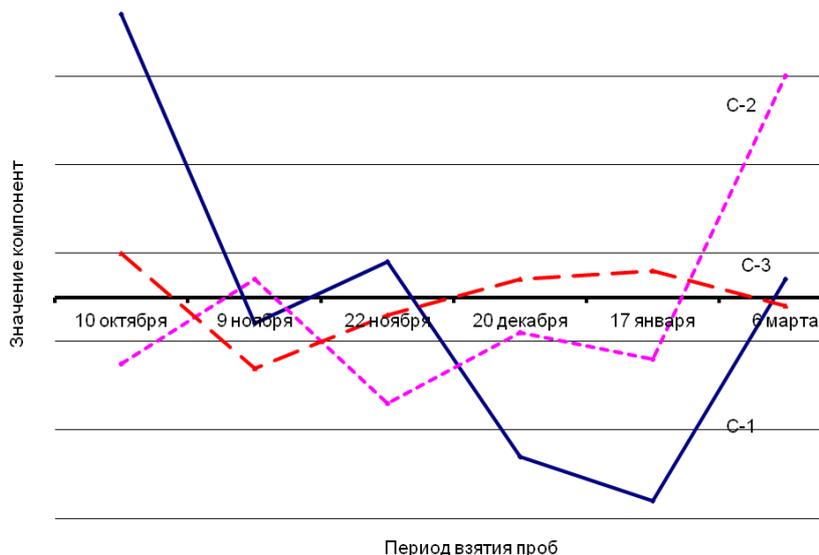


Рис. 4. Динамика компонент адаптивного комплекса озимой пшеницы в 1994-1995 гг.  
 C-1 – «гомеостаз» адаптивного комплекса растений, C-2 – «раздражение»,  
 C-3 – «сбалансированность»

Поддержание кинетического равновесия на воздействие среды со стороны растений, выраженное внутренним состоянием физиологических параметров и ответными реакциями адаптивного комплекса – сортоспецифично. Об этом свидетельствует анализ сортовых различий по величине компонент у сортов из разных экологических зон. Сортам саратовской селекции свойственны высокие показатели гомеостаза, в то время как сортам украинской селекции – сбалансированность адаптивного комплекса, что связано с климатическими особенностями, которые характеризуют осенне-зимний период данных регионов. Регрессионный анализ влияния на перезимовку, выявленных у растений особенностей, и жесткости условий в период с 1983 по 2006 гг. подтвердил природу индивидуальных особенностей сортов по характеру их зимостойкости. Основным выводом данной части исследований становится заключение о том, что уровень деформации в поведении каждого сорта также индивидуален и требует поиска алгоритмов такой оценки, позволяющей определять специфичность данного показателя для каждого сорта во время зимовки. В значительной степени этому должны способствовать соответствие состояния компонент адаптивного комплекса элементам модели зимостойкости сорта.

#### Скрининг селекционного материала по характеру зимостойкости

Важным моментом оценки на зимостойкость стала возможность прогнозирования характера ее формирования у вновь изучаемого экспериментального материала. Для этого через сопряженность компонент адаптивного комплекса у образцов-дифференциаторов с их реакцией на ВВВ и использованием регрессионного анализа, ведется поиск уравнения,

которое наиболее корректно описывало бы данную взаимосвязь. На основе полученного уравнения регрессии по значениям каждой компоненты адаптивного комплекса растений рассчитывались величины реакции на ВВВ для второй части сортов. В последующем результаты моделирования реакции образцов на ВВВ по каждой компоненте адаптивного комплекса растений объединяли для дисперсионного анализа с целью выявления достоверных отличий по сортам, что позволяло одновременно ранжировать образцы по их реакции на векторы внешнего температурного воздействия (Прянишников А.И., 2006).

Результаты данного этапа исследований позволили не только спрогнозировать параметры реакции на ВВВ сортообразцов экспериментального материала, но и на основе дисперсионного анализа скорректировать и принять шкалу параметров реакции сортов озимой пшеницы на ВВВ (табл. 4).

Таблица 4

**Шкала степени реакции сортов на векторы внешнего температурного воздействия**

Степень реакции	Величина реакции растений на ВВВ					
	1	2	3	4	5	6
Очень слабая	<0,50	<3,00	<5,50	<1,50	<5,00	<4,50
Слабая	0,51-2,00	3,01-3,50	5,51-6,25	1,51-2,30	5,01-5,60	4,51-5,10
Умеренная	2,01-3,50	3,51-4,00	6,26-7,00	2,31-3,10	5,61-6,20	5,11-5,70
Средняя	3,51-5,00	4,01-4,50	7,01-7,75	3,11-3,90	6,21-6,80	5,71-6,30
Значительная	5,01-6,50	4,51-5,00	7,76-8,50	3,91-4,70	6,81-7,40	6,31-6,90
Сильная	6,51-8,00	5,01-5,50	8,51-9,25	4,71-5,50	7,41-8,00	6,91-7,50
Очень сильная	8,00<	5,51<	9,26<	5,51<	8,01<	7,51<

Оценка по элементам модели зимостойкости позволила провести инвентаризацию экспериментального материала по характеру формирования зимостойкости. Типизация на основе кластерного анализа реакции сортообразцов на ВВВ позволила идентифицировать два основных типа формирования зимостойкости. Главное их отличие – реакции на дозу (ВВВ-2), периодичность (ВВВ-3) и продолжительность воздействия (ВВВ-5). Сорта, отнесенные к первому типу, характеризуются лучшими реакциями на дозу и продолжительность воздействия, а сорта второго типа – на периодичность. Ретроспективный анализ перезимовки за анализируемый период лет позволил выявить преимущество сортов и линий первого типа (Лютесценс 230, Саратовская 90) (рис. 6). Поэтому наиболее ценными для селекционной работы представляются те сортообразцы, которые схожи по характеру поведения с названными сортами-эталоном во время их перезимовки.

Таким образом, предложенная оценка модели поведения сортов во время их перезимовки позволила посредством системы образцов-дифференциаторов количественно описать характер их зимостойкости. Основываясь на результатах многолетних исследований, описанные подходы и алгоритмы оценки позволяют сконцентрировать значительный временной отрезок в конкретном моменте зимовки растений, оценить интенсивность воздействия внешней среды. Моделирование поведения сортообразцов дает возможность выявить особенности проявления адаптивных свойств в различные по сценариям погодных условий зим. Результаты ретроспективного анализа перезимовки и выявление частоты проявления того или иного «сценария» способствуют грамотному построению сортовой стратегии, отбору перспективных образцов, подбору пар для скрещивания.

**Литература**

1. Вавилов Н. И. Избранные труды. – М. –Л.: Наука, – 1965. – Т. 5.
2. Драгавцев В.А. К проблеме генетического анализа полигенных количественных признаков растений. СПб.: ВИР, – 2003. –18 с.
3. Чесноков Ю.В., Косолапов В.М. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса. – М.: ООО «Утрешская типография», – 2016. – 172 с.
4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, - 2001. – Т. 1. – 780 с.
5. Переверзев Б.Л. Подход к экспериментальному изучению функции генома клетки. – М., – 2010. – С. 88-91.
6. Мейстер Г.К. Критический очерк основных понятий генетики. – М.; Л.: Сельхозгиз, – 1934. – 204.

7. Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С. Стресс у растений. – М.: Изд-во МГУ, - 1993. – 144 с.
8. Прянишников А.И. Экологические основы адаптивной селекции озимой пшеницы на Юго-Востоке. – Саратов, – 2016. – 116 с.
9. Федулов Ю.П. Системный анализ морозоустойчивости озимых культур. Автореф. дис. ... доктора биол. наук. – СПб, – 1994. – 45 с.
10. Прянишников А.И. Методологические особенности адаптивной селекции озимой пшеницы на урожайность и качество в Нижнем Поволжье. – Автореф. дис. доктора с.-х. наук. – Немчиновка, – 2006. – 48 с.

## ALGORITHMS OF BREEDING PROGRAMS FOR ADAPTABILITY

**A.I. Pryanishnikov, I.V. Savchenko\***

FGBNU «AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF SOUTH-EAST»

\*FGBNU «ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF MEDICINAL  
AND AROMATIC PLANTS»

**Abstract:** *On the basis of multi-year studies on winter hardiness of winter wheat varieties proposed a model of the behavior of plants during their hibernation. The main principle of functioning of the model becomes the kinetic equilibrium of two dynamic systems: external environment and plants. It is shown that each of the studied systems is multicomponent in its structure. Algorithms of quantitative estimation of intensity of external influence and response to it of adaptive complex plant identification, as well as identifying varietal characteristics in breeding high adaptive properties were offered.*

**Keywords:** Adaptive selection, winter hardiness, theory of genetic organization of ground, winter wheat.

УДК 635.656:631.527:631.559

## УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО СЕМЯН РАЗЛИЧНЫХ ПО АРХИТЕКТОНИКЕ ЛИСТА ОБРАЗЦОВ ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ПОСЕВА

**А.Н. ЗЕЛЕНОВ**, доктор сельскохозяйственных наук

**А.А. ЗЕЛЕНОВ, С.В. БОБКОВ**, кандидаты сельскохозяйственных наук

**М.Е. КОНОНОВА, М.А. ТОЛКАЧЁВА, И.Л. ГУСАРОВА**

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*Сорта и линии трёх морфотипов гороха изучали при трёх нормах посева – 0,9; 1,2 и 1,5 млн. всхожих семян на гектар (м.в.с./га) Установлено, что в зависимости от сорта для усатого морфотипа оптимальной нормой посева являются 1,2 и 1,5 м.в.с./га. Для образцов морфотипа хамелеон – 1,2 м.в.с./га. Максимальный урожай рассечённолисточковых линий формируется в разреженном посеве – 0,9 м.в.с./га. Отмечено увеличение содержания сырого протеина в разреженном посеве у сортов Фараон и Спартак и его снижение у линии Рас-1098/8. Определяющим фактором величины сбора сырого протеина с гектара является урожайность семян.*

**Ключевые слова:** горох, морфотип, нормы посева, урожайность, белок.

Одним из факторов реализации потенциальной урожайности сорта является оптимальная плотность посева. Первые исследования в этом направлении в России ещё в конце XIX века осуществил основоположник сельскохозяйственной науки И.А. Стебут, который, в частности, определил, что площадь питания одного растения возделываемых в то время сортов гороха должна составлять 128 см<sup>2</sup>, или около 800 тысяч всхожих семян на гектар. Позднее в результате проведённых в разных регионах страны опытов со вновь созданными сортами было рекомендовано высевать на гектар 1,2 млн. всхожих семян [1]. В странах Центральной и Западной Европы горох выращивают с нормой посева 0,8-1,0 млн. всхожих семян на гектар (м.в.с./га) [2, 3].

Эти рекомендации были установлены для сортов листочкового типа. Проведённые в начале возделывания усатых сортов исследования показали, что и для этого морфотипа оптимальной нормой высева является 1,2 м.в.с./га [4, 5]. Однако, имеются указания, что короткостебельные усатые сорта, в особенности с детерминантным (*deh*) типом роста стебля, целесообразно выращивать в загущённом до 1,6 м.в.с./га посеве [6]. Раннеспелые сорта усатого морфотипа наиболее высокую урожайность показывают при норме высева 1,8 м.в.с./га [7].

В опытах по изучению реакции листочковых [6, 8] и усатых [4, 5, 6] генотипов на различную плотность посева было установлено, что с увеличением нормы высева в ценозе усиливается внутрисортовая конкуренция и в результате снижается выживаемость растений. При этом, как правило, уменьшается число продуктивных узлов на стебле, число бобов на растении и число семян в бобе. Нередко снижается масса 1000 семян. В итоге падает продуктивность одного растения. Степень изменчивости количественных признаков семенной продуктивности определяется генетическими особенностями сорта.

В настоящее время развёрнута селекция новых листовых морфотипов гороха – рассечённолисточкового и формы хамелеон [9]. Исследования по определению оптимальной для них плотности посева не проводили. В связи с этим была поставлена задача: изучить их реакцию на плотность посева и установить оптимальную норму высева.

#### **Условия, материал и методы исследований**

Опыты проводили в 2016 и 2017 гг. Посевы размещали в селекционном севообороте ВНИИЗБК на тёмно-серых лесных среднесуглинистых, среднеокультуренных почвах. Содержание гумуса (по Тюрину) 4,9-5,1%. В 100 г почвы в среднем содержалось 12,0 мг легкогидролизующего азота (по Кононовой), 13,5 мг  $K_2O$  и 17,0 мг  $P_2O_5$  (по Кирсанову), рН солевой вытяжки 5,1-5,3. Предшественник – пар. Осенью 2015 г. почву культивировали на глубину 10-12 см без внесения минеральных удобрений. Под урожай 2017 г. почву удобрили  $N_{40}P_{80}K_{80}$  и провели зяблевую вспашку на глубину 20-25 см. Под предпосевную культивацию в 2016 г. внесли  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , в 2017 г –  $N_{15}P_{15}K_{15}$ . Таким образом, в 2017 году был создан хороший фон минерального питания растений.

Погодные условия в целом были благоприятными для возделывания гороха. В 2016 году из-за обильных апрельских осадков посев был проведён лишь 4 мая, в 2017 г. – 25 апреля. Сумма осадков за вегетацию как в 2016, так и особенно в 2017 г. превышала среднемноголетнюю норму. Экстремальных температурных явлений в эти годы не наблюдалось, за исключением умеренно жаркой сухой погоды в период налива бобов в 2016 году (3-я декада июня). В 2017 г. прохладная погода отмечалась в начале вегетации и в первой декаде июля.

В опыте изучали сорта усатого морфотипа Фараон и Софья, образцы морфотипа хамелеон – сорт Спартак и селекционную линию Яг-06-83, селекционные линии рассечённолисточкового морфотипа – Рас-1098/8 и Рас-828/9 при трёх нормах высева: 0,9; 1,2 и 1,5 млн. всхожих семян на гектар. Учётная площадь делянок – 7,9 м<sup>2</sup>. Повторность – 3-кратная. Посев рядовой, сеялкой СКС-6-10, уборка комбайном Сампо-130.

Содержание сырого протеина ( $N \times 6,25$ ) в семенах определяли по Кьельдалю на автоматической системе ИДК-152 и дигесторе ДК-6 фирмы Velp Scientifica. Результаты исследований обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

#### **Результаты и обсуждение**

Реакция изученных образцов и морфотипов на плотность посева была неоднозначной. У усатых сортов и хамелеонов с увеличением нормы высева урожайность семян возрастала. Рассечённолисточковые линии, напротив, наибольший урожай формировали в разреженном посеве (таблица 1). Внутри морфотипов образцы по-разному отзывались на изменение нормы высева. Сорт Фараон в загущённом посеве увеличивал урожай на 24%, а Софья только на 13%. У линии Яг-06-83 разница составляла 15%, у Спартака всего 5%. Рассечённолисточковая линия Рас-1098/8 при норме высева 0,9 м.в.с./га, в сравнении с загущёнными (1,5 млн.), повышала урожайность на 22%, а Рас-828/9 – лишь на 6%.

Таблица 1

**Урожай семян образцов гороха при разных нормах высева, т/га**

Норма высева, млн. в.с./га	Годы	Усатые		Хамелеоны		Рассеchenнолисточковые	
		Фараон	Софья	Спартак	Яг-06-83	Рас-1098/8	Рас-828/9
0,9	2016	2,38	1,98	2,74	2,07	2,74	1,76
	2017	3,78	4,39	4,65	4,09	5,19	4,14
	<b>Среднее</b>	<b>3,08</b>	<b>3,18</b>	<b>3,70</b>	<b>3,08</b>	<b>3,96</b>	<b>2,95</b>
1,2	2016	2,64	2,28	2,98	2,37	2,38	1,74
	2017	4,42	4,81	4,83	4,61	4,63	3,87
	<b>Среднее</b>	<b>3,53</b>	<b>3,54</b>	<b>3,90</b>	<b>3,49</b>	<b>3,50</b>	<b>2,80</b>
1,5	2016	3,00	2,33	3,02	2,48	2,12	1,71
	2017	4,62	4,84	4,74	4,62	4,35	3,83
	<b>Среднее</b>	<b>3,81</b>	<b>3,58</b>	<b>3,88</b>	<b>3,55</b>	<b>3,24</b>	<b>2,77</b>
НСР <sub>05</sub>	2016	0,27	0,34	0,21	0,23	0,27	0,15
	2017	0,39	0,24	0,25	0,17	0,28	0,37

Масса 1000 семян у всех образцов в эксперименте была наибольшей в разреженном посеве, наименьшей – в загущенном, но различия были невелики и не превышали точность опыта. Поэтому весовая норма расхода семян на посев почти полностью определяется их количеством. В связи с этим, при увеличении нормы высева прибавка урожайности за вычетом расхода семян на посев у усатых сортов и хамелеонов сокращается, у рассеchenнолисточковых в разреженном посеве возрастает (таблица 2). Учитывая неодинаковую реакцию усатых сортов на плотность посева, Фараон следует выращивать при норме высева 1,5 м.в.с./га, Софью – при 1,2

Таблица 2

**Урожай семян гороха за вычетом расхода семян на посев при разных нормах высева, т/га**

Норма высева, м.в.с./га	Годы	Усатые		Хамелеоны		Рассеchenнолисточковые	
		Фараон	Софья	Спартак	Яг-06-83	Рас-1098/8	Рас-828/9
0,9	2016	2,19	1,80	2,55	1,88	2,55	1,55
	2017	3,56	4,19	4,44	3,89	4,99	3,92
	<b>Среднее</b>	<b>2,88</b>	<b>3,00</b>	<b>3,50</b>	<b>2,88</b>	<b>3,77</b>	<b>2,74</b>
1,2	2016	2,39	2,05	2,74	2,12	2,14	1,47
	2017	4,14	4,55	4,57	4,35	4,37	3,58
	<b>Среднее</b>	<b>3,26</b>	<b>3,30</b>	<b>3,66</b>	<b>3,24</b>	<b>3,26</b>	<b>2,52</b>
1,5	2016	2,68	2,05	2,73	2,18	1,83	1,37
	2017	4,27	4,52	4,43	4,29	4,03	3,47
	<b>Среднее</b>	<b>3,48</b>	<b>3,28</b>	<b>3,58</b>	<b>3,24</b>	<b>2,93</b>	<b>2,42</b>
НСР <sub>05</sub>	2016	0,24	0,31	0,20	0,20	0,25	0,15
	2017	0,35	0,24	0,25	0,17	0,27	0,33

Для хамелеонов оптимальная норма высева составляет 1,2 м.в.с./га, для рассеchenнолисточковых образцов – 0,9 млн. Причем у линии Рас – 1098/8 разница в урожайности разреженного и загущенного посева была наибольшей и составила 0,84 т/га, или почти на 29% выше.

По литературным данным, различия в реакции листочковых и усатых генотипов гороха по урожайности семян при разной плотности посева, определяются площадью листьев в ценозе, фотосинтетическим потенциалом и чистой продуктивностью фотосинтеза. Последняя была наиболее высокой у усатых сортов с детерминантным типом роста стебля [6].

Условия проведения исследований по годам были контрастными по подготовке почвы, уровню минерального питания и погодным факторам. Тем не менее, ранжирование вариантов опыта по урожайности семян как в 2016 г., так и в 2017 было идентичным. Но по степени увеличения урожайности изученные сорта и линии различались (таблица 3). Если у Фараона в 2017 г. она возросла в среднем в полтора раза, то у Софьи более чем в два. Спартак увеличил урожай семян в 1,6 раза, линия Яг–06–83 почти вдвое. Наиболее отзывчивыми на условия выращивания оказались рассечённолисточковые линии. У Рас-1098/8 урожайность возросла в два раза, а у Рас-828/9 в 2017 г. урожай семян составил в среднем 227,2% к уровню предыдущего года. Совсем недавно такие сорта назывались интенсивными. Они лучше оплачивают затраты на улучшение технологии возделывания.

У всех образцов в опыте, кроме Рас-1098/8, наибольшая прибавка урожайности отмечена в разреженном посеве, у линии Рас-1098/8 – в загущенном.

Таблица 3

**Степень увеличения урожайности семян образцов гороха в 2017 г. по отношению к 2016 г.**

Сорта, линии	Норма высева, м.в.с./га	Увеличение урожайности, %	Сорта, линии	Норма высева, м.в.с./га	Увеличение урожайности, %
Фараон	0,9	158,8	Софья	0,9	221,7
Фараон	1,2	155,6	Софья	1,2	211,0
Фараон	1,5	154,0	Софья	1,5	207,7
<b>Среднее по сорту</b>		<b>156,1</b>	<b>Среднее по сорту</b>		<b>213,5</b>
Спартак	0,9	169,7	Яг–06–83	0,9	197,6
Спартак	1,2	162,1	Яг–06–83	1,2	194,5
Спартак	1,5	157,0	Яг–06–83	1,5	186,3
<b>Среднее по сорту</b>		<b>162,9</b>	<b>Среднее по линии</b>		<b>192,8</b>
Рас–1098/8	0,9	189,4	Рас–828/9	0,9	235,2
Рас–1098/8	1,2	194,5	Рас–828/9	1,2	222,4
Рас–1098/8	1,5	205,2	Рас–828/9	1,5	224,0
<b>Среднее по линии</b>		<b>196,4</b>	<b>Среднее по линии</b>		<b>227,2</b>

Во всех вариантах опыта содержание сырого протеина в семенах гороха в 2017 г. было ниже, чем в 2016. Проявилась отрицательная корреляция между продуктивностью и белковостью. Однако у всех образцов этот показатель был относительно высоким для современных сортов. Но зависимость белковости семян от плотности посева не установлена. Лишь в разреженном посеве у Фараона и незначительно у Спартака отмечено увеличение содержания сырого протеина. У рассечённолисточковой линии Рас–1098/8, наоборот, при норме высева 0,9 м.в.с./га белковость снизилась (табл. 4).

У усатых сортов и хамелеонов наиболее высокий сбор сырого протеина получен в загущенном посеве, у рассечённолисточковых линий – в разреженном. Следовательно, определяющим фактором для этого показателя является не содержание сырого протеина в семенах, а их урожайность. Максимальный сбор сырого протеина (8,0-8,2 ц/га) в опыте в среднем за два года получен у рассечённолисточковой линии Рас–1098/8 в разреженном посеве, у сорта Фараон – в загущенном и у сорта Спартак при всех нормах высева.

Таким образом, результаты наших опытов дополняют и расширяют данные других исследователей о влиянии плотности посева на реализацию урожайного потенциала различных морфотипов гороха. В отдельных случаях выводы могут быть детализированы для конкретных генотипов. Рекомендации по оптимальной норме высева должны быть обязательным элементом сортовой агротехники. Следствием несоблюдения их в условиях производства может быть недобор урожая, в селекционной работе – потеря ценных генотипов.

**Содержание сырого протеина в семенах и его сбор в урожае образцов гороха в зависимости от нормы высева**

Норма высева, м.в.с./га	Годы	Усатые		Хамелеоны		Рассеченнолисточковые	
		Фараон	Софья	Спартак	Яг–06–83	Рас–1098/8	Рас–828/9
0,9	2016	25,6/5,2	26,6/4,5	25,2/5,9	26,3/4,7	25,5/6,0	27,2/4,1
	2017	25,0/8,1	23,7/8,9	24,9/10,0	24,4/8,6	23,6/10,5	24,0/8,5
	<b>Среднее</b>	<b>25,3/6,6</b>	<b>25,2/6,7</b>	<b>25,0/8,0</b>	<b>25,4/6,6</b>	<b>24,6/8,2</b>	<b>25,6/6,3</b>
1,2	2016	25,7/5,8	27,1/5,3	25,7/6,6	25,5/4,8	26,9/5,5	27,5/4,0
	2017	23,1/8,8	23,7/9,8	23,2/9,6	25,0/9,9	25,4/10,1	24,4/8,1
	<b>Среднее</b>	<b>24,4/7,3</b>	<b>25,4/7,6</b>	<b>24,4/8,1</b>	<b>25,2/7,4</b>	<b>26,2/7,8</b>	<b>26,0/6,0</b>
1,5	2016	24,7/6,4	26,6/5,3	25,2/6,5	26,3/5,6	27,1/4,9	27,6/4,1
	2017	24,0/9,5	24,3/10,1	23,8/9,7	24,1/9,6	25,4/9,5	23,9/7,9
	<b>Среднее</b>	<b>24,4/8,0</b>	<b>25,4/7,7</b>	<b>24,5/8,1</b>	<b>25,2/7,6</b>	<b>26,2/7,2</b>	<b>25,8/6,0</b>
НСР <sub>05</sub>	2016	0,13/0,20	0,11/0,22	0,21/0,15	0,13/0,21	0,09/0,19	0,10/0,12
	2017	0,13/0,15	0,18/0,22	0,15/0,18	0,14/0,25	0,15/0,26	0,09/0,24

*Примечание. В числителе указано содержание (%), в знаменателе сбор сырого протеина (ц/га)*

Образцы рассеченнолисточковой формы гороха в течение многих лет мы испытывали при общепринятой в регионе норме высева 1,2 м.в.с./га. И, несмотря на высокие физиологические показатели продукционного процесса, не могли получить ожидаемых результатов. Вывод о том, что максимальная урожайность рассеченнолисточковых генотипов может быть получена в разреженном посеве, оказался неожиданным, но он будет использован в дальнейших исследованиях.

**Литература**

1. Макашева Р.Х. Горох. – Л. «Колос», – 1973. –312 с.
2. Paprocki S. Uprawa grochu na nasiona w siewie czystym // Sb: «Nasiona roślin strączkowych – źródłem białka. – Poznań, - 1974. – S. 164–167.
3. Nouba M, Hochman M, Hosnedl V. et al. Luskoviny, pěstování a užití. – České Budějovice, - 2009. – 134 s.
4. Титенок Т.С. Селекция усатых форм гороха на высокую семенную продуктивность и неполегаемость. Автореф. дис. ...канд. с.х. наук. – С-Пб., – 1994. – 18 с.
5. Летуновский В.И. О нормах высева безлисточковых сортов гороха // НТБ ВНИИЗБК, вып. 42, – 1996. – С. 135-139.
6. Беляева Р.В. Влияние интрогрессии мутантных генов на особенности формирования продукционного процесса и адаптивную способность сортов гороха зернового использования. Автореф. дис.... канд. с.х. наук. – Брянск, – 2007.– 20 с.
7. Зеленов А.Н., Титенок Т.С., Шелепина Н.В. О селекции раннеспелых сортов гороха // Селекция и семеноводство. – 2000.– № 3. – С.4-7.
8. Путинцев А.Ф. Изменчивость признаков у гороха при различной густоте стояния растений // Научные труды ВНИИЗБК, том III. –Орел, 1971. – С. 60-73.
9. Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Перспективные морфотипы гороха // Земледелие. - 2014. – № 4. – С. 24-25.

**HARVEST AND QUALITY OF SEEDS OF VARIOUS PEA SAMPLES ACCORDING TO THE LEAF ARCHITECTONICS, DEPENDING ON THE SOWING DENSITY**

**A.N. Zelenov, A.A. Zelenov, S.V. Bobkov, M.E. Kononova, M.A.Tolkacheva, I.L. Gusarova**  
**FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»**

***Abstract:** Varieties and lines of three pea morphotypes were studied at three rates of seeding – 0,9; 1,2 and 1,5 million germinated seeds per hectare (mln.g.s./ha). It was established that, depending on the variety for tendrill morphotype optimal seeding rate was 1,2 and 1,5 mln.g.s./ha. For samples of the chameleon morphotype – 1,2 mln.g.s./ha. Maximal yield of dissected pinnuled leaf lines forms in sparse sowing – 0,9 mln.g.s./ha. Increase in the content of crude protein in a*

*sparse sowing varieties Faraon and Spartak and its decrease for the line Ras-1098/8 was marked. The determining factor of the value of collecting crude protein per hectare is the yield of seeds.*

**Keywords:** pea, morphotype, seeding rate, yield, protein.

УДК 631.527.5

## ВЫЯВЛЕНИЕ АКЦЕПТОРОВ И ДОНОРОВ ПРИЗНАКОВ ЯРУСНОЙ ГЕТЕРОФИЛЛИИ И БЕСПЕРГАМЕНТНОСТИ БОБА В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

**Е.В. КОЖУХОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

**А.А. ЧУРАКОВ\***, кандидат сельскохозяйственных наук

КНИИСХ – ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ «КРАСНОЯРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН»

\*ФГБОУ ВО «КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ»

*На основании проведенных исследований в условиях Восточной Сибири выявлены сорта и линии гороха, пригодные для использования в качестве доноров и акцепторов таких важных хозяйственно ценных признаков, как отсутствие пергаментного слоя и ярусная гетерофиллия.*

*В первом поколении гибридов при изучении доноров ярусной гетерофиллии в большинстве случаев гетерозис выявлен по основным показателям продуктивности – количеству фертильных узлов, бобов и семян. По показателю – число узлов до первого боба в большинстве случаев выявлена депрессия.*

*При анализе гибридов по признаку беспергаментности в первом поколении с сортом Светозар, характеризующимся усатым типом листа и гладкими семенами, выявлен гетерозис. С образцом Б-478, характеризующимся листочковым типом листа и гладкими семенами в этом случае по большинству признаков наблюдалась депрессия.*

*Во втором поколении по анализируемым признакам подтверждено стандартное расщепление в соотношении 3:4, характерное для самоопыляемых культур, что указывает на независимый характер наследования исследуемых признаков.*

*В качестве доноров ярусной гетерофиллии рекомендуется использовать образцы ТМ 06-462, ТМ 06-257 (НИИСХ Северного Зауралья), КТ-6455 (ТамНИИСХ), Спартак (ВНИИЗБК). В качестве донора признака беспергаментности боба рекомендуется использовать образец ТМ 06-462 (НИИСХ Северного Зауралья).*

**Ключевые слова:** селекция, гибриды, доноры, беспергаментность, ярусная гетерофиллия.

Основной зернобобовой культурой в России является горох. Задачей селекционера, работающего с культурой, помимо создания высокопродуктивных, высокобелковых сортов, является решение проблемы низкой технологичности культуры. Это в первую очередь подразумевает создание линий не склонных к полеганию, с фуникулярными – неосыпающимися семенами, усатым типом листа.

В настоящее время учеными Зеленовым А.Н., Щетининым В.Ю., Соболевым Д.В., Наумкиной Т.С., Задориным А.М., Зеленовым А.А. [1, 2, 3, 4, 5], рекомендуется включение в селекционный процесс нетрадиционных морфотипов гороха – рассеченнолисточковых, многократно непарноперистых, люпиноидных, хамелеонов. В условиях Восточной Сибири, из всех вышеперечисленных морфотипов, наиболее устойчивыми к полеганию, поражению болезнями и повреждению вредителями зарекомендовали себя образцы, обладающие признаками ярусной гетерофиллии – хамелеоны. Ценность этого морфотипа обусловлена высокими показателями продукционного процесса и лучшим биологическим потенциалом [6].

Независимый характер наследования этой мутации был выявлен в исследованиях Антоновой А.М., Дутовой А.А., Лукьяновой и др. [7].

Также, одним из свойств, способствующих улучшению технологичности культуры, ввиду устойчивости боба к растрескиванию, является отсутствие у него пергаментного слоя, контролируемого несколькими генами [8]. Из отрицательных сторон беспергаментности, стоит отметить большую уязвимость образцов болезнями семян. Линии, обладающие беспергаментностью активно используются в работе специалистами Татарского НИИСХ, в результате чего было достигнуто увеличение семенной продуктивности сортообразцов [9].

Все вышеперечисленное вызывает необходимость внедрения в процесс селекционной работы признаков ярусной гетерофиллии и беспергаментности боба, а следовательно поисков их доноров и акцепторов.

Донорами являются генетически исследованные источники, легко передающие признак и не передающие вместе с ним каких-либо нежелательных признаков, от которых трудно, или даже невозможно будет освободиться без одновременной утере переданного полезного признака [10]. Следовательно, потомство должно быть высокофертильно (жизнеспособно, плодовито, высокоурожайно), обеспечивать желаемый эффект в возможно большем числе гибридных комбинаций и не иметь отрицательных признаков, сцепленных с передаваемым свойством. Поэтому важно выявить источники с легкостью отдающие и акцепторы, принимающие данный признак.

В Западной Сибири поисками доноров важных хозяйственно ценных признаков занимаются А.В. Обухова, Л.В. Омельнюк, Н.А. Поползухина [11].

#### **Материалы и методика исследований**

Исследования проводились в условиях лесостепи Красноярского края, в пос. Минино, на опытных селекционных полях КрасНИИСХ. Получение гибридов в F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub>, а также подсчет их структуры по признаку беспергаментности был проведен в 2015-2016 годах, по гетерофиллии – в 2016-2017 годах. Анализ результатов исследований проведен в 2017 году.

Предшественником являлся чистый пар. Обработка осуществлялась согласно рекомендациям для возделывания зернобобовых культур.

Для скрещивания были использованы сорта местной селекции: с усатым типом листа и с неосыпающимися семенами – Руслан, полукороткий сорт Стоян – с усатым типом листа и гладкими семенами, а также усатый, гладкосемянный сорт Светозар. В качестве источников признаков ярусной гетерофиллии использовались образцы морфотипа хамелеон – Спартак, АЗ-92897 (ВНИИЗБК), ТМ 06-462, ТМ 06-257 (ВНИИСХ Северного Зауралья), источником беспергаментности боба являлся сорт зернового направления КТ-6455 (ТатНИИСХ).

В первом поколении были проведены количественные учеты структуры гибридов: высота растений, количество непродуктивных, количество фертильных узлов, количество бобов и семян с растения. На основании этих учетов в F<sub>1</sub> была проведена оценка степени доминирования количественных признаков, определяющих продуктивность сорта. Степень доминирования в F<sub>1</sub> оценивали по формуле:

$$F_{1\text{ ср}} - P_{\text{ ср}}$$

$$P_{\text{ макс}} - P_{\text{ ср}},$$

где F<sub>1 ср</sub> – среднее значение признака в F<sub>1</sub>,

P <sub>ср</sub> – среднее значение признака у обоих родителей,

P <sub>макс</sub> – среднее значение признака у лучшего из родителей [12].

Распределение по типам наследования проводили по модификационной шкале Савкина Н. Л. [13]:

h<sub>p</sub> = 0 – доминирование отсутствует;

h<sub>p</sub> = -0,25 - 0,25 – промежуточное наследование;

h<sub>p</sub> = 0,25 – 0,75 – неполное доминирование признака лучшего родителя;

h<sub>p</sub> = 0,25 - -0,75 – неполное доминирование признака худшего родителя;

h<sub>p</sub> = 0,75 – 1,25 – доминирование признака лучшего родителя;

$h_p = 0,75 - -1,25$  – доминирование признака худшего родителя;

$h_p > 1,25$  – гетерозис;

$h_p < -1,25$  – депрессия.

В  $F_2$  был проведен анализ соотношения расщепления гибридов по качественным признакам на основании заранее выдвинутой теории при помощи метода  $\chi^2$ .

#### Результаты исследований и их обсуждения

При анализе гибридов первого поколения на наследование признака ярусной гетерофиллии, контролируемого геном  $up1^{tac}$  выявилось, что в большинстве случаев по показателям высоты растения, количеству фертильных узлов, количеству бобов и семян с растения у гибридов в  $F_1$  наблюдался гетерозис. По числу непродуктивных узлов до первого боба в первом поколении преимущественно наблюдалась депрессия.

Полный гетерозис по наиболее важным признакам, оказывающим влияние на продуктивность сортов - количество бобов, количество фертильных узлов и вес семян, выявлен у образцов Н – 1571 (Руслан х ТМ-06-462) и Н – 1585 (Красноуфимский х ТМ-06-462). У гибридных комбинаций Н-1575 (ТМ 06-257 х Стоян) и Н-1576 (Спартак х Стоян) депрессия наблюдалась по количеству непродуктивных узлов, что не оказывает негативного влияния на урожайность.

Все гибридные популяции морфотипа хамелеон при скрещивании с сортом Стоян по наиболее важным продуктивным признакам проявляли гетерозис, или доминирование признака лучшего из родителей.

В качестве акцептора в комбинациях, где одним из родителей был сорт с признаками ярусной гетерофиллии, при анализе показателей, влияющих на продуктивность (количество семян, фертильных узлов и бобов на растение) в  $F_1$  являлся усатый (af), с неосыпающимися семенами (def) сорт Руслан. Гетерозис с ним проявился по всем анализируемым признакам (табл. 1).

Таблица 1

#### Степень доминирования основных параметров продуктивности гибридов $F_1$ (ярусная гетерофиллия)

№	Образец	Происхождение	Высота растения	Количество			
				узлов до 1-го боба	фертильных узлов	бобов	вес семян
1	Н-1569	Яхонт х ТМ-06-462	Г	Д	НД-	Г	Г
2	Н-1570	ТМ-06-462 х Яхонт	Г	НД+	Д+	Г	Г
3	Н-1571	Руслан х ТМ-06-462	Г	Г	Г	Г	Г
4	Н-1574	А3-92897 х Стоян	Г	Д	Г	Д+	Г
5	Н-1575	ТМ 06-257 х Стоян	Г	Д	Г	Г	Г
6	Н-1576	Спартак х Стоян	Г	Д	Г	Г	Г
7	Н-1585	Красноуфимский х ТМ-06-462	Г	П	Г	Г	Г

*Г- гетерозис, Д – депрессия, НД+ – неполное доминирование признака лучшего из родителей, НД – неполное доминирование признака худшего из родителей, Д+ – доминирование признака лучшего из родителей, П – промежуточное наследование, 0 – доминирование отсутствует*

В процессе работы с гибридами, наследуемыми признак беспергаментности боба, в  $F_1$ , на фоне единообразия гибридов первого поколения, наиболее продуктивными были комбинации Н-1538 – гетерозис выявлен по количеству фертильных узлов, бобов и семян на растение, и Н-1549, в которой по количеству фертильных узлов выявлено наследование признаков лучшего из родителей, по остальным параметрам также выявлен гетерозис.

В качестве более перспективного акцептора признака беспергаментности боба, учитывая продуктивность гибридов в первом поколении, выступил сорт местной селекции Светозар, с усатым типом листа и осыпаящимися семенами.

Листочковый, гладкосемянный образец Б-478 (Радомир х Россиянин-1), для которого характерны в генотипе доминантные аллели, при скрещивании с беспергаментной линией КТ-6455 в качестве отцовской формы, по наиболее важным продуктивным признакам проявлял депрессию (табл. 2).

Таблица 2

**Степень доминирования основных параметров продуктивности гибридов F<sub>1</sub>  
(беспергаментность боба)**

№	Образец	Происхождение	высота растения	Количество			
				узлов до 1-го боба	фертильных узлов	количество бобов	семян на растение
8	Н-1536	Б-478 х КТ 6455	Г	Д	Д	Д	Д
9	Н-1538	Светозар х КТ-6455	Д+	Д	Г	Г	Г
10	Н-1549	КТ-6455 х Светозар	Г	Г	Д+	Г	Г
11	Н-1540	КТ-6455 х Б-478	Д+	Г	НД-	0	НД-

*Г – гетерозис, Д – депрессия, НД+ – неполное доминирование признака лучшего из родителей, НД – неполное доминирование признака худшего из родителей, Д+ – доминирование признака лучшего из родителей, П – промежуточное наследование, 0 – доминирование отсутствует*

По данным некоторых авторов Антоновой М.А., Дутовой А.А., Луньковой А.А. и др. [7], при скрещивании образцов, обладающих ярусной гетерофиллией с образцами, имеющими иные формы листа, во втором поколении наблюдается независимый характер наследования. По исследованиям Зеленова А.Н. [14] расщепление гибридов второго поколения на усатые и хамелеоны проходит в соотношении 3:1. Наши исследования подтверждают данный факт.

Наследование признака беспергаментности боба, контролируемое несколькими генами наследуется по типу полимерии [15]. Редуцирование пергаментного слоя проходило в соотношении 3:1. Это подтверждено в наших исследованиях при помощи критерия Пирсона ( $\chi^2$ ) (табл. 3).

Таблица 3

**Подтверждение теории расщепления 3/4:1/4**

Гибрид	Происхождение	Показатель $\chi^2$	Уровень значимости
Ярусная гетерофилия			
Н-1569	Яхонт х ТМ-06-462	0	0,95
Н-1570	ТМ-06-462 х Яхонт	0,1	0,9 – 0,5
Н-1571	Руслан х ТМ-06-462	0,1	0,9 – 0,5
Н-1575	ТМ 06-257 х Стоян	1,2	0,2
Н-1576	Спартак х Стоян	0	0,95
Н-1585	Красноуфимский х ТМ-06-462	0	0,95
При N=40; n = 2*			
Редуцирование пергаментного слоя			
Н-1536	Б-578 х КТ 6455	1,1	0,5 – 0,2
Н-1538	Светозар х КТ-6455	0,3	0,9 – 0,5
Н-1549	КТ-6455 х Светозар	1,1	0,5 – 0,2
Н-1540	КТ-6455 х Б-478	0,3	0,9 – 0,5
При N=20; n = 2*			

*\*N – число потомков; n = 2 – число анализируемых фенотипических классов*

Но так как полная беспергаментность контролируется одновременно двумя рецессивными генами *pv*, а толщина стенок регулируется геном *N*, то для полной картины наследования необходимо проведение дополнительных исследований.

Расщепление во втором поколении соответствовало стандартному расщеплению, характерному для самоопыляемых культур – 3:1. Уровень значимости во всех случаях был больше 0,05, что доказывает верность выдвинутой гипотезы.

В процессе разделения и анализа гибридов, обладающих ярусной гетерофиллией и усатым типом листа, при сравнении среднего значения числа семян с растения, выявлено, что в большинстве случаев достоверной разницы между показателем продуктивности у носителей исследуемых признаков не обнаружено. Лишь одна гибридная комбинация Н-1585 имела больший показатель продуктивности у выщепленных растений, обладающих усатым типом листа по сравнению с гибридами, обладающих гетерофиллией (табл. 4).

Таблица 4

**Сравнительная характеристика полученных морфотипов в F<sub>2</sub> по показателю продуктивности (число семян с растений)**

Гибрид	Происхождение	Ярусная гетерофилия	Усатый тип листа
Н-1569	Яхонт X ТМ-06-462	19,5	19,5
Н-1570	ТМ-06-462 X Яхонт	25,9	31,5
Н-1571	Руслан X ТМ-06-462	22,8	18,7
Н-1575	Стоян X ТМ 06-257	22,5	20,5
Н-1576	Спартак X Стоян	22,2	25,3
Н-1585	Красноуфимский X ТМ-06-462	18,3	27,4
НС <sub>0,5</sub> 7,3			

**Выводы**

На основании проведенных исследований и анализа полученных данных выявлены сорта и линии, пригодные для использования в качестве родительских форм при создании высокопродуктивных сортов гороха с беспергаментным типом боба, а так же обладающих признаками ярусной гетерофиллии.

В качестве доноров признака ярусной гетерофиллии рекомендуется использовать образцы ТМ 06-462, ТМ 06-257 (НИИСХ Северного Зауралья), КТ-6455 (ТатНИИСХ), Спартак (ВНИИЗБК). В качестве донора признака беспергаментности боба рекомендуется использовать образец ТМ 06-462.

В качестве акцептора для свойства беспергаментности боба рекомендуется использовать усатый, гладкосемянный сорт Светозар зернового направления.

В 17% случаев гибриды второго поколения, обладающие усатым типом листа, имеют больший показатель продуктивности по сравнению с гибридами, обладающими ярусной гетерофиллией.

**Литература**

1. Зеленов А.Н., Щетинин В.Ю., Соболев Д.В. Селекционная ценность рассеченолисточковой формы гороха // Аграрная наука. – 2008. – № 2. – С. 19-20.
2. Зеленов А.Н., Наумкина Т.С., Щетинин В. Ю., Задорин А.М., Зеленов А.А. Достоинства и перспективы использования многократно непарноперистой формы гороха. // Зернобобовые и крупяные культуры – 2014. – № 3 (11). – С. 12-19.
3. Зеленов А.Н. Перспективы использования новой селекционной формы гороха хамелеон // Доклады РАСХН. 2000. – № 4. – С. 15-17.
4. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Повышение биоэнергетического потенциала растений – актуальная проблема селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 4 (20). – С. 9-15.
5. Задорин А.М. Гетерофильная форма гороха и ее селекционные свойства // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 3. – С. 16-18.
6. Фадеева А.Н. Создание исходного материала гороха для селекции в условиях северной части Северного Поволжья // Автореф. дис...канд. биол. наук, 2001. СПб, – 20 с.

7. Антонова, М.А., Дутова А.А., Лунькова А.А., Мещерякова П.В., Миляева П.А., Синюшин А.А. К изучению наследования морфотипа хамелеон у гороха // Зернобобовые и крупяные культуры - № 1 (13) – 2015. – С. 5 – 10.
8. Хангильдин В.В. Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые (Генетика гороха: генетика признаков). – Ленинград ВО «Агропромиздат», 1990. – С. 58 – 80.
9. Фадеева А.Н. Сорты гороха Фрегат и Кабан – селекция нового уровня. Агробизнес. Растениеводство. [<http://agbz.ru/articles/sorta-goroaha--fregat--i--kaban--seleksiya-novogo-urovnya>]
10. Мережко, А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений. // Л.:ВИР. – 1984. – 70 с.
11. Обухова А.В., Омельнюк Л.В., Поползухина Н.А. Комбинационная способность гороха посевного в системе диаллельных скрещиваний по элементам семенной продуктивности // Вестник государственного аграрного университета. - № 12. – 2012. – С. 14 – 17
12. Petr F., Frey K. Genotypic correlations, dominance and heritability of quantitative characters in oats / F. Petr, K.J. Frey // Crop Science.-1966, V. 6, № 3. – P.259 - 262.
13. Савкин Н.Л. Доноры для создания скороспелых неосыпающихся сортов гороха в зоне Юго-Востока Украины: Автореф. Дис...канд. с.-х. наук. – Л., 1987 б. – 253 с.
14. Задорин А.М. Исходный материал и методы селекции гетерофильной формы гороха: Автореф. дисс...к.с.-х.н. – Орел, 2005. – 24 с.
15. Blixt S. Mutation genetics in Pisum / S. Blixt // Agri. Hort. Gen. – 1972. – Bd. 30 – Hf 1- 4. – P.1-293.

## DETECTION OF ACCEPTORS AND DONORS OF SIGNS OF TIERED HETEROPHILY AND PARCHMENT-FREE OF PODS IN THE CONDITIONS OF EASTERN SIBERIA

E.V. Kozhukhova, A.A. Churakov\*

KNIISK – FIC OP «KSC SB RAS»

\* FGBOU VO «KRASNOYARSK GAU»

**Abstract:** *On the basis of the studies in Eastern Siberia the cultivars and lines suitable for use as donors and acceptors of such important agronomic traits as the absence of the parchment layer and tiered heterophily.*

*In the first generation hybrids in the study of donor tier of heterophily in most cases, heterosis revealed by key indicators of productivity – the number of fertile nodes, pods and seeds. According to the indicator - the number of nodes before the first pod in most cases, depression is detected.*

*When analyzing hybrids on the basis of a parchment-free character in the first generation with the Svetozar variety, characterized by tendrill leaf type and smooth seeds, heterosis is revealed. Sample B-478, characterized by leaflet type of leaf and smooth seeds in this case, most of the signs observed depression.*

*In the second generation by the analyzed features the standard splitting in the ratio 3/4:1/4 is confirmed, typical for self-pollinated crops, indicating the independent nature of inheritance of the studied traits.*

*As donors of tiered heterophily it is recommended to use samples TM 06-462, TM 06-257 (Research Institute of Agriculture Northern Zauralye), KT-6455 (Tatar Research Institute of agriculture), Spartak (VNIIZBK). As a donor of the sign of parchment-free of beans, it is recommended to use a sample TM 06-462 (Research Institute of Agriculture Northern Zauralye).*

**Keywords:** selection, hybrids, donors, parchment-free, tiered heterophily.

УДК 635.656

## ПОИСК, ИЗУЧЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГОРОХА

**Р.В. БЕЛЯЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Т.С. НАУМКИНА**, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*В статье представлены результаты полевого изучения 97 образцов гороха из коллекции ВИР им. Вавилова. Проведен анализ образцов по комплексу морфологических*

признаков и показателей продуктивности. Выделены источники ценных признаков, представляющих интерес для селекции.

**Ключевые слова:** горох, коллекция, структурный анализ, источники, признаки.

Горох – традиционная зернобобовая культура России с широким спектром использования. К началу XXI века успешная селекция гороха позволила значительно поднять урожайность вновь созданных сортов, что стало возможным благодаря использованию многочисленных мутантных и рекомбинантных форм, несущих гены короткостебельности, различной архитектоники стебля, типа листа, скороспелости и др.

Значение исходного материала для селекции общеизвестно. Еще в 30-х годах XX века гениальный русский генетик Н.И. Вавилов писал, что успех селекционной работы зависит, прежде всего, от исходного сортового материала. Н.И. Вавилов выдвинул ряд закономерностей, послуживших теоретической основой учения об исходном материале и не потерявших актуальности до настоящего времени. Роль Н.И. Вавилова в отечественной селекции особенно наглядно выразилась в создании мировой коллекции ВИР. Учение об исходном материале в селекции сельскохозяйственных культур приобретает особое содержание и конкретность на современном уровне [1].

Во ВНИИЗБК с начала его формирования поддерживаются и изучаются коллекции основных зернобобовых культур, в том числе гороха. Эта работа осуществляется в тесном контакте с отделом зернобобовых культур ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова». Коллекция гороха во ВНИИЗБК включает местные образцы, сорта отечественной и зарубежной селекции, дикие формы.

В представленной статье обобщены результаты изучения коллекционного материала гороха по морфологическим и хозяйственно ценным признакам за 2009-2011 годы.

Цель исследования состояла в размножении, изучении и поиске источников морфологических и хозяйственно ценных признаков для использования в создании высокопродуктивных сортов гороха.

#### **Материал и методика проведения исследования**

Материалом для исследований служили 97 образцов гороха (*Pisum sativum* L.) коллекции ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова» различного направления использования, разнообразных по набору морфологических признаков. Происхождение сортов – страны Восточной Европы, России, страны СНГ, Азии и Северной Америки. Изучение коллекции осуществляли в соответствии с Методическими указаниями ВИР [2].

Образцы высевали в полевом севообороте лаборатории генетики и биотехнологии института. Подготовка почвы проводилась по общепринятой методике.

Посев образцов коллекции проводили вручную. Длина рядка 1 м. Число рядков в делянке 2...3. Расстояние между рядками 20 см, между семенами в рядке 5 см. Уход за посевами опытных делянок проводили в течение вегетационного периода. Уборка проводилась вручную по мере созревания.

В процессе вегетации гороха осуществляли фенологические наблюдения. Отмечали морфологию листа, наличие антоцианового кольца прилистников, окраску цветков, фасциацию стебля, число цветков на цветоножке, форму боба, ветвистость стебля.

У растений, отобранных в фазу полной спелости, определяли следующие показатели: длину стебля, расстояние до 1-го боба, число продуктивных узлов на растении, число непродуктивных узлов на растении, число бобов на растении, число ветвей 2-го порядка, облиственность, число семян с растения, массу сухого растения, массу семян с растения, массу 1000 семян. Семена оценивали по окраске, форме, характеру поверхности, окраске рубчика [3].

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программы Microsoft Excel.

#### **Результаты и обсуждение**

Погодные условия в годы проведения исследований (2009-2011 гг.) существенно отличались от среднеголетних значений (табл. 1). Так, к умеренно теплым и влажным

можно отнести 2009 (ГТК = 1,05 – 1,20), с недостаточным увлажнением относятся 2010, 2011 годы.

Таблица 1

**Метеорологические условия, 2009-2011 гг.**

Показатели	Месяцы			
	май	июнь	июль	август
Средняя температура воздуха за месяц, °С				
Средняя многолетняя	13,8	16,8	18,0	17,0
2009	13,7	18,8	19,8	16,5
2010	17,2	21,0	25,4	24,0
2011	15,6	19,4	22,1	18,3
Количество осадков за месяц, мм				
Среднее многолетнее	51,0	73,0	81,0	63,2
2009	36,9	82,0	56,3	28,9
2010	43,8	31,9	19,8	25,3
2011	27,2	64,5	143,7	126,8

В 2009-2011 гг. средняя продолжительность периода посев – всходы составила 12 дней, всходы – цветение – 34-44 дней, цветение – созревание – 59...91 день.

Продолжительность вегетационного периода в 2009 г. колебалась у сортов гороха от 56 до 99 суток ( $\bar{x}=80$  сут.), в 2010 г. составила 52...88 суток ( $\bar{x}=70$  сут.), в 2011 г. 58...89 ( $\bar{x}=74$  сут.). Все коллекционные образцы гороха подразделены на группы по продолжительности периода вегетации:

скороспелые – всходы-созревание 59 дней (к-2495, к-7584, к-2514, к-599476, к-4931, к-5861, к-360, к-396, к-1046);

среднеспелые – всходы-созревание 67 дней (73 образца);

позднеспелые – всходы-созревание 91 день (к-138726, к-1513, к-3424, к-5712, к-3577) (рис. 1).

Длина стебля в 2009 г. варьировала в пределах 25...121 см, при средней длине 58,8 см, в 2010 г. колебалась от 22 до 109 см, при средней длине 56,2 см, в 2011 г.- от 22 до 142, при средней длине 56,0 см соответственно (рис. 2).

Число семян на растении в 2009 г. было в пределах 4-77, при  $\bar{x} = 36,3$  шт., в 2010 г. – 5-68, при  $\bar{x} = 35,3$  шт. и в 2011 г. – 6-62, при  $\bar{x} = 30,1$  шт. соответственно (рис. 3).

Масса семян с растения в 2009 г. колебалась в пределах 2,7-13,9 г, при  $\bar{x} = 5,9$  г/раст., в 2010 г. – в пределах 0,7...11,6 г, при  $\bar{x} = 5,3$  г/раст. и в 2011 г. – 1,0...12,3 г/раст. при  $\bar{x} = 5,0$  г/раст. (рис. 4).

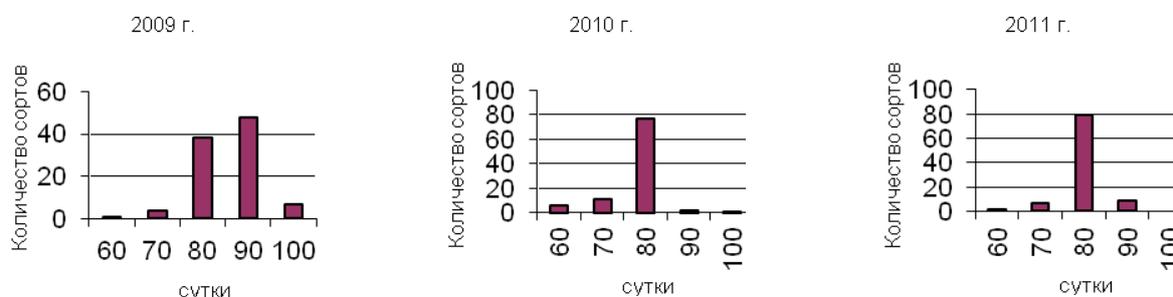


Рис. 1. Гистограмма распределения коллекционных образцов гороха по длине вегетационного периода, 2009...2011 гг., сутки

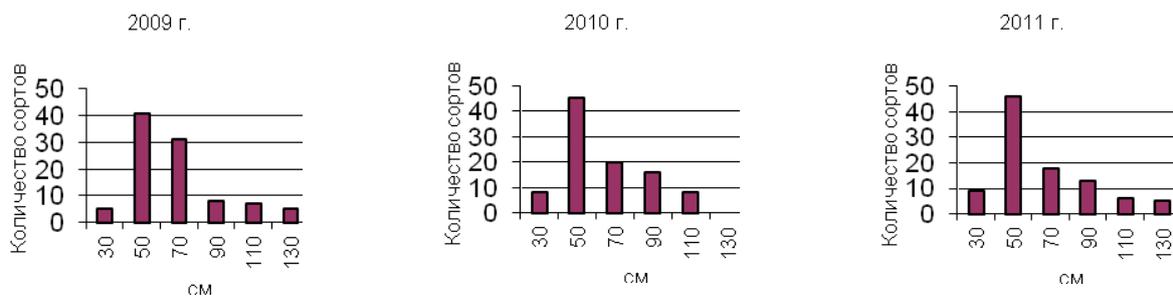


Рис. 2. Гистограмма распределения коллекционных образцов гороха по длине стебля, 2009...2011 гг., см

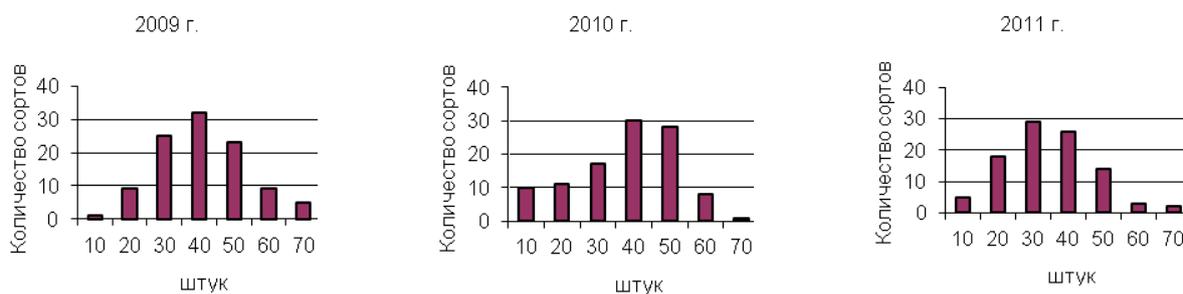


Рис. 3. Гистограмма распределения коллекционных образцов гороха по числу семян на растении, 2009...2011 гг., штук

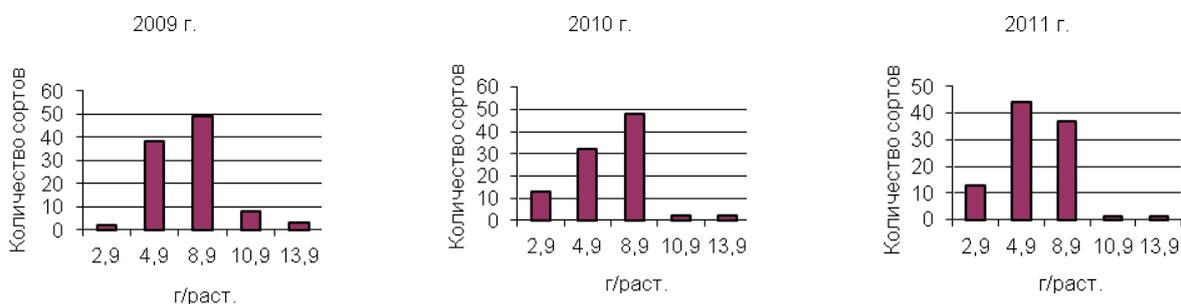


Рис. 4. Гистограмма распределения коллекционных образцов гороха по массе семян с растения, 2009...2011 гг., г/раст.

Неблагоприятные погодные условия (стрессовая засуха в 2010 г.) привели к сокращению вегетационного периода, уменьшению длины стебля в основном у длинностебельных образцов, а также к уменьшению семенной продуктивности. Однако следует отметить, что все сорта гороха к началу цветения завершили формирование вегетативных органов и в фазу налива бобов, по-видимому, активизировались процессы реутилизации, что позволило использовать накопленные продукты ассимиляции на налив семян.

С учетом данных полевых испытаний за 2009...2011 гг. и выделены следующие образцы по признакам: скороспелости, длине стебля, массе 1000 семян, массе семян с растения и др. Результаты оценки представлены в таблицах 2, 3, 4, 5.

Таблица 2

**Образцы гороха, выделенные по скороспелости**

Образец	Происхождение	Продолжительность вегетационного периода, сут.			
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	$\bar{x}$
к-2610	Италия	73	75	77	75
к-4930	Венгрия	75	75	78	76
к-590613	США	75	73	79	75
к-590614	США	75	72	76	74
к-590615	США	75	72	79	75
к-590582	США	75	80	78	77
к-590680	США	76	70	70	72
к-5372	Индия	76	75	73	74
к-5290	США	76	79	79	78
к-590712	США	76	71	77	74
к-6655	Пакистан	76	76	77	76
к-6600	Болгария	76	72	79	75
к-2611	Италия	76	77	79	77

Таблица 3

**Образцы гороха, выделенные по короткостебельности**

Образец	Происхождение	Длина стебля, см			
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	$\bar{x}$
к-5290	США	32	23	33	29
к-590743	США	45	45	45	45
к-592765	Франция	49	55	48	51
к-8269	Польша	45	50	52	49
к-590763	США	45	45	37	42

Таблица 4

**Образцы гороха выделенные по массе 1000 семян**

Образец	Происхождение	Масса 1000 семян, г			
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	$\bar{x}$
к-5638	ФРГ	215,0	191,1	200,0	202,0
к-4930	Венгрия	218,0	214,0	219,0	217,0
к-1739	Англия	282,4	189,9	240,0	252,0
к-6600	Болгария	250,0	258,0	252,0	254,0
к-7493	Россия	253,0	172,0	200,0	221,0
к-5078	Нидерланды	308,3	372,0	308,0	279,0
к-2059	Англия	250,0	233,0	265,0	249,3
к-3199	М. Азия	248,0	250,0	211,0	236,0

Таблица 5

**Образцы гороха, выделенные по массе семян с растения**

Образец	Происхождение	Масса семян с растения, г			
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	$\bar{x}$
к-6116	Великобритания	7,3	8,9	5,1	7,1
к-°135000	Россия	9,2	8,1	1,5	6,3
к-2610	Италия	7,2	8,7	3,1	6,2
к-8269	Польша	7,2	8,9	12,3	9,5
к-8124	Россия	6,8	11,6	8,9	9,1
к-7862	Казахстан	13,1	6,0	5,1	8,1
к-529877	Швеция	9,6	5,9	6,1	7,2
к-8583	Англия	13,8	7,4	5,8	9,0
к-529917	Швеция	8,5	9,5	5,0	7,7
к-5897	ФРГ	8,1	8,5	7,3	8,0
к-5078	Нидерланды	10,5	6,7	3,7	5,1

В изучаемом наборе образцов гороха выявлено разнообразие основных признаков: по морфологии генеративных и вегетативных органов (окраска цветка, тип и форма листочков, окраска, форма и характер поверхности семян, форма боба, наличие антоцианового полукольца у прилистников, форме и ветвистости стебля и др.)

#### Заключение

По результатам изучения коллекционных сортов (рис. 5) за 2009...2011 гг. для включения в селекционный процесс рекомендуются следующие образцы гороха:

– по скороспелости – к-2610; к-4930; к-590613; к-590614; к-590615; к-590582; к-590680; к-5372; к-590712; к-6555; к-6600; к-2611;

– по длине стебля (короткостебельности) – к-5290; к-590743; к-592765; к-8269; к-590763; к-401, к-5082, к-9294, к-9323;

– по массе 1000 семян – к-5078; к-4930; к-8269; к-6600; к-5638; к-1739; к-3199; к-2059; к-7493;

– по массе семян с растения – к-8553; к-529917; к-7862; к-8124; к-°135000; к-8269; к-5897; к-6116.



Рис. 5. Общий вид коллекции гороха в полевом опыте, 2016 г

#### Литература

1. Вишнякова М.А. Коллекция ВИР как основа для расширения горизонтов селекции зернобобовых // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2 (18). – С. 10-14.
2. Методические указания. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение (под ред. Вишняковой М.А.). – С-Пб.: ООП «Копи-Р. Групп», – 2010. – 142 с.
3. Макашова Р.Х. Культурная флора СССР. Зернобобовые культуры. Горох. – Л.: «Колос», – 1979. – 324 с.

#### SEARCH, STUDY AND PROPAGATION OF SOURCES OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF PEA

R.V. Belyaeva, T.S. Naumkina

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** The article presents the results of field study of 97 accessions of peas from the Vavilov VIR collection. The analysis on a complex of morphological signs and productivity indicators was carried out. Sources of valuable features of interest for breeding were identified.

**Keywords:** peas, collection, structural analysis, sources of economically valuable traits.

## ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ БИОСТИМ СТАРТ, ФУНГИЦИДА СКАРЛЕТ, МЭ И ЭМИСТИМА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ГОРОХА

**А.И. ЕРОХИН, З.Р. ЦУКАНОВА**, кандидаты сельскохозяйственных наук  
**Е.В. ЛАТЫНЦЕВА**, научный сотрудник  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*Цель данной работы – изучить влияние стимулятора роста Биостим Старт в комплексе с фунгицидом Скарлет, МЭ и препаратом Эмистим на посевные качества и урожайность гороха сорта Софья. Опыты проведены в лабораторных и полевых условиях в 2015...2017 гг. Для обработки 1 тонны семян гороха, за две недели до посева брали – 1,2 л препарата Биостим Старт, фунгицида Скарлет, МЭ – 0,4 л, препарата Эмистим – 1 мл и растворяли в 10 литрах воды. После перемешивания полученный раствор готов к применению на семенах. Оценивали энергию прорастания и лабораторную всхожесть обработанных и контрольных семян, размеры их проростков (корешков и ростков) согласно ГОСТ 12038 – 84.*

*Установлено, что применение на семенах гороха сорта Софья препарата Биостим Старт (одного), а так же совместно с фунгицидом Скарлет, МЭ и препаратом Эмистим увеличивает рост и развитие проростков обработанных семян на 6,9...16,0% по сравнению с контрольными проростками. У обработанных препаратами семян, зелёная масса растений гороха превышала контрольные на 13,6...32,9%, отмечено уменьшение степени развития корневых гнилей растений гороха к контролю на 16,2%. Обработка семян гороха одним препаратом Биостим Старт повышает полевую всхожесть семян на 5%, урожайность на 0,16 т/га (5,2%). Полевая всхожесть семян от совместного применения препаратов (Биостим Старт-1,2 л/т + фунгицид Скарлет, МЭ-0,4 л/т + Эмистим-1 мл/т) превышала контроль на 6%, а урожайность гороха на 0,29 т/га или 9,5%. Отмечено увеличение количества бобов, зерён и массы зерна гороха с одного растения на 5,7...8,7%. Масса 1000 зерён превышала контроль на 3,6%.*

**Ключевые слова:** Биостим Старт, Скарлет, МЭ, Эмистим, семена, обработка, всхожесть, урожайность.

Только через высококачественные семена можно реализовать новый сорт с высокой потенциальной продуктивностью [1]. Однако в производственных условиях иногда подготовленные к посеву большие партии семян, по своим посевным качествам не соответствуют требованиям государственного стандарта. Посев некондиционными семенами приводит к снижению всхожести и урожайности. Одним из основных путей повышения посевных качеств и урожайных свойств семян является их предпосевная подготовка с применением ростстимулирующих препаратов и фунгицидов. Это позволяет защитить семена от семенной и почвенной инфекции, стимулировать рост и развитие проростков обработанных семян, повысить продуктивность растений и улучшить качество выращенной продукции [2, 3].

### Материалы и методы исследований

В 2015...2017 гг. мы изучали влияние обработки семян препаратами – Биостим Старт, Скарлет, МЭ, Эмистим, с целью повышения посевных качеств семян и увеличения урожайности гороха сорта Софья. Семена обрабатывали препаратами за две недели до посева.

**Биостим Старт** – универсальный препарат, стимулятор роста и развития корневой системы растений, в состав которого входят свободные аминокислоты растительного происхождения, а так же микро и макроэлементы. Предназначен для предпосевной (предпосадочной) обработки семян зерновых, зернобобовых, технических, масличных, овощных культур, клубней картофеля, а так же для корневых подкормок при пересадке

рассады ягодных культур и плодовых деревьев. Изготовитель препарата АО «Щёлково Агрохим» [4, 5].

**Скарлет, МЭ** – фунгицид для предпосевной обработки семян зерновых, зернобобовых культур, кукурузы, рапса против широкого спектра болезней. Препарат содержит два действующих вещества-имазалит и тебуконазол. Высокое фунгицидное действие препарата проявляется через 2...4 часа после обработки семян. Эффективен против поверхностной и внутренней семенной инфекции. Изготовитель препарата АО «Щёлково Агрохим» [5].

**Эмистим** – регулятор роста растений нового поколения, который воздействует на растение в период вегетации и индуцирует в нём комплексную неспецифическую устойчивость к засухе, болезням и другим стрессовым факторам. Применение Эмистима на семенах повышает полевую всхожесть обработанных семян и увеличивает урожайность [6].

В эти же годы (2015... 2017) оценивали энергию прорастания, лабораторную всхожесть обработанных и необработанных (контроль) семян, а так же размеры проростков (корешков и ростков) согласно ГОСТ 12038-84. Полевые опыты были заложены в севообороте ФГБНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур. Почвы опытного участка тёмно-серые лесные, среднесуглинистые с мощностью гумусового горизонта 25...30 см. Содержание гумуса в почве – 4,2...4,6%. РН солевой вытяжки – 5,0...5,2. На опытном поле были проведены основные агротехнические приёмы обработки почвы. Посев гороха проводили в оптимальные сроки селекционной сеялкой СКС – 6...10. Норма высева – 1,2 млн. всхожих семян на 1 га. Размер опытных делянок-10 м<sup>2</sup>, повторность шестикратная, размещение делянок рендомизированное. В период вегетации растений проведены наблюдения и учёт в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983). Учёт полевой всхожести семян гороха проводили во время появления полных всходов, определение накопления зелёной массы – в фазу цветения – начало образования бобов. Урожай учитывали поделочно. Результаты опытов по урожайности обрабатывали математически методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). За контроль опыта приняты необработанные семена.

#### Результаты исследований

Исследования показали, что применение на семенах гороха сорта Софья препарата Биостим Старт в дозе – 1,2 л/т увеличивает рост и развитие проростков обработанных семян (через 8 суток проращивания) на 10,3...16,0%, по сравнению с контрольными проростками. Обработка семян гороха за две недели до посева совместным применением препаратов Биостим Старт-1,2 литра на тонну, фунгицидом Скарлет, МЭ-0,4 л/т с добавлением препарата Эмистим-1 мл/т несколько угнетает проростки при прорастании семян, однако, по сравнению с контрольным вариантом длина корешков была больше на 12,0%, ростков -на 6,9%. С увеличением длины проростков отмечено повышение их массы на 10,4...17,4% (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние препарата Биостим Старт, фунгицида Скарлет, МЭ и Эмистима на длину проростков семян гороха сорта Софья, среднее за 2015-2017гг.**

Варианты опыта	Длина проростков на 8-е сутки проращивания, см		Масса проростков, г	
	Корешков	ростков	корешков	Ростков
Контроль (необработанные семена)	7,5	2,9	11,5	11,7
Биостим Старт – 1,2 л/т (обработка семян)	8,7	3,2	13,5	13,2
Биостим Старт – 1,2 л/т + Скарлет, МЭ – 0,4 л/т + Эмистим – 1 мл/т (обработка семян)	8,4	3,1	12,7	13,0

Исследованиями установлено, что у обработанных семян одним препаратом Биостим Старт-1,2 л/т зелёная масса растений гороха превышала контрольные на 35,0 г или 13,6%, сухая масса – на 19,2 г или 32,4%. Превышение зелёной массы над контролем у семян обработанных совместным применением препаратов (Биостим Старт + Скарлет, МЭ

+Эмистим) составило – 47,6 г (18,5%), сухой массы – 19,5 г (32,9%) (табл. 2). В этом варианте отмечено уменьшение степени развития корневых гнилей растений гороха на 16,2%.

Таблица 2

**Влияние предпосевной обработки семян препаратами: Биостим Старт, фунгицидом Скарлет, МЭ, Эмистимом на зеленую и сухую массу растений гороха Софья, среднее за 2015-2017 гг.**

Варианты опыта	Зелёная масса растений, г	Прибавка к контролю		Сухая масса растений, г	Прибавка к контролю	
		г	%		г	%
Контроль (необработанные семена)	257,8	-	-	59,2	-	-
Биостим Старт-1,2 л/т (обработка семян)	292,8	35,0	13,6	78,4	19,2	32,4
Биостим Старт-1,2 л/т +Скарлет, МЭ-0,4 л/т +Эмистим-1 мл/т (обработка семян)	305,4	47,6	18,5	78,7	19,5	32,9

Таблица 3

**Полевая всхожесть семян и урожайность гороха Софья от применения на семенах препаратов: Биостим Старт, фунгицида Скарлет, МЭ и Эмистима**

Варианты опыта	Полевая всхожесть семян, %	Урожайность, т/га			Средняя урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		2015 г.	2016 г.	2017 г.		т/га	%
Контроль (необработанные семена)	90	2,78	2,20	4,20	3,06	-	-
Биостим Старт 1,2 л/т (обработка семян)	95	2,93	2,33	4,40	3,22	0,16	5,2
Биостим Старт –1,2 л/т + Скарлет, МЭ – 0,4 л/т + Эмистим – 1мл/т (обработка семян)	96	3,06	2,44	4,56	3,35	0,29	9,5
НСР <sub>0,5</sub>		0,13	0,16	0,08			

Эффективность предпосевной обработки семян гороха препаратами подтверждается данными по полевой всхожести и урожайности (табл. 3). Применение на семенах одного препарата Биостим Старт повышает полевую всхожесть обработанных семян на 5%, а урожайность в среднем за (201...2017 гг.) на 0,16 т/га. Полевая всхожесть семян, обработанных совместным применением препаратов (Биостим Старт – 1,2 л/т+Скарлет, МЭ – 0,4 л/т+Эмистим – 1 мл/т) была выше контрольного варианта на 6%. Прибавка в урожайности гороха к контролю составила в 2015 году – 0,28 т/га, в 2016 году – 0,24 т/га, в 2017 году – 0,36 т/га, а в среднем за три года урожайность превышала контроль на 0,29 т/га или 9,5%.

Определение структурного анализа растений показало, что у обработанных семян препаратом Биостим Старт в дозе – 1,2 л/т выше продуктивность растений гороха к контролю на 5,7...5,9%. Совместное применение препаратов (Биостим Старт +Скарлет, МЭ +Эмистим) увеличивает количество бобов, в среднем, с растения на 8,7%, зерён – 7,3%, массу зерён – на 10,9% по сравнению с контрольным вариантом. Масса 1000 зерён превышала контроль на 3,6% (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние обработки семян препаратами Биостим Старт, фунгицидом Скарлет, МЭ и Эмистимом на элементы продуктивности растений гороха, среднее за 2015...2017 гг.**

Варианты опыта	Количество бобов с растения, шт	Количество зерён с растения, шт	Масса зерён с растения, г	Масса 1000 зерён, г
Контроль (необработанные семена)	6,9	26,2	5,5	208,3
Биостим Старт – 1,2 л/т (обработка семян)	7,3	27,7	5,9	211,3
Биостим Старт - 1,2 л/т + Скарлет, МЭ – 0,4 л/т + Эмистим – 1 мл/т (обработка семян)	7,5	28,1	6,1	215,7

Следовательно, предпосевная обработка семян препаратом Биостим Старт, фунгицидом Скарлет, МЭ при добавлении препарата Эмистим является эффективным приёмом улучшения посевных качеств семян и продуктивности растений гороха сорта Софья.

**Выводы**

1. Применение препарата Биостим Старт в дозе-1,2 л/т на семенах гороха Софья увеличивает длину проростков (корешков и ростков) по сравнению с контрольными проростками на 10,3...16,0%. При прорастании обработанных семян препаратами: Биостим Старт-1,2 л/т фунгицидом Скарлет, МЭ – 0,4 л/т и Эмистимом-1 мл/т, имеет место незначительное угнетение проростков, однако по сравнению с контрольными проростками они были больше на 6,9...12,0%.

2. Совместное применение препаратов: Биостим Старт-1,2 л/т, фунгицида Скарлет, МЭ-0,4 л/т и Эмистима-1 мл/т семян увеличивает зелёную массу растений гороха Софья, по сравнению с контрольными растениями, на 18,5%, сухую массу на 32,9%, уменьшает развитие корневых гнилей растений – на 16,2%.

3. Применение на семенах гороха одного препарата Биостим Старт-1,2л/т повышает полевую всхожесть обработанных семян на 5%, урожайность на 0,16 т/га. Полевая всхожесть семян гороха обработанных совместным применением препаратов (Биостим Старт-1,2 л/т +Скарлет, МЭ-0,4 л/т+Эмистим-1 мл/т) превышала контроль на 6%, прибавка в урожайности составила к контрольному варианту (в среднем за 2015...2017 гг.) – 0,29 т/га или 9,5%. От применения препаратов на семенах отмечено увеличение продуктивности растений гороха, по сравнению с контролем, на 5,7...8,7%.

**Литература**

1. Лукина Е.А., Федотов В.А., Крицкий А.Н., Кадыров С.В. Семеноведение и семенной контроль. Учебное пособие под редакцией профессора В.А. Федотова. – 2 изд. доп. и перераб. – Воронеж. ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра 1», - 2013. – 307 с.
2. Зотиков В.И., Павловская Н.Е., Ерохин А.И., Гаврилова А.Ю. Семеноведение зернобобовых культур. Орёл: ПФ «Картуш». – 2016. – 182 с.
3. Ерохин А.И., Зотиков В.И. Улучшение посевных качеств семян и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур на основе применения гуминовых препаратов и защитно-стимулирующих составов: рекомендации. Орёл: ФГБНУ ВНИИЗБК. – 2015. – 48 с.
4. Список пестицидов и агрохимикатов разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Москва. 2016. – С.816.
5. Щёлково Агрохим-российский аргумент защиты. Каталог продукции. – 2016. – С.18-21, – С. 210.
6. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Москва. – 2001. – С. 215.

**INFLUENCE OF JOINT APPLICATION OF BIOSTIM START, FUNGICIDE SCARLET, ME AND EMISTIM ON THE SOWING QUALITY OF PEA SEEDS**

**A.I. Erohin, Z.R. Tsukanova, E.V. Latynceva**

**FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»**

**Abstract:** *The purpose of this work is to study the effect of the growth stimulant Biostim Start in combination with a fungicide Scarlet, ME and preparation Emistim на посевные качества и урожайность гороха сорта Sofya. Experiments with treated pea seeds were carried out in laboratory and field conditions in 2015...2017. For treatment of 1 ton of pea seeds two weeks prior to sowing, we took – 1,2 l of preparation Biostim Start, fungicide Scarlet, ME – 0,4 l, preparation Emistim – 1 ml and dissolved in 10 liters of water. After mixing, the resulting solution is ready for use on seeds. The germination energy and the laboratory germination of the treated and control seeds were estimated, the size of their seedlings (rootlets and sprouts) according to GOST 12038 - 84.*

*It has been established that application of Biostim Start (alone) to pea seeds of Sofya variety, and together with the fungicide Scarlet, ME and Emistim increases growth and development of seedlings of treated seeds by 6,9...16,0% compared to control sprouts. In the treated seeds, the green mass of pea plants exceeded the control ones by 13,6...32,9%, decrease in the degree of development of root rot of pea plants to control by 16,2% was noted. Treatment of pea seeds with one preparation Biostim Start improves field germination by 5%, improves yield by 0,16 t/ha (5,2%). Field germination rate from combined application of the preparations (Biostim Start -1,2 l/t + fungicide Scarlet, ME -0,4 l/t + Emistim -1 ml/t) exceeded the control by 6%, and yield of pea – by 0,29 t/ha or 9,5%. An increase in the number of beans, grains and the mass of pea grains from one plant was noted by 5,7...8,7%. The weight of 1000 grains exceeded the control by 3,6%.*

**Keywords:** Biostim Start, Scarlet, ME, Emistim, seeds, treatment, germination, yield.

УДК 633.31/37

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ЛИСТЬЕВ У СОРТОВ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ РОСТА И ЯРУСНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ

**А.В. АМЕЛИН**, доктор сельскохозяйственных наук

**Е.И. ЧЕКАЛИН, В.В. ЗАЙКИН, В.И. МАЗАЛОВ**\*, кандидаты сельскохозяйственных наук

**Н.Б. САЛЬНИКОВА**, аспирант

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

\*ФГБНУ «ШАТИЛОВСКАЯ СХОС ВНИИЗБК»

*В статье представлены результаты полевых и вегетационных опытов по изучению генотипических особенностей протекания реакций темновой фазы фотосинтеза у растений сои. Установлено, что фотоактивность листьев у сортов культуры резко возрастает при переходе растений к генеративному периоду развития, достигая максимального значения к фазе массового образования плодов, когда спрос на ассимилянты основных аттрагирующих центров (бобов) начинает существенно увеличиваться. Интенсивность фотосинтеза в данный период развития растений достигала 17,21  $\mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ ., что было в среднем на 32,1% больше по сравнению с фазами роста «5-6 настоящих листьев» и «бутонизация». Наиболее высокой фотосинтетической активностью отличались, прежде всего, верхние листья, а самую маленькую ее величину имели нижние. На 5 ярусе снизу интенсивность фотосинтеза была в 3,5 раза меньше, по сравнению с листьями, расположенными на 3-4 узле сверху растений.*

*Интервал генотипического варьирования интенсивности фотосинтеза в 2015 году находился в пределах от 1,65 до 14,18  $\mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , в 2016 году он составлял 2,96-16,75  $\mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , а в 2017 году – 7,89-11,34  $\mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ .*

*Среди опытных сортообразцов высокой и стабильной интенсивностью фотосинтеза во время вегетационного развития отличался сорт Самер 5, что дает основание его рассматривать как перспективным для селекции.*

**Ключевые слова:** соя, селекция, физиология, генофонд, коллекционный образец, интенсивность фотосинтеза.

Фотосинтез является глобальным природным источником восполняемой энергии на земле, обеспечивающим полноценное функционирование всех наиболее жизненно важных органов зеленого растения. В силу этого он выступает основным фактором продукционного процесса сельскохозяйственных растений, за счет которого образуется до 95% органического вещества урожая [1]. Это дает основание рассматривать использование фотосинтеза в селекции, как одним из самых приоритетных ее направлений, где скрыты огромные, но пока слабо используемые резервы. Известно, что современные посевы сельскохозяйственных культур реализуют фотосинтетическую активную радиацию в урожае с КПД всего лишь 0,5-0,9%, в лучших случаях – 1-2%. В тоже время, эту величину можно фактически довести у С3 растений до 4-5%, а С4-6%, и если удастся это сделать, то урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур приблизится к максимально возможному [1, 2, 3].

Учитывая это, нами были проведены исследования по изучению особенностей протекания интенсивности фотосинтеза у растений сои в зависимости от генотипа, фазы роста и места расположения листьев на растениях.

### Материалы и методика исследований

Исследования проводились в рамках тематического плана ЦКП Орловского ГАУ им. Н.В. Парахина «Генетические ресурсы растений и их использование» по совместной программе с Шатиловской СХОС и Тульским НИИСХ.

Объектами основных физиологических исследований в годы проведения опытов были сорта сои: Ланцетная, Зуша, Свапа (ВНИИЗБК); Магева, Окская (Рязанский НИИСХ); Белгородская 48, Виктория, Белгородская 7, Белгородская 8 (Белгородский ГАУ), Воронежская 31 (Воронежский ГАУ им. Императора Петра 1); Припять и Ясельда (ООО Соя-Север КО», г. Минск), Славяночка, Казачка (Донской ЗНИИСХ); Самер 4, Самер 5 (Самарский НИИСХ)).

Опытный материал в 2009-2011 выращивался в полевом опыте селекционного севооборота лаборатории селекции зернобобовых культур ВНИИЗБК, в 2017 году – в экологическом сортоиспытании на Шатиловской СХОС. Площадь делянок 10 м<sup>2</sup> в 4-х кратной повторности. Размещение делянок – рендомизированное.

В вегетационных опытах методом почвенной культуры с использованием полимерных сосудов емкостью 5 кг сухой почвы испытывались сорта сои Свапа и Припять. Влажность почвы поддерживалась на уровне 70% от полной полевой влагоемкости.

Интенсивность фотосинтеза и устьичная проводимость листьев опытных образцов оценивались по оригинальной методике немецкой фирмы Heinz Walz GmbH с помощью переносного газоанализатора марки GFS-3000 FL. Учет проводили в полевых условиях на интактных растениях в разные фазы роста в режиме реального времени.

Математическую и статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью компьютерных программ [4].

### Результаты исследований

Исследования подтвердили, что у культуры сои интенсивность фотосинтеза листьев имеет высокую наследственную обусловленность [5]. Интервал генотипического варьирования показателя в 2015 году находился в пределах от 1,65 до 14,18  $\mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , в 2016 году он составлял 2,96-16,75  $\mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , а в 2017 году – 7,89-11,34  $\mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ .

В онтогенезе растений наиболее существенные сортовые различия отмечаются в период генеративного развития, когда резко возрастает спрос на фотоассимиляты. По данным вегетационных опытов, интенсивность фотосинтеза листьев у сортов сои достигает наибольшей величины во время массового образования плодов, а затем происходит ее выраженное падение.

В фазу плоского боба значение этого показателя у опытных сортов было в среднем на 32,1% больше по сравнению с фазами роста «5-6 настоящих листьев» и «бутонизация». При этом сорт Свапа по фотоактивности листьев достоверно превосходил Припять на 22,9% (рис. 1).

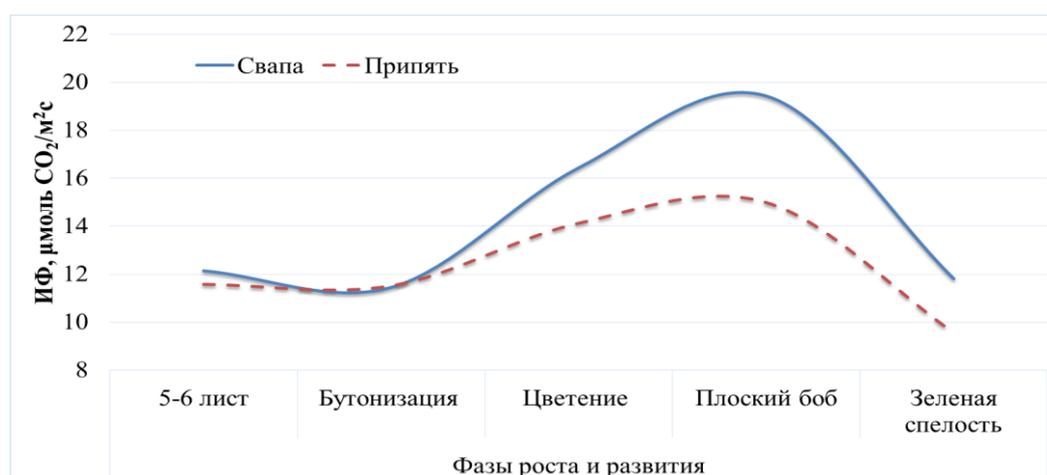


Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза листьев у сортов сои в разные фазы роста растений. Вегетационный опыт, 2015-2016 гг.

У сортов с высокой и низкой интенсивностью фотосинтеза существенных различий в ходе роста и развития не наблюдалось. В каждой группе присутствовали сорта как со стабильным проявлением фотоактивности листьев, так и не устойчивым.

В погодных условиях вегетации 2017 года, среди изученных сортов наиболее высокой и стабильной интенсивностью фотосинтеза в среднем за вегетационный период отличался сорт Самер 5, что дает основание его рассматривать как перспективный для селекции. А самой низкой и нестабильной фотоактивностью характеризовались листья сортов Белгородская 48 и Свапа. Однако, в фазу плоского боба лидером среди них являлся сорт Белгородская 7 (табл. 1).

Таблица 1

**Интенсивность фотосинтеза у различных сортов сои по фазам развития, 2017 г.**

Сорт	ИФ по фазам роста, μmole CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·c					Среднее за вегетацию
	ветвление	бутонизация	цветение	плоский боб	зеленая спелость	
с высокой ИФ						
Самер 5	13,55	10,99	11,30	10,86	10,02	11,34
Зуша	10,83	13,51	12,74	11,30	7,16	11,11
Славяночка	11,09	12,48	10,60	9,80	7,62	10,32
Самер 4	11,62	9,85	10,14	10,95	8,42	10,20
Белгородская 7	11,21	10,91	7,08	15,88	5,29	10,07
Казачка	11,46	12,02	7,91	12,11	5,80	9,86
Среднее	11,63	11,63	9,96	11,82	7,39	10,48
с низкой ИФ						
Белгородская 8	9,01	10,14	10,60	10,14	5,50	9,08
Виктория	9,87	9,44	7,40	8,69	9,41	8,96
Свапа	8,85	10,80	6,64	13,33	1,71	8,27
Белгородская 48	9,44	12,53	9,57	3,63	4,30	7,89
Среднее	9,29	10,73	8,55	8,95	5,23	8,55
НСР <sub>05</sub>	0,73			0,57	0,69	

Во многом схожие результаты были получены Амелиным А.В. с сотрудниками (2013) при разработке морфофизиологической модели перспективного сорта сои северного экотипа для Центрально-Черноземного региона России. В известной степени они согласуются и с экспериментальными данными по другим сельскохозяйственным культурам [5, 6], и диким видам растений [7].

Согласно результатов собственных исследований и литературных данных выявленные сортовые различия по интенсивности фотосинтеза в онтогенезе растений обусловлены, прежде всего, характером донорно-акцепторных отношений между фотоассимилирующими и запасными центрами, которые в период генеративного развития смещаются в пользу полезно-хозяйственных органов, из-за чего резко возрастает на листья плодовая нагрузка и как ответная реакция – их фотосинтетическая активность [8].

Известно, что на ассимиляцию  $\text{CO}_2$  листьев весьма существенное влияние может оказывать и их устьичная проводимость [9, 10]. В полевых опытах между этими показателями в онтогенезе растений выявлена существенная положительная корреляция, которая варьировала по фазам роста от 0,48 до 0,62.

Но, наиболее значимое влияние на интенсивность фотосинтеза и устьичную проводимость листьев оказывало их расположение на растении. В частности, подтверждено, что у сортов сои, как и других сельскохозяйственных культур [6], наибольшей интенсивностью фотосинтеза и устьичной проводимостью обладают листья, прежде всего, расположенные в верхнем ярусе растений, как наиболее освещенные и имеющие повышенную плодовую нагрузку. В 2009-2011 годы исследований интенсивность фотосинтеза листьев, расположенных на 3-4 узле сверху составляла  $12,25 \mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , средних –  $13,22 \mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , нижних –  $3,97 \mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ , а их устьичная проводимость соответственно была равна 0,24; 0,27 и 0,07 ммоль  $\text{CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ . Весьма близкие данные были получены и в 2017 году, когда величина интенсивности фотосинтеза и устьичной проводимости углекислого газа верхних листьев отмечалась в 3,5 и 3 раза соответственно выше, по сравнению с ниже расположенными – 5-й узел снизу (рис. 2).

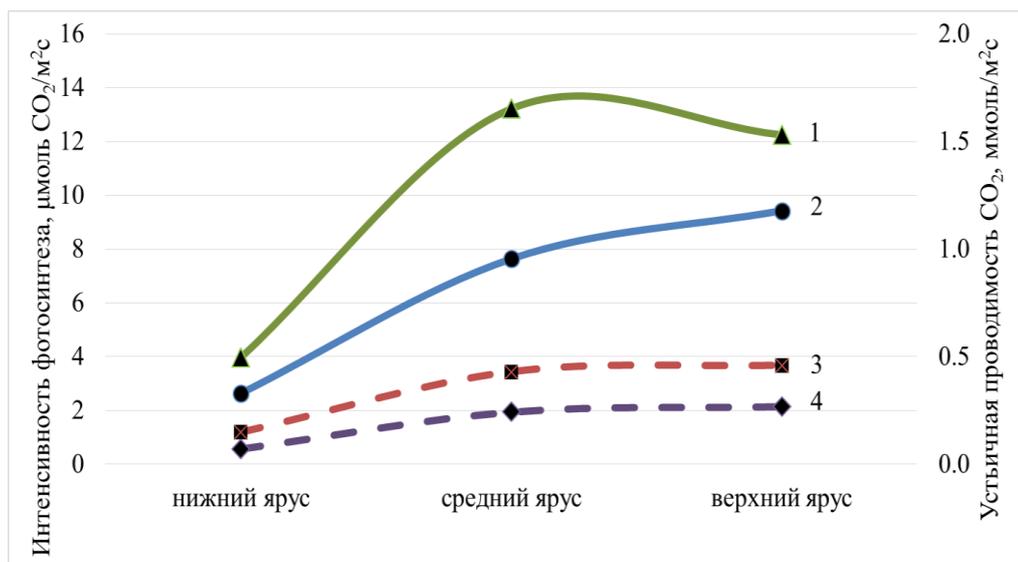


Рис. 2. Ярусная изменчивость интенсивности фотосинтеза и устьичной проводимости листьев у сортов сои в фазу плоского боба, в среднем за 2009-2011, 2017 годы (1 – интенсивность фотосинтеза 2009-2011 гг., 2 – интенсивность фотосинтеза 2017 г., 3 – устьичная проводимость  $\text{CO}_2$  2017 г.; 4 – устьичная проводимость  $\text{CO}_2$  2009-2011 гг.)

Такую ярусную изменчивость очевидно можно объяснить еще и тем, что нижние листья более старые по возрасту и в период налива семян в них начинают активно осуществляться деструктивные процессы, приводящие к выраженному снижению физиологических процессов, в том числе устьичной проводимости молекул  $\text{CO}_2$ . Коэффициент корреляции между интенсивностью фотосинтеза и устьичной проводимостью листьев разных ярусов растений был достаточно высоким и составлял 0,98.

Генотипические тенденции ярусной изменчивости показателей фотосинтетической деятельности листьев устойчиво проявляются независимо от года исследований (табл. 2).

Таблица 2

**Интенсивность фотосинтеза и устьичная проводимость в зависимости от яруса листьев растений у сортов сои в фазу плоского боба**

Сорт	Ярусы растения					
	нижний ярус		средний ярус		верхний ярус	
	ИФ	УП по CO <sub>2</sub>	ИФ	УП по CO <sub>2</sub>	ИФ	УП по CO <sub>2</sub>
2009-2011 годы						
Магева	4,11	0,05	14,41	0,22	13,12	0,27
Окская	3,00	0,04	13,85	0,20	12,87	0,32
Ланцетная	5,53	0,11	11,99	0,24	10,39	0,21
Припять	3,22	0,09	12,63	0,30	12,61	0,28
<b>Среднее</b>	<b>3,96</b>	<b>0,07</b>	<b>13,22</b>	<b>0,24</b>	<b>12,25</b>	<b>0,27</b>
2017 год						
Свапа	1,61	0,08	10,24	0,41	13,33	0,22
Славяночка	5,11	0,26	7,85	0,43	9,80	0,78
Белгородская 48	2,11	0,12	2,85	0,21	3,63	0,44
Самер 4	1,71	0,13	9,63	0,67	10,95	0,48
<b>Среднее</b>	<b>2,64</b>	<b>0,15</b>	<b>7,64</b>	<b>0,43</b>	<b>9,43</b>	<b>0,46</b>
НСР <sub>05</sub>	0,31	0,05	0,95	0,06	0,87	0,07

Таким образом, активность темновых реакций фотосинтеза листьев сои существенным образом зависит от генотипических особенностей сорта, фазы роста, места расположения листьев на растении и их устьичной проводимости углекислого газа, что необходимо учитывать при оценке и отборе перспективных генотипов по показателям фотосинтетической деятельности.

**Литература**

1. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивность растений / Пушино: НЦ БИ АН СССР, 1979. – 37 с.
2. Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза – М.: Наука, – 1981. – 169 с.
3. Ort D.R., Merchant S.S., Alric J., Barkan A. et al. Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. // PNAS. – 2015. – V. 112. – №. 28. – P. 8529–8536. – doi: 10.1073/pnas.1424031112.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) - М.: Агропромиздат. Изд. 5-е, доп. и перераб. 1985. – 131 с.
5. Чиков В.И. Лозовая В.В., Тарчевский И.А. Дневная динамика фотосинтеза целого растения пшеницы. // Физиология растений. – 1977. – Т.24. – №4. – С.691-698.
6. Amelin A.V., Fesenko, A.N., Chekalin E.I. Zaikin V.V. Variability of photosynthesis intensity in cultivated common buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench. depending on ontogenetic phase and environment conditions // The 13th International Symposium on Buckwheat (ISB), 9-11.09.2016, Chungbuk National University, Korean. – 2016. – P. 773-778.
7. Зеленский М.И. Фотосинтетические характеристики важнейших сельскохозяйственных культур и перспективы их селекционного использования// Физиологические основы селекции растений / Под ред. Удовенко Г.В., Шевелухи В.С. Санкт-Петербург: ВИР. – 1995. – Т.II. – Ч.II. – С.466-554.
8. Чиков В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений // Физиология растений. – № 1. – Т. 55. - 2008. – С. 140-154.
9. Atkinson C.J., Policarpo M., Webster A.D., Kingswell G. Drought tolerance of clonal *Malus* determined from measurements of stomatal conductance and leaf water potential. // Tree Physiology. – 2000. – 20. – P. 557-563.
10. Li F. Cohen S., Naor A., Shaozong K., Erez A. Studies of canopy structure and water use of apple trees on three rootstocks. // Agricultural Water Management. - 2002. – 55. – P. 1-14.

**RATE OF THE PHOTOSYNTHESIS OF LEAVES OF VARIETIES SOYBEAN DEPENDING ON THE GROWTH PHASE AND TIERS OF LEAVES**

**A.V. Amelin, E.I. Chekalin, V.V. Zaikin, V.I. Mazalov\*, N.B. Salnikova**

FGBOU HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN

\*FGBNU «SHATILOVSKY AGRUCULTURAL EXPERIMENTAL STATION OF THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** The article presents the results of field and vegetation experiments on the study of the genotypic features of a reaction of dark phase of photosynthesis in soybean plants. It is established that photoactivated leaves of varieties of culture increases sharply in the transition of plants to the generative period of development, reaching maximum values to the phase of mass fruit formation, when the demand for assimilate main intragenomic centers (beans) begins to significantly increase. The intensity of photosynthesis in the period of development of the plant reached 17, and 21  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ . The highest photosynthetic activity differed, first of all, the top leaves and the smallest its value was lower. On the 5th layer from the bottom, the intensity of photosynthesis was 3.5 times less in comparison with the leaves, arranged in 3-4 node from the top of the plants.

The interval of genotypic variation of photosynthesis intensity in 2015 ranged from 1,65 to 14,18  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$  in 2016, he was 2,96 – of 16,75  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ , and in 2017 – 7,89 -11,34  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ .

Among the genotypes experienced high and stable intensity of photosynthesis during the development of the vegetation differed in the Samer grade 5, which gives grounds to consider it as promising for breeding.

**Keywords:** soybean, breeding, physiology, gene pool, collection sample, rate of photosynthesis.

УДК 633.34:631.461.52:632.954

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ГЕРБИЦИДОВ НА СИМБИОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. БЕРЕГОВАЯ, И.Л. ТЫЧИНСКАЯ\*, Н.И. БОТУЗ,

кандидаты сельскохозяйственных наук,

Н.Н. ЛЫСЕНКО, С.Н. ПЕТРОВА, доктора сельскохозяйственных наук  
ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

\*E-mail: pridotko1990@mail.ru

В данной работе продемонстрированы результаты двухлетних научных исследований по изучению влияния двух различных систем гербицидов: ДуалГолд + Базагран + Фюзилад Форте (Комплекс 1) и Фронтьер Оптима + Базагран + Арамо 45 (Комплекс 2) на симбиотическую активность раннеспелых сортов сои Свапа и Танаис в условиях Орловской области. В опытах использовали фоновую инокуляцию семян изучаемых сортов препаратом клубеньковых бактерий на основе штамма *Bradyrhizobium japonicum* 634б. В результате выявлено, что в целом гербициды оказывали ингибирующее действие на бобово-ризобияльный симбиоз растений сои, выражающееся в снижении нодуляции корней и функциональной активности клубеньков по сравнению с контролем. При этом реакция симбиотических систем на использование химических средств защиты была сортоспецифичной. Установлено, что из двух систем гербицидов Комплекс 1 позволил наиболее полно реализовать симбиотический потенциал изучаемых сортов сои за счет наименьшего негативного влияния на их клубенькообразующую способность и азотфиксирующую активность, в результате чего агроценозы усваивали до 38...55 кг/га азота воздуха. Комплекс 1 также был более эффективным и в хозяйственном плане, обеспечив максимальную прибавку урожайности, которая в среднем по сортам составила 7 ц/га.

**Ключевые слова:** соя, сорт, симбиотическая активность, гербициды, урожайность.

Биологизированные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают максимальное использование биологических факторов при сокращении применения средств химизации для улучшения экологической ситуации и повышения

устойчивости агроценозов. При этом первостепенное значение имеет реализация биологического потенциала сельскохозяйственных культур и их интенсивных сортов, позволяющих максимально использовать плодородие почвы [1].

В решении этих вопросов значительную роль играет эффективность возделывания зернобобовых культур, в том числе сои. Ввиду физиолого-биологических, агротехнических и кормовых достоинств данной культуры, интерес к ней в последние годы значительно возрос, в том числе и в Орловской области, где за последние годы посевные площади под соей с нескольких сотен гектар возросли до 50 тыс. га, при этом урожайность достигла 18,2 ц/га [2, 3, 4, 5].

Одним из наиболее выраженных факторов, лимитирующих уровень урожайности культуры, является высокий уровень засоренности агроценозов. Фитосанитарная оценка состояния посевов сои в Орловской области свидетельствует о том, что численность сорного сообщества в них достигает 100 и более экземпляров на м<sup>2</sup> однодольных и двудольных сорняков, а защита растений при эффективном управлении, имеет достаточно большой потенциал повышения ее урожайности [6, 7, 8, 9]. В этой связи большое значение в борьбе с сорной растительностью в агроценозах сои имеют химические средства защиты растений.

Поскольку залогом успешной реализации биологического потенциала данной культуры является создание благоприятных условий для ее взаимодействия с клубеньковыми бактериями, особую актуальность представляет подбор гербицидов, в меньшей степени ингибирующих бобово-ризобиальный симбиоз.

Цель исследований заключалась в изучении влияния различных систем гербицидов на симбиотическую активность раннеспелых сортов сои в условиях Орловской области.

#### **Материалы и методика исследований**

Лабораторные исследования проводились в ЦКП НО «Экологический и агрохимический мониторинг сельскохозяйственного производства и среды обитания» Орловского ГАУ, а полевые опыты закладывались в севообороте НОПЦ «Интеграция» в 2014-2015 гг.

Согласно данным ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский», почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Характеризуется среднекислой реакцией среды (рН – 5,0), со средним содержанием гумуса (3,8%), с повышенным содержанием подвижного фосфора (12,9 мг/100 г почвы) и обменного калия (15,9 мг/100 г почвы).

Объектом исследований являлись 2 раннеспелых сорта сои, районированных по 5 региону: Свапа (селекция ВНИИЗБК) и Танаис (Semences Prograininc., Канада).

Растения выращивались на делянках площадью 54 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Способ размещения опытных делянок – рендомизированный. Предшественник – озимая пшеница.

Исследования проводились по следующей схеме:

1. Контроль (без применения гербицидов)
2. Комплекс 1\*
3. Комплекс 2\*\*

---

\* - система гербицидов:

-Дуал Голд, КЭ (960 г/л д.в. S-метолахлор, химический класс хлорацетамида),

-Базагран, ВР (48% д.в.[3-изопропил-1Н-2,1,3-бензотиадиазин-4(3Н)-он, 2,2-диоксид], класс гетероциклических соединений),

-Фюзилад Форте, КЭ (150 г/л д.в. флуазифоп-П-бутил, класс арилоксифеноксипропилаты).

\*\* - система гербицидов:

-Фронтьер Оптима, КЭ (720 г/л д.в. диметенамид-П, класс хлорацетанилиды),

-Базагран, ВР (48% д.в. [3-изопропил-1Н-2,1,3-бензотиадиазин-4(3Н)-он, 2,2-диоксид], класс гетероциклических соединений),

-Арамо 45, КЭ (4,5% д.в. тепралоксидим, производное циклогексадиона).

Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем «EchoSHR-150 SI» производства Японии. Расход рабочей жидкости из расчета 400 л/га. Дуал Голд 1,6 л/га и Фронтьер Оптима 1,2 л/га применяли перед посевом культуры. Базагран 2,0 л/га применяли в фазу появления первого тройчатого листа. Фюзилад Форте 1,5 л/га и Арамо 45 1,2 л/га применяли при достижении высоты 10-15 см сорняками семейства Мятликовые.

В опытах использовали фоновую инокуляцию семян изучаемых сортов препаратом клубеньковых бактерий на основе штамма *Bradyrhizobium japonicum* 6346 из расчета 200 г на гектарную норму семян. Микробиологический препарат изготовлен и предоставлен ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург).

Уход за посевами сои осуществлялся согласно общепринятой для данной зоны технологии возделывания. В фазу цветения сои проводили обработку посевов против тли инсектицидом – Фагот (0,1 л/га). За две недели до уборки проводили десикацию посевов препаратом Реглон Супер из расчета 1,5 л/га. Учет количества и массы клубеньков на корнях растений осуществлялся методом монолитов [10]. Нитрогеназную активность определяли методом редукции ацетилена в модификации А.С. Шаина [11] на портативном газовом хроматографе "ФГХ-1" (ООО "Научно-производственное предприятие "ЭКАН"). Количество фиксированного азота определяли расчетным методом [12]. Урожайность сои определяли путем взвешивания зерна, убранного с каждой делянки прямым комбайнированием. Полученные данные обработаны с помощью компьютерной программы «Statistica».

#### Результаты исследований и их обсуждение

Гербициды наряду с воздействием на сорняки влияют на рост культурных растений и формирование ими симбиотических систем на основе клубеньковых бактерий. Изменение активности азотфиксации в симбиотической системе под влиянием гербицидов может зависеть как от физиолого-биохимического состояния макросимбионта, так и от непосредственного их влияния на нитрогеназный комплекс [7, 8].

Результаты показали, что за годы исследований изучаемые сорта сои формировали различный по величине и функциональной активности симбиотический аппарат (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние различных систем гербицидов на количество и массу клубеньков сортов сои (фаза цветения), среднее 2014-2015 гг.**

Варианты	Количество клубеньков, млн. шт./га		Масса клубеньков, кг/га	
	Свапа	Танаис	Свапа	Танаис
1. Контроль	1,75	3,52	98,42	296,82
2. Комплекс 1	1,80	4,83*	93,17	252,61*
3. Комплекс 2	0,97*	1,23*	61,39*	50,45*

\*Достоверно при  $P_0 < 0,05$

Наибольшей нодуляцией корней отличался сорт Танаис, превосходя сорт Свапа по количеству и массе клубеньков в 2 и 3 раза, соответственно.

Использование систем гербицидов способствовало изменению биометрических параметров симбиотического аппарата растений сои. В целом наиболее эффективным с точки зрения клубенькообразующей способности был Комплекс 1 гербицидов (ДуалГолд, Базагран и Фюзилад Форте). При этом отзывчивость симбиотических систем сортов на использование химических средств защиты была различна.

Так, например, агроценозы сорта Свапа в варианте с использованием Комплекса 1 по количеству и массе формируемых клубеньков существенно не отличались от контрольного варианта, что указывает на отсутствие ингибирующего действия данной системы гербицидов на нодуляцию корней. Сорт Танаис в результате использования Комплекса 1 формировал в 1,4 раза больше клубеньков по сравнению с контролем, но по своей массе они уступали контрольному уровню на 17,5%.

Использование Комплекса 2 гербицидов (Фронтьер Оптима, Базагран и Арамо 45) отрицательно повлияло на нодуляцию корней растений изучаемых сортов, что более ярко проявлялось в агроценозах сорта Танаис. Так, количество и масса клубеньков у данного сорта по сравнению с контролем уменьшились в 2,9 и 5,9 раза, соответственно.

У сорта Свапа в ответ на использование данной системы гербицидов сформировалось в 1,8 раза меньше клубеньков, по своей массе уступающих контрольному показателю в 1,6 раза. Вероятно, это связано с токсическим действием действующих веществ, входящих в состав химических препаратов, на полезную почвенную микрофлору.

Под воздействием химических средств защиты растений наряду с нодуляцией корней сои, изменялась и активность нитрогеназного комплекса (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние различных систем гербицидов на нитрогеназную активность у сортов сои,  $\text{нмольС}_2\text{Н}_4/\text{раст./час}$  (фаза цветения), среднее 2014 – 2015 гг.**

Варианты	Свапа	Танаис
1. Контроль	2692,24	1251,18
2. Комплекс 1	2181,43*	1048,04*
3. Комплекс 2	411,92*	1348,84

\*Достоверно при  $P_0 < 0,05$

У сорта Свапа использование Комплекса 2 гербицидов привело к снижению не только нодуляционной способности корней, но и нитрогеназной активности клубеньков, которая по сравнению с контрольным вариантом уменьшилась в 6,5 раза.

В варианте с применением Комплекса 1 у данного сорта функциональная активность клубеньков по сравнению с контролем была ниже на 23,4%.

В свою очередь сорт Танаис при использовании Комплекса 1 гербицидов также формировал менее активные клубеньки, которые по нитрогеназной активности уступали контрольному варианту на 19,3%.

Несмотря на то, что использование Комплекса 2 гербицидов в агроценозах сорта Танаис способствовало уменьшению величины симбиотического аппарата растений, по своей функциональной активности он не уступал контрольному варианту, превышая его по данному показателю на 7,8%.

Необходимо отметить, что сорт Свапа несмотря на менее развитый симбиотический аппарат по уровню нитрогеназной активности превосходил сорт Танаис в 2,2 раза, в связи с чем занимал лидирующую позицию по усвоению азота воздуха (рис. 1).

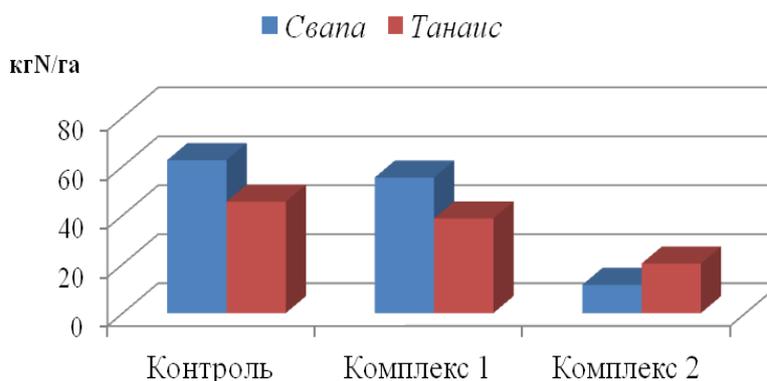


Рис. 1. Азотфиксирующая активность агроценозов сои в зависимости от обработки гербицидами (фаза цветения), среднее 2014-2015 гг.

Согласно полученным экспериментальным данным изучаемые сорта сои отличались максимальной азотфиксирующей активностью в варианте без применения гербицидов (контроль).

Использование различных систем гербицидов привело к снижению уровня азотфиксации, при этом наибольший ингибирующий эффект был отмечен в варианте с применением Комплекса 2, в ответ на который сорта, в среднем, усваивали в 3,4 раза меньше биологического азота, по сравнению с контролем. Тогда как в результате использования Комплекса 1 азотфиксирующая активность у сортов Свапа и Танаис уменьшилась на 12,2 и 17,7%, соответственно.

Таким образом, из двух используемых систем гербицидов Комплекс 1 позволил наиболее полно реализовать симбиотический потенциал изучаемых сортов сои, в результате чего агроценозы усваивали до 38...55 кг/га азота воздуха.

Вместе с тем установлено положительное влияние различных систем гербицидов на урожайность изучаемых сортов сои. При этом сорт Свапа был более отзывчив на данные элементы агротехники, что выражалось в высоких относительных прибавках урожайности к контролю (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние различных систем гербицидов на урожайность сортов сои, ц/га  
(среднее 2014 – 2015 гг.)**

Варианты	Свапа	Прибавка к контролю, ц/га	Танаис	Прибавка к контролю, ц/га
1. Контроль	11,2	-	19,1	-
2. Комплекс 1	19,7*	8,5	24,7*	5,6
3. Комплекс 2	20,8*	9,6	22,2*	3,1

\*Достоверно при  $P_0 < 0,05$

Максимальную прибавку урожайности данного сорта обеспечила система гербицидов Комплекса 2, в результате которой сбор зерна с гектара превысил контрольный показатель в 1,9 раза. При применении Комплекса 1 прибавка к контролю составила 8,5 ц/га, что больше контрольного уровня в 1,8 раза.

Наибольшее повышение продуктивности агроценозов сорта Танаис (на уровне 29,3%) было отмечено в варианте с использованием Комплекса 1. При применении Комплекса 2 прибавка к контролю также была существенной и составила 16,2% или 3,1 ц/га.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что используемые системы гербицидов оказывали ингибирующее действие на симбиотическую активность сортов сои при их взаимодействии с клубеньковыми бактериями. Но за счет снижения конкуренции сорных растений наиболее эффективным в плане реализации потенциала бобово-ризобияльного симбиоза и продуктивности сои был Комплекс 1 на основе препаратов Дуал Голд, Базагран и Фюзилад Форте, который обеспечил максимальную азотфиксирующую активность агроценозов и сбор зерна с единицы площади.

**Литература**

1. Жученко А.А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК / – М.: Трибуна Академии наук, – 2008. – 97 с.
2. Баранов В.Ф., Лукомец В.М. Соя: биология и технология возделывания / – Краснодар: издательство ГНУ ВНИИМК, – 2005. – 434 с.
3. Зотиков В.И., Боролев А.А. Пути увеличения производства растительного белка в России // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: сборник научных материалов. – Орел, – 2008. – С. 36-49.
4. Онищенко Г.Г. Проблема пищевого белка в системе продовольственной безопасности России. Значение сои в преодолении белкового дефицита // Соя, как залог здоровья нации и продовольственной безопасности Российской Федерации (Второй этап): Мат. I Всеросс. Интернет-конф. – 2010. [<http://www.infotechno.ru/ros-soya>].
5. Федотов В.А., Гончаров С.В., Столяров О.В., Ващенко Т.Г., Шевченко Н.С. Соя в России. Монография. – Москва, – 2013. – 430 с.
6. Лысенко Н.Н., Наумкин В.П., Лысенко С.Н. Сорные растения, вредители, болезни и защита от них посевов сои (рекомендации) // Орел: Изд-во Орел ГАУ, – 2012. – 34 с.
7. Лысенко Н.Н., Кирсанова Е. В. Управление агробиоценозом сои. // Образование, наука и производство. – 2014. – № 2. – С. 52-60.

8. Лысенко Н.Н., Кирсанова Е.В. Химические и биологические препараты в управлении агробиоценозом сои. // АГРО XXI. – № 1. – 2015. – С.20-23.
9. Лысенко Н.Н., Петрова С.Н., Кузмичева Ю.В., Ботуз Н.И., Тychинская И.Л. Факторы агротехники, влияющие на формирование урожая и качества зерна сои. // Вестник Орел ГАУ. – №1 (64). – 2017. – С. 19-27.
10. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. – М.: Агропромиздат, – 1991. – 300 с.
11. Шаин А.С. Оценка и создание нового исходного материала клевера лугового с повышенной белковой продуктивностью и азотфиксирующей способностью: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – М., – 1990. – 18 с.
12. Орлов В.П. и др. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом - Орел: ВНИИЗБК, – 1984. – 16 с.

## INFLUENCE OF VARIOUS SYSTEMS OF HERBICIDES ON THE SYMBIOTIC ACTIVITY OF SOYA VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION

**Yu.V. Beregovaya, I.L. Tychinskaya, N.I. Botuz, N.N. Lysenko, S.N. Petrova**

FSBEI HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN»

**Abstract:** *This paper demonstrates the results of two-year research on the influence of two different herbicide systems: Dual Gold + Bazagran + Fusilad Forte (Complex 1) and Frontier Optima + Bazagran + Aramo 45 (Complex 2) to the symbiotic activity of early ripening soybean varieties Swap and Tanais in conditions of Orel region. In the experiments, background inoculation of the seeds of the studied varieties with a drug of nodule bacteria was used on the basis of the strain Bradyrhizobium japonicum 634b. As a result, it was found that, in general, the herbicides had an inhibitory effect on the legume-rhizobia symbiosis of soybean plants, expressed in a decrease in nodulation of the roots and in the functional activity of the nodules compared with the control.*

*At the same time, the reaction of symbiotic systems to the use of chemical means of protection was variety-specific. It was established that Complex 1 of the two herbicide systems made it possible to fully realize the symbiotic potential of the soybean varieties under study due to the least negative influence on their nodule-forming ability and nitrogen-fixing activity, as a result of which the agrocenoses assimilated up to 38...55 kg / ha of air nitrogen. Complex 1 was also more efficient in terms of economy, ensuring a maximum yield increase, which in average for varieties was 7 c / ha.*

**Keywords:** soybean, varieties, symbiotic activity, herbicides, yield.

УДК 635. 652/.654

## ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ ЗЕРНОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**М.П. МИРОШНИКОВА, А.М. ЗАДОРИН,**

кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*За период с 2014 по 2016 гг. проведена оценка фенотипической и генетической изменчивости 30 сортообразцов фасоли обыкновенной. По результатам исследований определены их морфологические различия и особенности. В статье представлены характеристики продолжительности вегетативного периода; основных технологических показателей и источники хозяйственно ценных признаков. По данным структурного анализа элементов семенной продуктивности выделены перспективные сортообразцы для дальнейшей селекционной работы – Гелиада st, Стрела, 09-151, 08-443, 05-86, Kataj, Amendeim, Kasseler, Plus, Веселка.*

**Ключевые слова:** коллекция, фасоль обыкновенная, селекция, продуктивность, перспективные формы, технологичность, раннеспелость, сорт.

В свете тенденции роста дефицита растительного белка в нашем питании, фасоль обыкновенная считается перспективной белковой культурой. Обладая высокими вкусовыми и диетическими свойствами, она широко используется в кулинарии многих стран мира. В Российской Федерации в 2015-2016 гг. (по отношению к 2014 г.) посевные площади под сортами фасоли обыкновенной уменьшились и составили около 4,5 тыс. га. Валовой сбор зерна возрос с 70,8 тыс. центнеров (2014 г.) до 89,9 тыс. центнеров (2016 г.). При этом, лидерами по производству семян считаются Северо-Кавказский – 35,9 тыс. центнеров и Южный – 22,7 тыс. центнеров Федеральные округа (2016г). Доля производства семян в Центральном Федеральном округе увеличилась с 10,7 тыс. центнеров до 23,3 тыс. центнеров (2014-2016 гг.). Средняя урожайность семян так же возросла – с 17,1 ц/га до 20,9 ц/га (2014-2016 гг.). Для удовлетворения потребностей в товарном сырье и семенах культуры нужны урожайные, технологичные, раннеспелые сорта, созданные на основе полученного исходного материала. В связи с этим, вопросы изучения новых сортообразцов (коллекция ВИРа, сорта ВНИИЗБК и ближнего Зарубежья), выделение источников хозяйственно ценных признаков, включение их в селекционный процесс по-прежнему актуальны.

#### Условия, материал и методы исследований

Исследования проводили в 2014-2016 гг. на опытном поле севооборота лаборатории селекции зернобобовых культур института. Почва опытного участка темно-серая лесная, содержание гумуса по Тюрину – 4,0-4,1%, общего азота – 0,14-0,16%, подвижного фосфора по Кирсанову – 12,4=15,8 мг/100 г почвы, калия по Кирсанову – 4,8-6,3 мг/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 22-24 мг/экв на 100 г почвы, степень поглощенности основаниями – 84%, рН солевой вытяжки – 4,8-5,2. В 2014 году среднесуточная температура воздуха находилась на уровне 18,5<sup>0</sup>С, что на 2,1<sup>0</sup>С выше нормы. Наибольшую величину этого показателя отмечали в первой декаде августа – 23,5<sup>0</sup>С (на 5,6<sup>0</sup>С выше нормы), сумма осадков составила 181,3 мм (67,6% к норме). В 2015 году среднесуточная температура воздуха равнялась 17,9<sup>0</sup>С (выше нормы на 1,5<sup>0</sup>С). Самой высокой она была в первой декаде июля – 20,9<sup>0</sup>С (на 3,1<sup>0</sup>С выше нормы). Осадков выпало 179,7мм, что составило 67,1% к норме. В 2016 году среднесуточная температура воздуха равнялась 18,3<sup>0</sup>С (выше нормы на 1,9<sup>0</sup>С). Самой высокой она была во второй декаде июля – 22,9<sup>0</sup>С (на 4,9<sup>0</sup>С выше нормы). Осадков выпало 386 мм, что составило 120,8% к норме (данные агрометеопоста ВНИИЗБК).

Объектами изучения послужили 30 сортообразцов различных эколого-географических групп (таб.1). Посев широкорядный (ширина междурядья – 45см) сеялкой СКС-6-10, площадь делянки – 6 м<sup>2</sup>, размещение вариантов рендомизированное, стандарт – сорт Гелиада. Учет и фенологические наблюдения проводились согласно методике Госсортсети (1971 г.) [1]. Отбор материала осуществляли по мере созревания номеров для дальнейшего анализа по элементам структуры урожая. Уборка однофазная комбайном «Сампо – 130».

Таблица 1

Список коллекционных образцов, 2014-2016 гг., г. Орел

№ п/п	Наименование	№ каталога	Откуда получен	Примечание
1	2	3	4	5
1	Гелиада, st	–	ВНИИЗБК	раннеспелый
2	Стрела	–	ВНИИЗБК	высокотехнологичный
3	08-443	–	ВНИИЗБК	продуктивный
4	05-93	–	ВНИИЗБК	продуктивный
5	09-197	–	ВНИИЗБК	устойчивый к бактериозу, высокотехнологичный
6	12-322	–	ВНИИЗБК	высокобелковый, раннеспелый
7	09-151	–	ВНИИЗБК	продуктивный
8	08-543	–	ВНИИЗБК	крупные семена

Продолжение табл.1				
1	2	3	4	5
9	09-164	–	ВНИИЗБК	белая окраска семян, высокотехнологичный
10	05-86	–	ВНИИЗБК	продуктивный
11	Рубин	–	ВНИИЗБК	раннеспелый
12	Tigra noir	15580	Венгрия	продуктивный
13	Micheleto 62	12319	США	бобы хорошо выполнены
14	Blach Magie	15410	США	устойчивый к комплексу болезней
15	Местный	15549	Таджикистан	устойчивый к вирусам
16	Kataj	13664	Швеция	устойчивый к антракнозу, продуктивный
17	Alberta Pink	15547	Канада	раннеспелый
18	Charlevoix	14104	Франция	устойчивый к антракнозу
19	Strinel	13365	Франция	устойчивый к антракнозу
20	F-39-09	–	Молдова	раннеспелый
21	Radiante	15529	Бразилия	полувьющийся, поздний
22	Kentwood	13518	Канада	раннеспелый
23	Rico baio	14885	Бразилия	устойчивый к антракнозу
24	Amendeim	15289	Бразилия	устойчивый к вирусам, продуктивный
25	Веселка	–	Украина	продуктивный
26	Styrsra Lastoviu	15472	Чехия	бобы хорошо выполнены
27	Vert Bretan	15471	Чехия	высокотехнологичный
28	Bolinha	15108	Бразилия	продуктивный
29	Plus	–	Польша	раннеспелый, продуктивный
30	Kasselar	15433	Германия	высокопродуктивный

### Результаты исследований

Проведена оценка генетического и биологического потенциалов коллекционных образцов фасоли обыкновенной по признакам: длина стебля, высота прикрепления нижнего боба, длина междоузлий (3, 4, 5), число продуктивных узлов, бобов, семян с растения, число бобов на один продуктивный узел, число семян в бобе, масса семян с растения, масса 1000 семян и морфологических особенностей по типу роста (кустовые, полувьющиеся, кустовые с нутирующей верхушкой), форме и величине листа, боба, семян; продолжительности вегетационного периода и его фаз. Выделены источники хозяйственно ценных признаков (таблицы 2, 3, 4).

По числу продуктивных узлов, перспективными для подбора родительских пар, оказались образцы Стрела, Kasselar и Plus. По числу бобовых семян с растения все выделенные источники существенно превосходили стандарт, максимальное значение отмечено у 05-86. По массе семян с растения для пополнения исходного материала будут включены в гибридизацию образцы Стрела, 05-86, Веселка. По массе семян лишь сорта Amendeim и Веселка были на уровне стандарта.

По «высоте прикрепления нижнего боба» лучшим за годы изучения оказался сорт 09-164, у него наблюдалась наименьшая потеря семян во время уборки прямым комбайнированием. Сорт 05-86 превосходил стандарт по длине стебля, но уступал по устойчивости к полеганию в ценозе. Оптимальным по всем показателям таблицы 3, а следовательно, технологичным можно назвать сорт Стрела.

Таблица 2

**Характеристика источников высокой семенной продуктивности у фасоли  
2014-2016 гг. (среднее значение)**

Наименование	Число, шт					Масса, г	
	продукт. узлов на растении	бобов с растения	бобов на один продукт. узел	семян с растения	семян в бобе	семян с растения	1000 семян
Гелиада, st	6	18	3,0	51	2,8	18,4	360
Стрела	9	25	2,7	94	3,8	26,5	282
09-151	8	26	3,3	84	3,2	20,6	245
08-443	7	21	3,0	59	2,8	18,0	305
05-86	7	28	4,0	106	3,8	21,8	205
Kataj	8	24	3,0	82	3,4	18,6	227
Amendeim	6	18	3,0	54	3,0	18,4	340
Kasseler	9	27	3,0	68	2,5	18,7	245
Plus	9	25	2,7	75	3,0	18,4	245
Веселка	7	23	3,2	73	3,2	24,0	330

Таблица 3

**Признаки, обеспечивающие повышение технологичности уборки  
прямым комбайнированием у сортов фасоли, 2014-2016гг. (среднее значение)**

Наименование	Форма куста	Длина, см		Высота прикреп. нижнего боба, см	Устойчивость к полеганию, в баллах
		стебля	Боба		
Гелиада, st	Прямостоящая компактная	45	12	8	5
Стрела	Прямостоящая компактная	50	12	12	5
09-164	Прямостоящая компактная	50	12	15	5
09-197	Прямостоящая компактная	45	14	10	5
05-86	Прямостоящая с нутирующей верхушкой	65	10	10	4
Vert Bretan	Прямостоящая раскидистая	45	14	10	4
Micheleto 62	Прямостоящая раскидистая	45	14	8	4

Таблица 4

**Характеристика источников раннеспелости у фасоли, 2014-2016 гг. (среднее значение)**

Наименование	Продолжительность фенофаз, суток			Вегетативный период, суток
	Всходы-цветение	Начало-конец цветения	От полного цветения до хозяйственной спелости	
Гелиада, st	30	8	46	76
Рубин	28	6	46	74
12-322	30	8	44	74
F-39-09	34	10	44	78
Kentwood	26	12	50	78
Plus	28	8	44	72
Alberta Pink	34	10	42	76

К категории «раннеспелых» принято относить сорта, период вегетации которых не превышает 80 суток. В наших исследованиях сорт Plus польской селекции созрел на четверо суток раньше стандарта. У сорта Kentwood канадской селекции всходы появились на четверо суток раньше стандарта, но созрел позднее на двое суток. Лучшим по развитию на протяжении всех фаз был сорт 12-322.

#### Выводы

Проведенные исследования показали, что для пополнения и многообразия исходного материала, необходима комплексная оценка коллекционных образцов фасоли обыкновенной. По результатам изучения выделены источники хозяйственно ценных признаков:

– по семенной продуктивности – Стрела, 09-151, 08-443, Kataj, Amendein, Kasseler, Plus, Веселка;

– по раннеспелости – Рубин, 12-322, F-39-09, Kentwood, Plus, Alberta Pink;

– по технологичности – Стрела, 09-164, 09-197, 05-86, Vert Bretan, Micheleto 62.

Сортообразцы – 05-86, 09-164, Веселка, 12-322, Plus можно рекомендовать для включения в гибридизацию с целью получения перспективных форм фасоли обыкновенной.

#### Литература

1. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.1. Общая часть. – М.: Колос, – 1971. – 248 с. (Гос. Комитет по сортоиспытанию с.-х. культур при Министерстве сельского хозяйства СССР)
2. Методические указания. Коллекция мировых генетических ресурсов зернобобовых культур ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Под ред. М.А. Вишняковой. Санкт-Петербург, – 2010. – 141 с.
3. Широкий универсальный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ культурных видов рода Phaseolus L. – Ленинград. – 1984. – С.7-19.
4. Методические указания. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность (Фасоль Phaseolus vulgaris L.) – М. 1995.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки исследований: учебное пособие для агронома. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.

### STUDY OF COMMON BEAN COLLECTION IN ORDER TO CREATE PROMISING FORMS OF GRAIN USE

M. P. Miroshnikova, A. M. Zadorin

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** For the period from 2014 to 2016 an assessment of phenotypic and genetic variability of 30 varieties of common bean was carried out. Based on the results of the studies, their morphological differences and features are determined. The article presents the characteristics of the duration of the vegetative period; main technological indicators and sources of economically valuable characteristics. According to the structural analysis of elements of seed productivity, prospective varieties are selected for further breeding work, namely: Geliada st, Strela, 09-151, 08-443, 05-86, Kataj, Amendeim, Kasseler, Plus, Veselka.

**Keywords:** collection, common bean, selection, productivity, promising forms, processability, early ripeness, variety.

УДК 633.652 : 631.527

### ОСОБЕННОСТИ СОРТА ВИКИ ПОСЕВНОЙ ЛИВЕНКА

А.И. ЗАЙЦЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье дано описание нового сорта вики посевной Ливенка, переданного на государственное сортоиспытание. Новый сорт характеризуется высокой урожайностью вегетативной массы и семян.

**Ключевые слова:** вика посевная, сорт, семена, урожайность, стандарт, селекция, вегетативная масса.

Вика посевная (*Vicia sativa L.*) – одна из наиболее распространённых кормовых бобовых культур в Российской Федерации. По мнению А.Н. Криштофовича она имеет древнее происхождение, её возделывали как кормовую траву во времена Катона ещё в I веке [1, 2]. Зелёная масса вики отличается хорошими технологическими показателями, она пригодна для заготовки сена, сенажа и силоса, служит незаменимым компонентом зелёного конвейера. Скармливание её скоту не только повышает его продуктивность, но и улучшает качество животноводческой продукции [3]. Зерно её служит хорошим концентрированным кормом. Его употребляют в виде муки, дерти или вводят в состав комбикормов.

Она является хорошим предшественником для других культур, благодаря её азотфиксирующей способности и способности подавлять сорняки.

Одним из основных показателей, определяющих питательную ценность этой культуры, является содержание сырого протеина. В зелёной массе её, в пересчёте на абсолютно сухое вещество, содержится 16,3...26,0%, в семенах – 29,1...38,5% [4, 5, 6].

В решении задач современного растениеводства, связанных с устойчивым ростом его продуктивности, создание и широкое использование новых сортов занимает центральное место. Вклад селекции в повышение урожайности сельскохозяйственных культур оценивается в 30-70% [7].

Основная цель селекционной работы по вике посевной в институте – увеличение потенциала продуктивности новых сортов в сравнении с ранее созданными и включёнными в Госреестр сортами при сохранении признаков скороспелости и качества. На Государственное испытание передан новый сорт вики посевной Ливенка. Авторы сорта: Зайцева А.И., Зайцев В.Н., Кондыков И.В., Бударина Г.А., Родионова Т.Н., Гусарова И.Г., Уварова О.В.

Экспериментальная работа по созданию и испытанию сорта проводилась в 1999–2015 гг. Сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции Краснодарская 7 × Львовская 31-292. По результатам испытаний 2013-2015 гг. сорт Ливенка превысил сорт-стандарт Никольская по урожайности вегетативной массы на 6,4 т/га (+17%); семян в монокультуре – 0,6 т/га (+40%), в бинарной смеси – 0,5 т/га (+28%).

Содержание сырого протеина в сухой вегетативной массе колебалось от 17,7 до 20,2%, что в среднем на 0,9% выше стандарта (таблица).

Таблица

**Характеристика сорта вики посевной Ливенка (среднее за 2013-2015 гг.)**

Сорт	Урожайность, т/га				Сод. сырого протеина в сухом веществе, %	Масса 1000 семян, г	Вегетационный период, суток
	зелёной массы	сухого вещества	семян в бинарной смеси	семян в монокультуре			
Никольская, st	37,4	8,8	1,8	1,5	17,3	53,9	85
Ливенка	43,8	9,9	2,3	2,1	18,2	56,1	86

Стебель высотой 110-115 см, с вьющейся верхушкой. Общее число междоузлий 30, до первого соцветия – 13 (рис. 1). В период цветения у листьев формируется 6-7 пар листочков. Листочки овально-удлинённые, длиной в среднем 24 мм, шириной – 0,8 мм. Облиственность 53%.

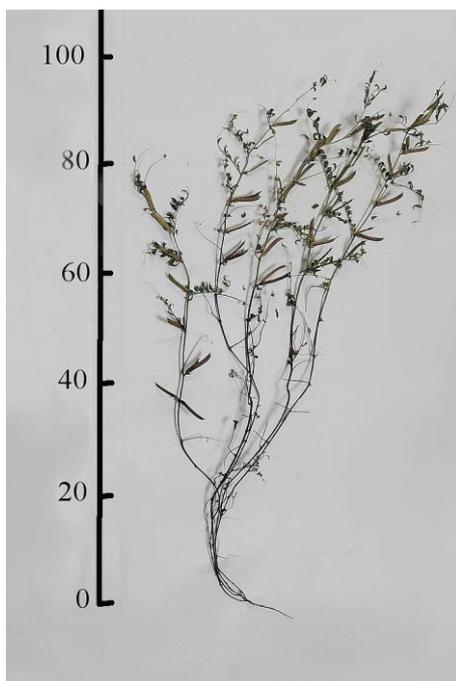


Рис. 1. Растение вики посевной сорта Ливенка

Боб прямой с загнутым кончиком, длиной 5,0-6,5 см, шириной 0,5-0,6 см. Окраска светло-коричневая. На одном растении формируется в среднем 20 бобов, максимально – 39. Семян в одном бобе в среднем 6, максимально – 9.



Рис. 2. Семена и бобы вики посевной сорта Ливенка

Семена округлые, 80% семян серые с малозаметной точечностью, 20% – коричневые с малозаметной точечностью (рис. 2). Окраска семядолей серовато-коричневая, рубчик чётко выражен, светло-коричневый.

Сорт рекомендуется для Волго-Вятского, Центрально-Чернозёмного, Средневолжского и Дальневосточного регионов.

#### Литература

1. Криштофович А.Н. Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и её основные факторы // Материалы по истории растительности СССР. – М., Л.: Издательство АН СССР, 1946. – Т.2. – С. 21-86.
2. Тупикова А.Ю. Ботанико-агрономическое исследование однолетних вик // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1926. – Т.16. – Вып. 1. – С. 151-246.
3. Кукреш Л.В. Вика яровая: биология и культивгенез. – Минск: Навука і тэхніка, – 1991. – 222 с.

4. Репьев С.И., Чмелёва, З.В., Лукина, Н.И. и др. Содержание и качество белка в семенах вики посевной. Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. – ВИР, 1990. – Т.135. – С. 8-13.
5. Зайцева А.И., Зайцев В.Н. Современные сорта вики посевной // Земледелие. – 2014. – № 4. – С. 17-18.
6. Зайцева А.И., Зайцев В.Н. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции вики посевной в условиях Северной части Центрально-Чернозёмного региона // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2015. – № 1 (17). – С. 43-44.
7. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.: Изд-во «Агрорус», - 2004. –1107 с.

## FEATURES OF COMMON VETCH VARIETY LIVENKA

A.I. Zajceva

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** *The article gives a description of a new sort of common vetch Livenka, passed to the state variety testing. A new variety is characterized by a high yield of vegetative mass and seeds.*

**Keywords:** common vetch, variety, bean, seeds, yield, standard, selection, vegetative mass.

УДК 633. 171:631.527

## КРУПНОЗЁРНЫЕ ФОРМЫ ПРОСА ПОСЕВНОГО В КОЛЛЕКЦИИ ВНИИЗБК

А.И. КОТЛЯР, В.С. СИДОРЕНКО, кандидаты сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*Проанализирована коллекция крупнозёрных и полиплоидных форм проса посевного ВНИИЗБК. Коллекция включает в себя более 70 оригинальных образцов, относящихся к 18 разновидностям, и 9 полиплоидов пяти разновидностей. Отмечены их различия по форме метёлки, окраске зерна и времени до вымётывания. Подчёркнута роль коллекций в создании новых сортов и пополнении мирового генофонда проса посевного.*

**Ключевые слова:** просо посевное, коллекции, образец, разновидность, форма метёлки, крупность зерна, окраска зерна, период «всходы-вымётывание».

Основными методами в селекционной работе с любой культурой являются гибридизация и отбор. Большое значение для гибридизации имеет подбор родительских пар. Для этой цели селекционерам нужны рабочие и признаковые коллекции, обладающие широким спектром исходных форм с многими хозяйственно ценными признаками. Создание сортов для различных почвенно-климатических зон предполагает использование форм, существенно различающихся по вегетационному периоду, а также адаптивным свойствам.

Одним из важных направлений селекционной работы по просу посевному во ВНИИЗБК является селекция на крупнозёрность. Создан ряд сортов с массой 1000 зёрен, приближающейся к 9 г и превышающей данный показатель. Это сорта Крупноскорое (в Госреестре РФ с 1994 г, 5 регионов, 9,0...9,5 г), Казачье (с 2011 г, 3 региона, 8,5...9,0 г) и новый сорт Привольное (в госсортоиспытании с 2016 г, 8,5...9,0 г). Всего в Госреестре РФ 11 сортов проса посевного селекции ВНИИЗБК, допущенных к использованию в 9 регионах России. Такая успешная работа по созданию сортов для различных регионов России была бы невозможна без использования коллекции исходных форм. В настоящее время коллекция проса посевного ВНИИЗБК насчитывает более 300 образцов. В ней имеются группы: сортов, крупнозёрных, тонкоплёчатых, ультраранних, мутантных, регенерантных форм, форм с различной окраской зерна, а также доноров генов расоспецифической устойчивости к головне. Наибольшая по числу группа – это сорта, как селекции ВНИИЗБК, так и других Российских и зарубежных НИУ [1]. Группа крупнозёрных форм насчитывает более 70 линий различных разновидностей. Имеется также группа полиплоидных форм ( $4n=72$ ) – 9 образцов. Коллекция высевается согласно принятой схеме селекционного процесса [2] делянками по

1,8 и 3,6 м<sup>2</sup>. Изучение коллекционных образцов проводится в соответствии с Методическими указаниями ВИР [3].

Признак крупнозёрности контролируется не менее, чем тремя аддитивно действующими генами ( $Gr_1$ ,  $Gr_2$ ,  $Gr_3$ ) [4]. Повышение крупности зерна генотипов обусловлено накоплением в них рецессивных аллелей этих генов. Благодаря рекомбинациям генов при скрещивании возможно получение трансгрессий, причём полученные формы с более крупным зерном будут стабильными. Эффективность работы в данном направлении подтверждается нашими результатами. Так, к концу 00-х годов масса 1000 зёрен у лучших коричневозёрных форм достигла 13,5...13,9 г, у форм с красным и кремовым зерном – 13,0...13,5 г, что не уступает таковой у лучших полиплоидов (13,0...14,0 г). Лучшие белозёрные тонкоплёчатые и лептодермальные линии достигли 10,5...11,0 г.

В настоящее время в коллекции крупнозёрных форм находятся оригинальные грубоплёчатые образцы с массой 1000 зёрен более 11 г и тонкоплёчатые образцы более 9 г селекции ВНИИЗБК. Они относятся к 18 разновидностям: милиацеум (11), субкокцинеум (10), кокцинеум, бадиум (по 8), субфлавам (6), суббадиум, афганикум (по 5), субафганикум (4), ауреум (3), субауреум, сангвинеум, субсангвинеум, атрокастанеум, альбум (по 2), субатрокастанеум, кандидум, альбофлавам, субальбофлавам (по 1). Образцы из группы полиплоидов относятся к разновидностям субкокцинеум (3), кокцинеум (2), милиацеум (2), афганикум (1), альбум (1).

В коллекции 60 образцов имеют развесистую метёлку, из них 18 – красное зерно, 17 – кремовое (жёлтое), 13 – коричневое, 12 – белое. Из 14 образцов со сжатой метёлкой красное зерно у 4-х, кремовое (жёлтое) – у 5-и, коричневое – у 3-х, белое – у 2-х. Среди полиплоидов 8 имеют развесистую метёлку и 1 – сжатую, 5 – красное зерно, 2 – кремовое и 2 – белое.

Важной характеристикой сортов и линий проса является продолжительность периода «всходы-вымётывание». Как показывают фенологические наблюдения, согласно Методике оценки ООС [5], большинство образцов коллекции относятся к группе с поздним временем вымётывания (57), 16 – со средним. Одна линия (субальбофлавам 2667) – с ранним вымётыванием, а линий с очень ранним и очень поздним вымётыванием не имеется. Все полиплоидные формы относятся к группе с поздним вымётыванием.

Таким образом, коллекция ВНИИЗБК крупнозёрных форм проса посевного обладает довольно большим разнообразием исходного материала для селекционной работы. Ежегодно происходит пополнение новыми генотипами, устаревшие выбывают. Кроме селекционных задач, коллекция помогает решать также задачу расширения мирового генофонда проса посевного. В последние 10 лет мировая коллекция ВИР была пополнена двумя крупнозёрными линиями (масса 1000 зёрен – 13,5...13,9 г) с коричневым зерном селекции ВНИИЗБК (к-10334 и к-10335), а также лучшими полиплоидами (масса 1000 зёрен – 13...14 г): Полиплоид сорта Благодатное, Полиплоид сорта Орловский карлик, Полиплоид 1545, Полиплоид 2400 (к-10339...к-10342).

### Литература

1. Котляр А.И., Сидоренко В.С. Сорта проса посевного в коллекции ВНИИЗБК / Зернобобовые и крупяные культуры, – 2016, № 4, – С. 70-71.
2. Котляр А.И., Сидоренко В.С. Особенности адаптивной селекции проса посевного для центральных регионов России / Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве // Сб. науч. материалов Шатилловских чтений. – Орёл: ГНУ ВНИИЗБК, - 2011. – С. 179-186.
3. Методические указания. Изучение мировой коллекции проса. / Агафонов Н.П., Курцева А.Ф. / Под ред. Г.Е. Шмараева. – Л.: ВИР, – 1988. – 30 с.
4. Ильин В.А. Избранные труды. – Саратов, – 1994, Т. 1. – 278 с.
5. Официальный бюллетень (Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений при Минсельхозпрод России), – 1999. – № 6, –С. 439-449.

## LARGE-GRAIN FORMS OF COMMON MILLET IN THE COLLECTION OF VNIIZBK

A.I. Kotlyar, V.S. Sidorenko

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** *Collection of coarse and polyploid forms of common millet of VNIIZBK was analyzed. The collection includes more than 70 original samples, belonging to 18 species, and 9 polyploids of five varieties. Their differences in the form of panicle, the color of grain, and the time before the inflorescences emerge were marked. The role of collections in the creation of new varieties and the replenishment of the world gene pool of millet seed was emphasized.*

**Keywords:** common millet, collections, sample, variety, form of panicle, size of grain, color of grain, period «shoots- inflorescence emerge».

УДК 631.171:631.527

## ВЛИЯНИЕ ТИПА МЕТЕЛКИ НА ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ ПРОСА

**А.Ю. СУРКОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук

**И.В. СУРКОВА**, аспирант

ФГБНУ «НИИСХЦЧП ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА

*В статье представлены результаты конкурсного сортоиспытания сортов проса, изученных в 2015-2017 гг., а также ранговый корреляционный анализ связей между типом метелки и хозяйственно ценными признаками проса у сортов экологического, предварительного и конкурсного сортоиспытаний (2011-2017 гг.).*

*Выявлено, что в условиях юго-востока ЦЧЗ, сорта со сжатым типом метелки характеризуются специфической адаптивной способностью, отражающей специфическую реакцию генотипа в определенной среде, обладают низкой стабильностью, что существенно снижает их селекционную ценность. Сорта с развесистым типом метелки сочетают высокую урожайность с относительной стабильностью, что резко увеличивает их селекционную ценность. Развесистые формы проса имели большую урожайность и содержание белка, чем сжатые, особенно во влажные годы. Сжатые формы проса отличались высокой продуктивностью метелки, крупным зерном с высоким содержанием каротиноидов и яркостью ядра. Оценка образцов проса по устойчивости к меланозу показала, что образцы со сжатым типом метелки в условиях избыточного увлажнения поражались болезнью в большей степени, чем образцы с развесистым типом метелки. Образцы с развесистым типом метелки быстрее просыхали, тем самым снижая поражение меланозом.*

*Эти особенности необходимо учитывать в селекционной работе при создании новых сортов, адаптированных к условиям Воронежской области и Центрально-Черноземном региона.*

**Ключевые слова:** просо, селекция, сорт, урожайность, адаптивность, качество зерна, меланоз, тип метелки.

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет к новым сортам проса высокие требования. Прежде чем приступить к выведению сорта, селекционер должен определить черты и свойства, которые необходимы для возделывания его в определенной зоне [6].

Для успешной селекции существует необходимость реализации предъявляемых требований к новым сортам в виде моделей сортов. Модель сорта – это научный прогноз, показывающий, каким сочетанием признаков должны обладать растения, чтобы обеспечить заданный уровень продуктивности, устойчивости и других требуемых производством качеств [4].

По утверждению академика Н.И. Вавилова, сорт должен быть максимально приспособленным к почвенно-климатическим условиям региона и обеспечивать в зоне его возделывания высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственной продукции, обладая устойчивостью к основным болезням и вредителям, т.е. быть агроэкоотипом. Поэтому для

каждого просеяющего региона необходимо разработать модель сорта-агротипа и реализовать ее в реальной селекционной программе. Поскольку в настоящее время вся территория России разделена на 12 регионов Государственного реестра сортов, то каждый сорт должен обладать такими особенностями, которые бы обеспечили ему максимальную приспособленность к почвенно-климатическим условиям региона его возделывания.

Модель сорта для Северного, Северо-Западного, Центрального, Дальневосточного, Волго-Вятского, Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского регионов должна обладать скороспелостью (период всходы-созревание 61-80 дней), холодостойкостью, быстрым ростом в начальные фазы своего развития (всходы-выметывание), дружным созреванием зерна в метелке, средним и крупным зерном, высокими крупяными достоинствами, устойчивостью к полеганию, осыпанию и основным болезням – меланозу ядра и головне.

Агротип сортов для Северо-Кавказского региона должен иметь продолжительность вегетационного периода от всходов до созревания 91-100 дней, высокую урожайность, засухоустойчивость, дружное созревание зерна в метелке, формировать крупное шаровидное выравненное зерно, высокие крупяные достоинства, устойчивость к полеганию и осыпанию зерна, а также поражению головней и меланозом ядра.

Модель сорта проса с вегетационным периодом 81-90 дней от всходов до созревания следует отнести к агротипу среднеспелых сортов, которые возделываются в Центрально-Черноземном, Средневолжском, Нижневолжском и Уральском регионах. Сорта этого агротипа должны быть высокоурожайными, засухоустойчивыми, холодостойкими, с высокими технологическими и крупяными достоинствами, устойчивыми к полеганию, осыпанию зерна, головне и меланозу [2].

В областях ЦЧР районировано 17 сортов проса: Белгородское 1, Благодатное, Быстрое, Горлинка, Золотистое, Камышинское 95, Квартет, Липецкое 19, Колоритное 15, Крестьянка, Саратовское 10, Саратовское 12, Саратовское 6, Саратовское желтое, Спутник, Казачье, Россиянка, обладающие как рядом преимуществ над ранее созданными сортами, так и недостатками. Они недостаточно засухоустойчивы, слабоустойчивы к полеганию, осыпанию зерна, особенно в неблагоприятные годы, лишь единичные слабо поражаются головней и некротическим меланозом.

В лаборатории нашего института ведется селекция сортов со сжатым и развесистым типом метелки. Причем, эти сорта в разные годы имеют свои преимущества и недостатки. Поэтому всестороннее изучение сортов разных морфотипов и вовлечение наиболее перспективного материала в селекционный процесс для создания новых сортов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона является актуальной проблемой.

### **Материалы и методика исследований**

В качестве объекта исследований нами было взято 22 сорта конкурсного сортоиспытания 2015-2017 гг.

Питомники закладывались в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Посев проводился в оптимальные сроки – 11-25 мая, посевная площадь делянки 25 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>, повторность – шестикратная, предшественник – яровая пшеница. Стандарт – районированный по Воронежской области сорт Саратовское 6.

Во время исследований проводили фенологические наблюдения в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции проса [1].

Изучение и отбор биотипов, устойчивых к головне, некротическому меланозу проводили по Методическим рекомендациям по селекции проса на устойчивость к головне, бактериозам и мерам борьбы с ними [8], Способу заражения проса головней [9], Способу селекции устойчивых сортов проса к болезням [7].

При изучении селекционного материала определялись основные показатели технологической и потребительской оценки качества зерна и пшена: масса 1000 зерен, пленчатость, выход пшена, яркость ядра, содержание меланозных ядер.

В лаборатории генетических основ качества с.-х. продукции определяются биохимические показатели: содержание белка, жира, сахара, крахмала, каротиноидов.

Для выявления «общей адаптивной способности» (ОАС), отражающей суммарную реакцию генотипа во всей совокупности сред, и «специфической адаптивной способности» (САС), отражающей специфическую реакцию в определенной среде, мы использовали метод А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой (1985) [3].

Для выявления взаимосвязи между типом метелки, выраженным в баллах (сжатая метелка – 7 баллов, развесистая – 5 баллов) и хозяйственно ценными признаками нами был проведен корреляционный анализ по Спирмэну у сортов разных разновидностей экологического, предварительного и конкурсного сортоиспытаний, изученных в 2011-2017 гг. Для этого мы использовали программу Statistica 6.1.

#### Результаты исследований

Годы исследований существенно различались по температуре и количеству осадков за вегетацию проса. Наиболее благоприятными для реализации урожайности и качества были 2011, 2012, 2013 и 2015 гг. В 2014 году условия были контрастными: в первой половине вегетации – с существенным увлажнением, а во второй – засушливыми. В 2016 и 2017 гг. отмечались высокая влагообеспеченность и пониженный температурный режим. Это не смогло не сказаться на урожае и качестве зерна проса.

В конкурсном сортоиспытании по урожайности, в среднем за 2015-2017 гг., выделились сорта: Кокцинеум 1-017, Кокцинеум 4-017, Сангвинеум 13-017, Сангвинеум 20-017, Кокцинеум 22-017 и Сангвинеум 2-017 (табл. 1).

Таблица 1

#### Характеристика сортов проса конкурсного сортоиспытания (в среднем за 2015-2017 гг.)

Сорт	Показатели						
	Урожайность, ц/га	Продуктивность метелки, г	Длина вегетационного периода, дн.	Масса 1000 зерен, г	Яркость ядра, балл	Содержание меланоэтиновых ядер, %	Содержание белка, %
Кокцинеум 1-017	30,0	5,2	87	8,2	4,4	0,3	10,2
Сангвинеум 2-017	28,0	6,3	88	8,8	5,0	0,5	8,1
Сангвинеум 3-017	27,0	5,1	88	8,2	4,5	0,2	8,7
Кокцинеум 4-017	29,8	4,0	87	8,3	4,4	0,7	9,3
Кокцинеум 5-017	26,3	5,2	87	8,5	4,7	0,4	9,1
Кокцинеум 7-017	27,4	4,2	88	8,5	4,6	0,6	9,6
Сангвинеум 8-017	24,5	4,5	87	8,7	4,9	0,8	7,7
Сангвинеум 9-017	26,7	4,9	87	8,6	4,9	0,9	8,0
Сангвинеум 10-017	27,3	5,1	86	8,4	4,8	0,7	9,2
Сангвинеум 11-017	25,6	5,6	85	8,3	4,5	0,6	8,4
Кокцинеум 12-017	25,6	4,3	84	8,2	4,6	0,2	8,2
Сангвинеум 13-017	29,2	5,5	89	8,4	4,6	0,3	8,7

Продолжение табл. 1							
Сангвинеум 14-017	27,4	4,9	89	8,9	4,7	0,5	8,3
Кокцинеум 16-017	27,1	6,0	87	8,4	4,6	0,6	8,8
Кокцинеум 18-017	26,8	3,6	87	8,8	4,6	0,8	9,0
Кокцинеум 19-017	26,7	4,8	86	8,2	4,6	0,2	10,0
Сангвинеум 20-017	29,0	4,9	88	8,6	4,8	0,6	8,2
Кокцинеум 21-017	27,7	3,4	88	8,3	4,6	0,6	9,7
Кокцинеум 22-017	28,8	4,9	88	8,5	4,6	0,3	10,0
Кокцинеум 23-017	25,6	4,0	89	8,6	4,8	0,6	9,9
Саратовское 6 (st)	22,3	4,2	80	8,4	4,7	0,6	9,2

По продуктивности метелки выделились образцы: Сангвинеум 2-017, Кокцинеум 16-017, Сангвинеум 11-017, Сангвинеум 13-017, Кокцинеум 1-017, Кокцинеум 5-017, Сангвинеум 3-017, Сангвинеум 10-017.

Все выделенные образцы проса по длине вегетационного периода превысили среднеспелый стандарт Колоритное 15 на 1-6 дней, а скороспелый Саратовское 6 – на 4-9 дней и относятся к среднеспелой группе.

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

Для этого мы провели оценку адаптивности сортов проса разных морфотипов конкурсного сортоиспытания 2015-2017 гг. с целью выделения наиболее приспособленных к местным условиям для дальнейшего использования в селекции и провели корреляционный анализ связей (по Спирмэну) между типом метелки и показателями адаптивной способности.

В таблице 2 представлена характеристика сортов проса по общей адаптивной способности (ОАС), специфической адаптивной способности (САС), стабильности ( $\sigma^2_{CACi}$ ), способности генотипа взаимодействовать со средами ( $\sigma^2_{(G \times E)gi}$ ), селекционной ценности генотипа (СЦГ), относительной стабильности генотипа ( $s_{gi}$ ), коэффициенту компенсации генотипа ( $K_{gi}$ ), линейности ответа генотипа на среду ( $I_{gi}$ ).

Наибольшими эффектами ОАС обладают Кокцинеум 1-017, Кокцинеум 4-017, Сангвинеум 13-017, Сангвинеум 20-017 и Кокцинеум 22-017. Они обеспечивают максимальный средний урожай во всей совокупности сред.

Варианса взаимодействия ( $\sigma^2_{(G \times E)gi}$ ) характеризует способность генотипа вступать во взаимодействие со средами. Так, при небольшом значении  $\sigma^2_{(G \times E)gi}$  сорт адаптирован к широкому спектру экологических условий, а при значительном – узкоадаптирован к определенному виду условий [10]. Самыми высокими значениями  $\sigma^2_{(G \times E)gi}$  характеризовались образцы Сангвинеум 2-017, Сангвинеум 8-017, Сангвинеум 11-017 и Саратовское 6 со сжатым типом метелки.

Таблица 2

**Показатели адаптивной способности сортов проса конкурсного сортоиспытания (2015 – 2017 гг.)**

Сорт	Параметры								
	$u+v_i$	$OAC_i$	$\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$	$\sigma^2_{CAC_i}$	$\sigma_{CAC_i}$	$s_{gi}$	СЦГ <sub>i</sub>	$K_{gi}$	$l_{gi}$
Кокцинеум 1-017	30,0	3,0	4,1	35,8	6,0	20,0	20,3	0,6	0,100
Сангвинеум 2-017	28,0	1,0	27,1	126,7	11,3	40,4	9,7	2,0	0,200
Сангвинеум 3-017	27,0	0,0	-0,5	55,3	7,4	27,4	15,0	0,9	-0,010
Кокцинеум 4-017	29,8	2,8	9,1	22,8	4,8	16,1	22,0	0,4	0,400
Кокцинеум 5-017	26,3	-0,7	2,8	56,9	7,5	28,5	14,2	0,9	0,050
Кокцинеум 7-017	27,4	0,4	-0,5	71,7	8,5	31,0	13,6	1,1	-0,010
Сангвинеум 8-017	24,5	-2,5	23,5	167,6	12,9	52,7	3,6	2,6	0,140
Сангвинеум 9-017	26,7	-0,3	11,3	131,6	11,5	43,1	8,0	2,1	0,090
Сангвинеум 10-017	27,3	0,3	4,3	68,3	8,3	30,4	13,9	1,1	0,060
Сангвинеум 11-017	25,6	-1,4	15,4	115,8	10,8	42,2	8,1	1,8	0,130
Кокцинеум 12-017	25,6	-1,4	7,8	59,3	7,7	30,1	13,1	0,9	0,130
Сангвинеум 13-017	29,2	2,2	10,0	26,8	5,2	17,8	20,8	0,4	0,370
Сангвинеум 14-017	27,4	0,4	1,9	54,1	7,4	27,0	15,4	0,9	0,030
Кокцинеум 16-017	27,1	0,1	7,7	113,7	10,7	39,5	9,8	1,8	0,070
Кокцинеум 18-017	26,8	-0,2	-0,9	61,9	7,9	29,5	14,0	1,0	-0,010
Кокцинеум 19-017	26,7	-0,3	10,3	25,7	5,1	19,1	18,4	0,4	0,400
Сангвинеум 20-017	29,0	2,0	-0,3	67,5	8,2	28,3	15,7	1,1	-0,004
Кокцинеум 21-017	27,7	0,7	12,0	45,9	6,8	24,5	16,7	0,7	0,260
Кокцинеум 22-017	28,8	1,8	12,5	18,7	4,3	14,9	21,8	0,3	0,670
Кокцинеум 23-017	25,6	-1,4	1,4	81,3	9,0	35,2	11,0	1,3	0,020
Колоритное 15	25,5	-1,5	0,4	52,1	7,2	28,2	13,8	0,8	0,008
Саратовское 6	22,3	-4,7	13,8	140,0	11,8	52,9	3,2	2,2	0,100

Наибольшая вариация САС ( $\sigma^2_{CAC_i}$ ), отражающей специфическую реакцию генотипа в определенной среде, отмечена у сортов со сжатым типом метелки: Сангвинеум 8-017, Саратовское 6, Сангвинеум 9-017, Сангвинеум 2-017 и Сангвинеум 11-017 (коэффициент корреляции Спирмена равен 0,47). Эти сорта относятся, на основании полученных данных, к числу самых нестабильных по урожайности.

Относительная стабильность генотипа ( $s_{gi}$ ) варьировала от 14,9 до 52,9%. При низком значении  $s_{gi}$  отбор будет идти более интенсивно на стабильность, при высоком  $s_{gi}$  – на продуктивность. По относительной стабильности выделились образцы с развесистым типом метелки: Кокцинеум 22-017, Кокцинеум 4-017, Кокцинеум 19-017, Кокцинеум 1-017.

Коэффициент компенсации ( $K_{gi}$ ) колебался от 0,3 до 2,6. У сортов Кокцинеум 1-017, Кокцинеум 4-017, Сангвинеум 13-017, Кокцинеум 19-017, Кокцинеум 22-017, Кокцинеум 21-017,  $K_{gi}$  был ниже 1, что свидетельствует о преобладании компенсирующего эффекта взаимодействия генотип x среда. У сортов Сангвинеум 8-017, Саратовское 6, Сангвинеум 9-017, Сангвинеум 2-017, Сангвинеум 11-017, Кокцинеум 16-017,  $K_{gi}$  был выше единицы, что свидетельствует о преобладании эффекта дестабилизации. У сортов Сангвинеум 3-017, Кокцинеум 5-017, Кокцинеум 7-017, Сангвинеум 10-017, Кокцинеум 12-017, Сангвинеум 14-017, Кокцинеум 18-017, Сангвинеум 20-017, Кокцинеум 23-017, Колоритное 15  $K_{gi}$  был примерно равен 1, т.е. эффекты компенсации и дестабилизации близки. При отборе стабильных генотипов следует отдавать предпочтение генотипам с  $K_{gi} \leq 1$ . Между типом метелки и коэффициентом  $K_{gi}$  была выявлена достоверная положительная связь ( $r = 0,49$ ), т.е. у образцов со сжатым типом метелки преобладал дестабилизирующий эффект взаимодействия генотип x среда.

Согласно коэффициенту нелинейности ( $I_{gi}$ ), у большинства генотипов ответы на среду носят линейный характер.

Для одновременного отбора образцов по ОАС и стабильности мы определяли интегральный показатель  $СЦГ_i$  (селекционная ценность генотипа). По данному показателю выделены образцы Кокцинеум 4-017, Кокцинеум 22-017, Сангвинеум 13-017, Кокцинеум 1-017 и Кокцинеум 19-017. У этих образцов высокая продуктивность сочетается со стабильностью.

В таблице 3 представлены коэффициенты ранговой корреляции Спирмэна между типом метелки и хозяйственно ценными признаками у сортов разных разновидностей экологического, предварительного и конкурсного сортоиспытаний 2011-2017 гг.

Таблица 3

**Коэффициенты ранговой корреляции Спирмэна между типом метелки и хозяйственно ценными признаками у проса**

Хозяйственно ценные признаки	Годы исследований						
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Урожайность	0,18	- 0,16	- 0,18	0,45*	0,39*	- 0,37*	- 0,24*
Продуктивность метелки	0,32*	0,31	0,16	0,25	0,02	0,17	0,47*
Длина вегетационного периода	0,41*	0,25	0,33*	0,36	0,04	0,04	0,55*
Содержание белка	- 0,32*	0,01	- 0,37*	-0,38*	- 0,27	- 0,44*	–
Содержание каротиноидов	0,51*	0,30	0,40*	0,50*	0,66*	0,41*	–
Содержание меланозных ядер	0,44*	0,43*	0,11	0,32	0,35	- 0,15	–
Пленчатость	0,17	0,03	- 0,17	- 0,51*	0,11	- 0,22	–
Яркость ядра	0,30	0,34	0,19	0,39*	0,53*	0,45*	–
Масса 1000 зерен	0,43*	0,51*	0,58*	0,67*	0,60*	0,67*	0,56*

Примечание: \* – значимо на уровне  $P = 0,05$

В результате было установлено, что наибольшую урожайность в 2014 и 2015 гг. имели образцы со сжатым типом метелки ( $r = 0,39...0,45$ ), а в 2012, 2013 гг. и особенно в 2016 и 2017 гг. – с развесистым типом метелки ( $r = - 0,16... - 0,37$ ). Продуктивность метелки была больше у образцов со сжатым типом метелки, особенно в 2011 и 2017 гг. ( $r = 0,32...0,47$ ). Также вегетационный период был больше у образцов со сжатым типом метелки ( $r = 0,04...0,41$ ). У образцов с развесистым типом метелки содержание белка было выше, чем у сжатых форм, особенно в 2011, 2013, 2014 и 2016 гг. ( $r = - 0,32... - 0,44$ ). Однако сжатые формы имели большее, чем развесистые, содержание каротиноидов ( $r = 0,30...0,66$ ), яркость ядра ( $r = 0,19...0,53$ ), массу 1000 зерен ( $r = 0,43...0,67$ ).

Оценка образцов проса по устойчивости к меланозу в условиях юго-востока ЦЧЗ показала, что образцы со сжатым типом метелки в условиях избыточного увлажнения поражались болезнью в большей степени, чем образцы с развесистым типом метелки. Образцы с развесистым типом метелки быстрее просыхали, тем самым снижая поражение меланозом.

**Выводы**

Таким образом, результаты исследований в условиях юго-востока ЦЧЗ показали, что сорта со сжатым типом метелки характеризуются специфической адаптивной способностью, отражающей специфическую реакцию генотипа в определенной среде, обладают низкой стабильностью, что существенно снижает их селекционную ценность. Сорта с развесистым типом метелки сочетают высокую урожайность с относительной стабильностью, что резко увеличивает их селекционную ценность. Развесистые формы проса имели большую урожайность, чем сжатые, особенно во влажные годы, меньше поражались меланозом и

имели большее содержание белка. Сжатые формы проса отличались высокой продуктивностью метелки, крупным зерном с высоким содержанием каротиноидов и яркостью ядра, но сильнее поражались меланозом особенно в условиях избыточного увлажнения.

Эти особенности необходимо учитывать в селекционной работе при создании новых сортов, адаптированных к условиям Воронежской области и Центрально-Черноземного региона.

### Литература

1. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф. Методические указания по изучению мировой коллекции проса. – Ленинград, - 1988. – 30 с.
2. Вельсовский В.П. Проблемы создания сортов арозкотипов нового поколения // Научные основы создания моделей агроэкоципов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России: Сб. статей науч.-метод. координационного совещания / ВНИИЗБК. – Орелиздат, - 1997. – С. 191-194.
3. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода // Генетика. Продолжение табл. 1 1985. – Т. XXI, № 9. – С. 1481-1490.
4. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование модели сортов пшеницы. – М.: Колос, - 1985. – 270 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., - 1985. – 285 с.
6. Семенов В.И. Методы искусственного отбора и их генетическое обоснование / В.И. Семенов // Генет. методы в селекции растений. – М., – 1974. – С. 147-163.
7. Сурков Ю.С., Колягин Ю.С. Способ селекции устойчивых сортов проса к болезням. // Бюлл. изобретений: А.С. № 1356975. – 1987. – № 45.
8. Сурков Ю.С. Методические рекомендации по селекции проса на устойчивость к головне, бактериозам и мерам борьбы с ними. – М., 1988. – 51 с.
9. Сурков Ю.С. Способ заражения проса головней // Бюлл. изобретений: А.С. - № 2090054. - 1993. – № 26.
10. Comstock E.R., Moll R.H. Genotype-environment interaction // Statistical genetics in plant breeding. – Washington: D.S.: – 1963. – P. 164- 194.

## THE INFLUENCE OF THE TYPE PANICLES ON ECONOMIC VALUABLE TRAITS OF MILLET

A.Yu. Surkov, I.V. Surkova

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

**Abstract:** *The article presents the results of the competitive variety testing of millet varieties studied in 2015-2017, as well as the rank correlation analysis of the relationships between the type of panicles and the economic-valuable traits of millet in varieties of ecological, preliminary and competitive variety testing (2011-2017 years).*

*It was revealed that in the conditions of the south-east of the Central Chernozem Region, varieties with a compressed type of panicle are characterized by a specific adaptive ability, reflecting the total reaction of the genotype in the totality of the media, have low stability, which significantly reduces their breeding value. Varieties with a branching type of panicle combine high yields with relative stability, which dramatically increases their breeding value. The branching forms of millet had a higher grain yield and protein content than compressed, especially in wet years. The compressed forms of millet were distinguished by high productivity of panicle, a large grain with high content of carotenoids and brightness of the nucleus. Evaluation of millet samples for resistance to melanosis showed that specimens with a compressed type of panicle in conditions of excessive moistening were more affected by the disease than samples with a branching type of panicle. The specimens with a branching type of panicle dried out faster, thereby reducing the damage to melanosis.*

*These features should be taken into account in selection work when creating new varieties adapted to the conditions of the Voronezh region and the Central Black Earth region.*

**Keywords:** millet, breeding, variety, grain yield, adaptivity, grain quality, melanosis, type of panicles.

## ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ПАЙЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ НА БОГАРНЫХ ЗЕМЛЯХ И ПРИ ОРОШЕНИИ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

**Н.К. МУХАНОВ**

**Н.А. СЕРЕКПАЕВ**, доктор сельскохозяйственных наук

**В.И. ЗОТИКОВ\***, член-корреспондент РАН

**Г.Ж. СТЫБАЕВ, А.А. БАЙТЕЛЕНОВА**, кандидаты сельскохозяйственных наук  
КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.СЕЙФУЛЛИНА,  
КАЗАХСТАН

\*ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*В статье приведены результаты анализа влияния особенности выращивания на урожайность зеленой массы пайзы в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана. Проанализированы особенности роста и развития пайзы в условиях без- и при орошении и в зависимости от густоты стояния растений, а также урожайность зеленой массы. На основе проведенного исследования определены наилучшие условия и густота стояния для получения более высокого урожая зеленой массы пайзы. Наибольшая урожайность у пайзы наблюдается в условиях при орошении и при норме высева семян 2,0 млн. всхожих семян на гектар, в среднем за два года – 37,9 т/га.*

**Ключевые слова:** пайза, орошение, урожайность, интродукция, зеленая масса.

Состояние кормопроизводства в стране, в связи с низкой продуктивностью посевов однолетних кормовых культур, пока значительно отстает от потребностей животноводства по количеству производимых кормов. Несоответствие между потребностью в кормах и их наличием, неудовлетворительная структура кормового баланса, высокая себестоимость кормов – вот основные причины неполного использования продуктивных возможностей животных, низкой эффективности кормления и высокой себестоимости продукции животноводства.

Одной из причин низкой продуктивности посевов однолетних кормовых культур в Республике Казахстан является несовершенство видового, сортового состава. Использование многообразия видового состава однолетних кормовых культур ограничивается весьма узким их ассортиментом. Небольшое видовое разнообразие возделываемых культур создает определенные проблемы, как в мировом, так и в отечественном земледелии. Укрепление кормовой базы за счет высокопродуктивных кормовых растений с биохимическим составом, близким к физиологическим потребностям животных, интродукция и расширение ассортимента кормовых культур являются актуальными проблемами кормопроизводства [1, 2].

Особую роль в укреплении кормовой базы животноводства могут сыграть высокоурожайные виды сельскохозяйственных культур. К таким культурам относится просовидная зернокормовая культура – пайза.

Пайза представляет большой интерес в качестве кормового растения. Культура заслуживает серьезного внимания в связи с тем, что при достаточном увлажнении может давать 2-3 укоса за лето, а осенью – отаву, при этом обеспечивая высокую урожайность зеленой массы и сена, охотно поедаемых всеми видами сельскохозяйственных животных [3, 4, 5]. Урожайность зеленой массы – от 300 до 760 ц/га, сена – от 18 до 140 ц/га. Эти колебания зависят от условий выращивания [6, 7].

В этой связи одной из задач наших исследований являлось изучение влияния условий выращивания на урожайность зеленой массы новой кормовой культуры пайзы для условий сухостепной зоны Северного Казахстана.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2016-2017 гг. на базе кампуса Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина в условиях без- и при орошении путем постановки полевых опытов по Б.Д. Доспехову (1985) и Госсортоиспытанию сельскохозяйственных культур (2011). Объект исследований – сорт пайзы Красава.

Опыты закладывались в 3-х кратной повторности. Площадь опытной делянки 2 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 1 м<sup>2</sup>. Размещение вариантов в опытах систематическое с последовательным расположением повторностей. Посев пайзы проводили при температуре верхнего слоя почвы (до 10 см) выше +10<sup>0</sup>С в третьей декаде мая с нормой высева – 1,0; 1,5 и 2,0 млн. всхожих семян на гектар. Глубина заделки семян 3 см. Подготовка почвы для посева пайзы проводилась по традиционной технологии, рекомендованной для условий региона.

### Почвенно-климатические условия в годы проведения исследования

Почва экспериментального участка темно-каштановая с тяжелым механическим составом. Перед началом закладки опытов был проведен отбор образцов почвы для определения содержания основных питательных веществ, гумуса и рН почвенной среды по слоям 0-20 и 20-40 см (табл. 1).

Таблица 1

### Агрохимические свойства почвы экспериментального участка

Горизонт, см	Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	pH-солевая, ед.
0-20	2,09	12,51	583,50	7,15	6,91
20-40	2,53	7,85	468,50	4,10	6,89

Результаты химического анализа почвы показали, что в пахотном горизонте почвы содержание подвижного фосфора очень низкое, содержание обменного калия – повышенное (по градации Мачигина Б.П.), содержание нитратного азота – низкое (по градации Черненко В.Г.). Реакция почвенного раствора нейтральная. По содержанию гумуса почва относится к низко обеспеченной (по градации Тюрина И.В.).

Пайза к почвам малотребовательна, приживается и на солонцах, хотя самую высокую урожайность зеленой массы дает на аллювиально-черноземовидных и окультуренных торфянистых почвах [8]. Однако по некоторым литературным данным для нее непригодны почвы с тяжелым механическим составом [9].

Опытный участок расположен в зоне резко-континентального климата. По данным среднемноголетних исследований в среднем за вегетационный период выпадает 125-185 мм осадков. Период со среднесуточной температурой выше +10<sup>0</sup>С длится 135-140 дней. Средняя температура воздуха января месяца – 25-30<sup>0</sup>С мороза, июля – 25<sup>0</sup>С тепла. Продолжительность теплого периода составляет 194-205 дней. Без морозный период – более 100 дней.

В 2016 году на экспериментальном участке температура выше +10<sup>0</sup>С установилась в первой декаде мая (1 мая) до 30 сентября и составила 148 дней. Сумма активных температур выше +10<sup>0</sup>С составила 2646,3<sup>0</sup>С. В 2017 году температура выше +10<sup>0</sup>С установилась также в первой декаде мая (2 мая) до 21 сентября и составила 137 дней. Сумма активных температур выше +10<sup>0</sup>С составила 2637,2<sup>0</sup>С. В среднем за два года сумма активных температур выше +10<sup>0</sup>С составила 2641,8<sup>0</sup>С. Средняя продолжительность периода с температурой выше +10<sup>0</sup>С составила 143 дня.

Последний заморозок весной 2016 году был зафиксирован 17 мая, а в 2017 году – 7 апреля. Первый осенний заморозок 2016 года был зафиксирован 26 сентября, а в 2017 году – 25 сентября, а также, продолжительность безморозного периода составила 131 и 151 дней соответственно, в среднем за два года – 141 день.

В зависимости от сорта для полноценного развития пайзы требуется от 75-80 до 100-120 суток с температурой выше +10<sup>0</sup>С, и при этом сумма активных температур должна быть

в пределах 2000-2400<sup>0</sup>С. По данным Сидорова Ф.Ф. (1972) всходы и взрослые растения пайзы сильно повреждаются или гибнут при кратковременном заморозке до -2-3<sup>0</sup>С [10].

В период проведения исследований атмосферные осадки в течение вегетационного периода выпадали неравномерно. Так, в мае, в начале вегетационного периода однолетних кормовых культур, атмосферные осадки были ниже среднееголетнего показателя на 21,7-22,0 мм. В июне и июле 2016 года атмосферные осадки выпадали на 37,7 и 57,0 мм больше нормы, а в августе и сентябре на 24,9 и 12,6 мм меньше нормы соответственно. В летние месяцы 2017 года, в июне и июле, в течение вегетационного периода однолетних кормовых культур, за исключением августа, атмосферные осадки были ниже среднееголетнего показателя на 14,0 и 22,0 мм соответственно, а в августе – на уровне среднееголетнего показателя, в сентябре – на 3,0 мм ниже нормы (рис. 1).

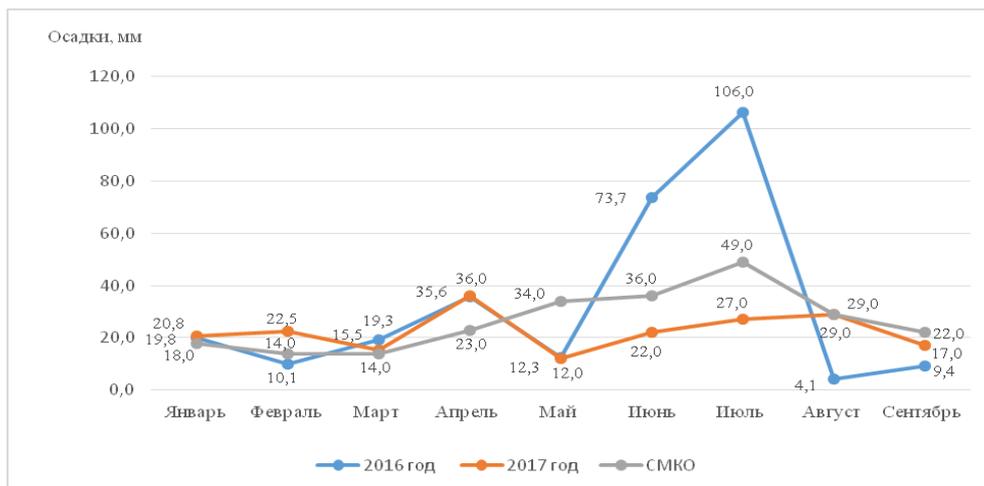


Рис. 1. Количество выпавших осадков в сравнении с СМКО, мм

Расчеты гидротермического коэффициента, проведенные на основе сложившегося температурного режима и количества выпавших осадков за период вегетации характеризовали метеорологические условия 2016 года как умеренно засушливые (ГТК = 0,82) и 2017 года – как очень засушливые (ГТК = 0,32).

На участках при орошении применяли поверхностное орошение (затопление). Сроки и нормы полива в течение вегетации пайзы на участках при орошении определяли путем сравнения продуктивной влаги в метровом слое почвы с наименьшей влагоемкостью почвы, которая в среднем за два года составила 187,83 мм. В 2016 году орошение проводили 2 раза, а 2017 году – 5 раз.

Таким образом, температурный режим в годы проведения исследований в сравнении со среднееголетними значениями и значениями, установленными в результате многолетних данных, для пайзы был достаточным. По выпадению атмосферных осадков в течение вегетации пайзы на участках без орошения 2016 год являлся более благоприятным, чем 2017 год.

### Результаты исследований

В среднем за два года полевая всхожесть семян пайзы в условиях без орошения составила при норме высева 1,0 млн. всхожих семян/ га – 49,7, при 1,5-56,2 и при 2,0 млн. в.с./га – 56,8%, при орошении соответственно – 68,8, 67,2 и 77,9%. То есть, в обоих условиях прослеживается такая закономерность, что где выше норма высева, там выше полевая всхожесть семян.

При проведении лабораторных исследований всхожесть пайзы в среднем за два года составила – 98,0%, при энергии проростания семян – 89,2%. По данным А.И. Тютюнникова полевая всхожесть семян в большинстве случаев бывает намного ниже лабораторной и у однолетних кормовых культур, что составляет от 40 до 70% от 100%-ной лабораторной всхожести [11].

В годы проведения исследований посе́вы пайзы в начале вегетации на участках при орошении были более засоренными, чем на участках без орошения. На участках при орошении количество сорных растений на 1 м<sup>2</sup> составило при норме высева семян 1,0 млн. в. с./га – 61,9, при 1,5-59,2 и при 2,0 млн. в.с./га – 43,5 шт., а на участках без орошения соответственно – 29,1, 26,8 и 24,2 шт. То есть, в обоих случаях количество сорных растений было больше на вариантах, где меньше густота стояния растений. В целом, по шкале А.И. Мальцева на участке при орошении, варианты с нормой высева семян 1,0 и 1,5 млн.в.с./га оказались сильнозасоренными – 4 балла, а вариант с нормой высева семян 2,0 млн.в.с./га был средnezасоренным – 3 балла, а также в условиях без орошения все варианты опыта были средnezасоренными – 3 балла.

Сроки наступления фенологических фаз, как и длина вегетационного периода пайзы, имеет большое практическое значение. Даты наступления основных фаз развития пайзы определяют сроки хозяйственного использования растений. По результатам исследований в условиях без- и при орошении густота посевов пайзы не оказывала существенного влияния на сроки наступления основных фенологических фаз развития растений (табл. 2).

Таблица 2

**Фенологические наблюдения за ростом и развитием пайзы в зависимости от условий выращивания (в среднем за 2016-2017 гг.)**

Условия выращивания	всходы	3-й лист	кущение	выход в трубку	выметывание	цветение	Спелость		
							молочная	молочно-восковая	полная
Без орошения	18.06	28.06	15.07	02.08	10.08	19.08	28.08	03.09	10.09
При орошении	14.06	24.06	13.07	30.07	10.08	22.08	30.08	08.09	17.09

В связи с нехваткой продуктивной влаги в верхних слоях почвы в мае месяце, даты наступления полных всходов пайзы в условиях без орошения наступили позднее на 4 дня, чем на участках при орошении. А также, в связи с поздним появлением всходов на участках без орошения даты наступления основных фаз развития, от всходов до выхода в трубку были позднее на 2-4 дня, чем на участках при орошении. Однако, даты наступления от цветения до полной спелости на участках без орошения наступили на 2-7 дней раньше, чем на участках при орошении.

В связи с обилием продуктивной влаги в метровом слое почвы на участках при орошении, вегетационный период пайзы удлинился, чем на участках без орошения, и составил 110 и 102 дня соответственно.

В 2016 году среднесуточный прирост пайзы в период выхода в трубку, в условиях без орошения составил по вариантам опыта от 2,7 до 3,2 см, а в 2017 году, из-за отсутствия атмосферных осадков, он по всем вариантам опыта составил лишь 0,7 см. В годы проведения опытов на участках при орошении среднесуточный прирост был несколько выше, чем на участках без орошения (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние условий выращивания на среднесуточный прирост и высоту пайзы**

Условия выращивания	Норма высева, млн.в.с./га	Среднесуточный прирост, см			Высота растений перед уборкой, см		
		2016	2017	средняя	2016	2017	средняя
Без орошения	1,0	3,2	0,7	1,9	71,8	42,6	57,2
	1,5	2,9	0,7	1,8	73,2	42,2	57,7
	2,0	2,7	0,7	1,7	73,0	48,7	60,9
При орошении	1,0	3,3	1,6	2,5	94,8	77,0	85,9
	1,5	2,6	1,7	2,2	96,3	77,3	86,8
	2,0	3,0	1,6	2,3	97,5	76,0	86,8

Высота растений перед уборкой в 2016 году в условиях без орошения составила при норме высева семян 1,0 млн.в.с./га – 71,8 см, при 1,5-73,2 и при 2,0 млн.в.с./га – 73,0 см, а, в 2017 году она составила соответственно – 42,6; 42,2 и 48,7 см. Высота растений перед уборкой в условиях при орошении была несколько выше, чем на вариантах без орошения. Кроме того, в обоих случаях, по годам и в среднем за два года высота растений перед уборкой была выше, где густота стояния была больше.

Размер площади листовой поверхности имеет большое значение для растений, так как этот показатель в значительной степени определяет суммарную продуктивность фотосинтеза, а, следовательно, и урожай (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние условий выращивания на площадь листьев, ФП и ЧПФ пайзы**

Условия выращивания	Норма высева млн.в.с./га	Площадь листьев, тыс.м <sup>2</sup> /га			ФП, млн.м <sup>2</sup> /сутки			ЧПФ, г/м <sup>2</sup>		
		2016	2017	средняя	2016	2017	средняя	2016	2017	средняя
Без орошения	1,0	9,0	5,9	7,4	0,1	0,1	0,1	4,9	1,6	3,2
	1,5	16,7	14,8	15,7	0,2	0,1	0,2	7,1	1,6	4,3
	2,0	18,7	17,3	18,0	0,3	0,2	0,2	7,7	2,8	5,2
При орошении	1,0	21,2	22,9	22,0	0,3	0,3	0,3	6,1	2,7	4,4
	1,5	30,4	32,2	31,3	0,4	0,5	0,4	9,9	4,5	7,2
	2,0	41,1	57,4	49,3	0,6	0,8	0,7	8,4	9,1	8,8

В годы проведения исследований площадь листовой поверхности пайзы в фазе выхода в трубку в условиях без орошения была несколько ниже, чем при орошении. А также, в условиях без- и при орошении было отмечено, что, чем больше густота растений на единице площади, тем больше формируется площадь листовой поверхности.

По А.А. Ничипировичу (1961) максимальный урожай сельскохозяйственных культур обеспечивается при достижении суммарной площади листьев в период наиболее активного роста растений 40-60 тыс. м<sup>2</sup>/га. При более высоких значениях листового индекса урожай их чаще всего снижается.

Кроме того, важнейшим условием высокой продуктивности является не только достаточная площадь фотосинтетического аппарата, но и продолжительность ее активного функционирования. В исследовательские годы наивысшие показатели фотосинтетического потенциала (ФП) и чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) у пайзы были определены в условиях при орошении. А также, в условиях без- и при орошении по всем вариантам опыта, чем выше ассимилирующая поверхность, тем выше фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза.

В 2017 году в связи с отсутствием атмосферных осадков урожайность зеленой массы пайзы в условиях без орошения по вариантам опыта была на 0,7-5,8 т/га ниже, чем в 2016 году (табл. 5).

В целом орошение благоприятно сказывается на урожайности зеленой массы пайзы, при этом норма высева семян существенного влияния на продуктивность не оказывает.

Таблица 5

**Урожайность зеленой массы пайзы, т/га**

Норма высева, млн.в.с./га	Урожайность зеленой массы пайзы по годам, т/га				средняя	
	Без орошения		При орошении		Без орошения	При орошении
	2016	2017	2016	2017		
1,0	7,8	7,1	29,9	41,5	7,5	35,7
1,5	16,8	11,0	30,9	41,6	13,9	36,3
2,0	18,5	13,2	31,9	44,0	15,8	37,9
НСР <sub>05</sub>	0,6	0,6	0,8	0,7	-	-

Кроме того, в 2017 году в условиях орошения было получено 2 укоса зеленой массы пайзы, при этом урожайность составила 40% от первого укоса.

В среднем, по результатам двух лет исследования, максимально высокая урожайность зеленой массы пайзы в условиях орошения была при норме высева семян 2,0 млн.в.с./га и составила 37,9 т/га.

Таким образом, обобщая урожайные показатели, можно сделать выводы, что при благоприятных условиях температурного режима и при орошении на темно-каштановых почвах с тяжелым механическим составом пайза может давать 2 укоса, при этом обеспечивая высокий урожай зеленой массы.

### Литература

1. Кузютина Л.И. Биологические особенности и продуктивность ежовника хлебного (пайзы) в условиях Пензенской области. Новые нетрадиционные растения и перспективы их использования // Материалы IV МС. – М. - 2001. – Т.2. – С. 183-185.
2. Кулаковская Т.В. и др. // Стратегия и тактика экономически целесообразной интенсификации земледелия. Материалы МНПК. – Т.1. – Земледелие и растениеводство. – Мн.: ИВЦ Минфина, - 2004. – С.136-139.
3. Высокос Г.П. Однолетние кормовые культуры в Сибири. Москва, государственное издательство сельскохозяйственной литературы, - 1958. – С.113-116.
4. Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Кашеварова Н.Н., Лебедев А.Н. Сроки посева и нормы высева пайзы в условиях северной лесостепи Западной Сибири. Кормопроизводство, - 2013. – С. 7-8.
5. Корзун О. С., Геть Г. А. Агроэнергетическая оценка зеленой массы и зерна просовидных кормовых культур // Земляробства і аховараслін. – 2010. – № 4. – С. 20-23.
6. Елсукова М.П. Однолетние кормовые культуры. Москва, государственное издательство сельскохозяйственной литературы, – 1954. – С. 320-328.
7. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Гончаров П.А. Кормовые растения России. Москва, - 1999. – С. 131-133.
8. Якушевский Е.С. Пайза // Руководство по апробации сельскохозяйственных культур. – Т.4. – М., - 1964.– С. 335-340.
9. Копылович В.Л., Шестак Н.М. Сравнительная продуктивность просовидных кормовых культур и эффективность возделывания пайзы в зависимости от количества укосов в условиях республики Беларусь. Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2(18). – С.154-159.
10. Зыков Б.И. Пайза // Селекция сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке. Вопросы биологии, селекции, агротехники. – Хабаровск. – 1987. – С.87-94.
11. А.И. Тютюнников. Однолетние кормовые травы. Москва, Россельхозиздат, – 1973. – 199 с.

### PRODUCTIVITY FORMATION OF PAYZA GREEN MASS DEPENDING ON THE CULTIVATION CHARACTERISTICS IN RAINFED AREAS AND WITH IRRIGATION IN THE DRY STEPPE ZONE OF NORTHERN KAZAKHSTAN

N.K. Mukhanov, N.A. Serekpayev, V.I. Zotikov\*, G.Zh. Stybaev, A.A. Baitelenova  
SAKEN SEIFULLIN KAZAKH AGRO TECHNICAL UNIVERSITY, KAZAKHSTAN

\* FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** *This article presents the analysis results of the influence of the cultivation features on the yield of payza green mass in the conditions of the dry steppe zone of Northern Kazakhstan. The features of growth and development of payza in conditions without and with irrigation and depending on the density of plant standing, as well as the yield of payza green mass, are analyzed. On the basis of the study, the best conditions and the density of standing were determined to obtain a higher yield of green mass. The highest yield of payza is observed in conditions with irrigation and seeding rates of 2,0 million pieces/ha, an average of 37,9 tonnes per hectare for two years.*

**Keywords:** payza, irrigation, yield, introduction, green mass.

## ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ МОЧЕВИНОЙ НА НАГНЕТАЮЩУЮ И СИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОВСА

**В.И. ЗОТИКОВ**, член-корреспондент РАН

**А.К. ДЖАКСЫЛЫКОВА\***, кандидат сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

\*КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.СЕЙФУЛЛИНА

*В статье изложены результаты научных исследований по изучению реакции различных сортов овса на внекорневую подкормку мочевиной, как на один из приемов повышения продуктивности и кормовых качеств зеленой массы. Значительный интерес представляло изучение влияния внекорневой азотной подкормки на рост и деятельность не только надземных органов, но и корневой системы овса, что можно осуществить только в условиях вегетационного опыта. О нагнетающей и метаболической деятельности корневой системы судили по интенсивности выделения пасоки и определения ее состава. Впервые выявлено стимулирующее действие внекорневой азотной подкормки мочевиной на рост и деятельность корневой системы овса.*

**Ключевые слова:** вегетационные опыты, мочевина, внекорневая подкормка, пасока, азот, суточный ритм, корневая система.

В вегетационных опытах с различными сортами овса (Львовский 1026, Синельниковский 14 и Эверест) изучалось участие листьев различных ярусов и корневой системы в усвоении и переработке экзогенного азота, вносимого при некорневой подкормке мочевиной. Эти сорта различаются между собой не только по темпам развития, но и по хозяйственному использованию. Овёс Львовский 1026 выращивался на зерно, Синельниковский 14 и Эверест – предназначены для получения зеленой массы. Если роль первых можно изучить и в полевых условиях, то жизнедеятельность корневой системы можно достаточно полно исследовать лишь в контролируемых условиях вегетационного опыта.

### Материалы и методы исследований

Опыты проводились методом почвенной культуры в сосудах емкостью 7,0 кг почвы на фоне  $N_{0,2}P_{0,2}$  (0,2 д.в. на 1 кг абсолютно сухой почвы). Посев производился сухими семенами. Число растений в сосуде – 8. Общее количество сосудов в опытах не менее 120. Повторность пятикратная, по пять сосудов с варианта. Сосуды размещались на специальных стеллажах, которые обычно снабжались пленочными укрытиями на случаи дождя (рис. 1).

Поливы осуществлялись ежедневно по весу до влажности 70-80% от полной влагоемкости. Для определения влагоемкости и влажности почвы пробы отбирались в день набивки сосудов. Определения производились по методике, описанной в «Большом практикуме по физиологии растений» [1]. После каждого полива производились перестановки сосудов на стеллаже. Внекорневая подкормка мочевиной производилась в конце трубкования овса перед началом выметывания в дозе 1,4 г N или 3,04 г мочевины на 1 сосуд. Во избежание попадания раствора на почву, поверхность почвы во время опрыскивания закрывалась слоем ваты.

Сбор и анализ пасоки – сока плача растений, характеризующего деятельность корневой системы, проводился по методике [1, 2]. На пенёк одевалась пробирка с адсорбентом, в качестве которого использовалась мелко нарезанная химически чистая хроматографическая бумага. Взвешивая пробирки с адсорбентом до сбора и через 4 часа сбора, находили количество выделившегося за этот период сока плача растений. Из адсорбента пасока вымывалась 80% спиртом с водой. В полученном элюате определялось содержание нитратного и аминного азота, сахаров и общего фосфора [1, 2].



Рис. 1. Внешний вид вегетационного опыта с овсом

### Результаты и обсуждение

Сбор пасоки производился на десятый день (в фазу выметывания) после подкормки растений мочевиной, каждые 4 часа в течение суток. Таким образом, с каждого декапитированного растения за сутки было сделано шесть последовательных сборов пасоки, что дало возможность изучить изменения в суточном ритме деятельности корневой системы овса, происходящие под влиянием внекорневой подкормки азотом. Такие исследования с овсом проводятся, судя по полному отсутствию данных в литературе, впервые. Одновременно с этим определялась сухая масса корней опытных и контрольных растений.

Результаты исследований показали, что внекорневая азотная подкормка увеличивала не только общую массу сухого вещества корневой системы, но и интенсивность выделения пасоки в расчете на 1 растение (табл. 1).

Таблица 1

#### Масса и нагнетающая деятельность корневой системы овса в зависимости от сорта и внекорневой подкормки мочевиной (фаза выметывания)

Сорт	Масса сухого вещества корней, г/растение		Количество пасоки за сутки, г			
	контроль	подкормка	На 1 растение		На 1 г сухих корней	
			контроль	подкормка	контроль	подкормка
Льговский 1026	1,66	1,74	5,99	6,30	3,61	3,62
Синельниковский 14	1,68	1,86	6,45	7,60	3,83	4,08
Эверест	1,93	2,22	7,23	7,42	3,75	3,36

Что же касается увеличения выделившейся пасоки под влиянием внекорневой подкормки при расчете на 1 г сухих корней, то оно было незначительным и наблюдалось в среднем только у сорта Синельниковский 14. У других двух сортов оно имело место только в отдельные годы, а в другие отмечалось даже уменьшение количества пасоки при таком расчете. Из этого вытекает, что усиление выделения пасоки у опытных растений, по сравнению с контрольным вариантом, происходило, в основном, за счет увеличения размеров корней. Как можно заметить, увеличение сухой массы корней под влиянием внекорневой подкормки было неодинаковым у отдельных сортов.

В среднем наибольшее увеличение сухой массы корней под влиянием подкормки происходило у позднеспелого сорта Эверест – на 0,29 г. (15%) от контроля. У Синельниковского 14 она увеличилась на 0,18 г (11%) и у Льговского 1026, наиболее

скороспелого сорта, всего на 0,08 г (5%). Следовательно, отзывчивость корневой системы на подкормку оказалась в прямой зависимости от длины вегетационного периода сортов овса. Но при этом следует учитывать, что, согласно ряду исследований с овсом и другими культурами при усилении азотного питания через корни их масса и размеры не только не возрастают, а наоборот заметно уменьшаются [3, 4, 5, 6].

Таким образом, в зависимости от способа внесения азотных подкормок последние оказывают прямо противоположное воздействие на ростовые процессы в корневой системе. Это, по-видимому, является еще одной характерной особенностью внекорневого питания растений азотом отличающей его от питания через корни.

О нагнетающей и метаболической деятельности корневой системы судили по интенсивности выделения пасоки и определения ее состава.

Суточный ритм подачи аминного и нитратного азота с пасокой показан на рисунках 2 и 3.

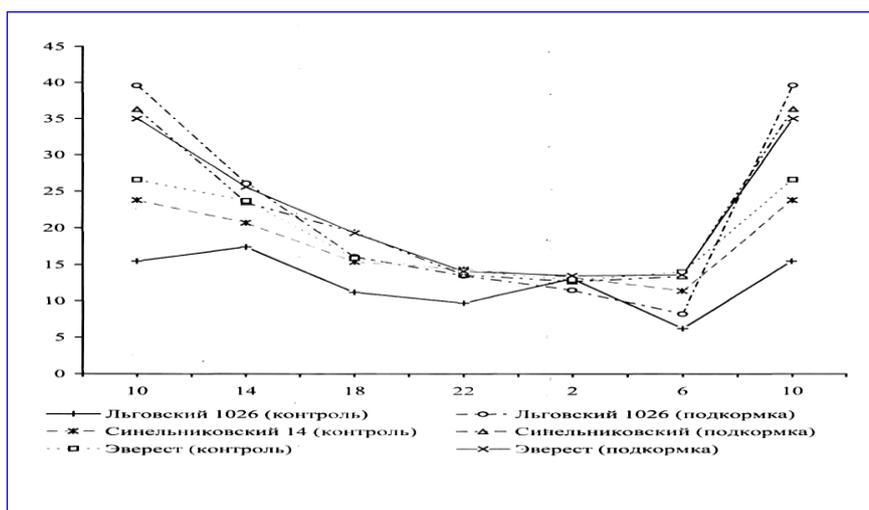


Рис. 2. Интенсивность поступления аминного азота с пасокой овса в течение суток (ось абсцисс – часы суток, ось ординат – подача аминного азота, мкг/растение)

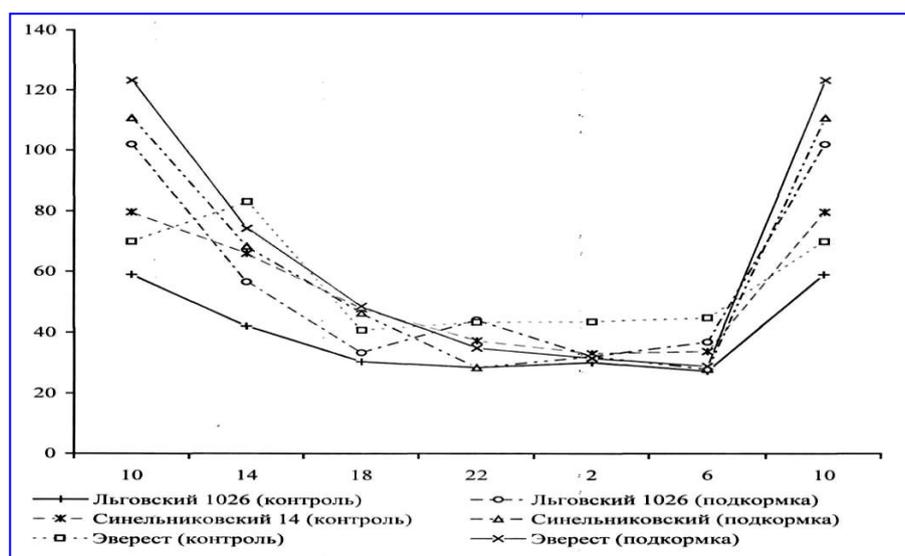


Рис. 3. Интенсивность поступления нитратного азота с пасокой овса в течение суток (ось абсцисс – часы суток, ось ординат – подача нитратного азота, мкг/растение)

Из представленных на них данных видно, что наиболее интенсивно этот процесс происходил в первые три срока сбора пасоки после декапитации растений, т.е. в светлое время суток, а в ночные часы он резко снижался. Близкие данные были получены Е.Е. Крастиной [7] с подсолнечником. В её опытах максимум выделения с пасокой аминокислот также приходился на дневные часы. Такая динамика этого процесса в суточном цикле, по мнению автора, носит эндогенный характер, поскольку она сохранялась в течение нескольких суток в константных условиях.

В наших исследованиях суточная ритмичность проявилась и в степени влияния внекорневой подкормки на интенсивность подачи с пасокой различных форм азота, в особенности аминной формы. В наибольшей мере нагнетающая деятельность стимулировалась подкормкой в первые два-три сбора (т.е. в дневные часы), а в последующем (ночью) различия в интенсивности подачи азота между опытными и контрольными растениями сглаживались.

О заметном стимулирующем действии внекорневой подкормки на интенсивность подачи с пасокой обеих фракций азота показывают данные таблицы 2.

Таблица 2

**Интенсивность подачи в надземные органы овса с пасокой аминного и нитратного азота, мкг/растение за сутки**

Сорт	Содержание азота мкг/растение сутки					
	аминокислот		нитратов		Аминокислот и нитратов в сумме	
	контроль	подкормка	контроль	подкормка	контроль	подкормка
Льговский 1026	292	460	869	1221	1161	1681
Синельниковский 14	396	475	1191	1256	1587	1731
Эверест	429	484	1305	1366	1823	1850

В ней приводится суммарное количество аминного и нитратного азота поступающего с пасокой из корневой системы за сутки. Внекорневая подкормка в большинстве случаев более заметно усиливала поступление в надземные органы аминного азота, нежели нитратного. Вследствие этого неизбежно возрастает (по сравнению с контрольным вариантом) величина отношения аминного азота к нитратному в пасоке у растений, получивших внекорневую подкормку, что говорит о преобладании активного метаболического поглощения элементов минерального питания над пассивным механизмом поступления азотистых веществ в растения. Согласно литературным данным повышение содержания аминного азота связано с более интенсивным синтезом аминокислот в корнях [8, 9].

Полученные данные указывают на то, что внекорневая подкормка стимулировала не только поглощающую и нагнетающую деятельность корневой системы, но и её синтезирующую активность. О последнем свидетельствует и такой факт: увеличение доли аминного азота в пасоке происходило в значительной степени за счет повышения его концентрации, что хорошо видно из данных таблицы 3.

Таблица 3

**Концентрация аминного азота в пасоке и его отношение к нитратному азоту в зависимости от внекорневой подкормки мочевиной**

Сорт	Концентрация аминного азота в пасоке, мкг/мл		Отношение аминного азота к нитратному	
	контроль	подкормка	контроль	подкормка
Льговский 1026	49	73	0,34	0,39
Синельниковский 14	60	62	0,35	0,41
Эверест	59	66	0,41	0,41

Как известно [10, 11], фосфор играет ведущую роль в энергетическом обмене живой клетки и его поглощение происходит в основном метаболическим путем с образованием

макроэргических соединений. Поэтому усиление его подачи с пасоккой может свидетельствовать о том, что внекорневая подкормка активизирует и метаболическую активность корневой системы (рис. 4).

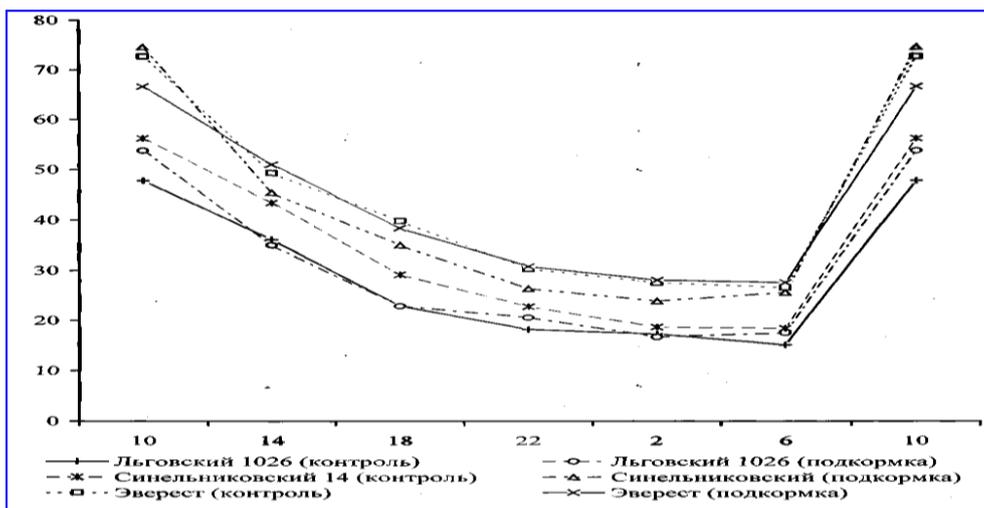


Рис. 4. Интенсивность поступления общего фосфора с пасоккой в течение суток (ось абсцисс – часы суток, ось ординат – подача фосфора, мкг/растение)

Количество общего фосфора в пасоке овса на опытном варианте, как правило, не снижалось, а чаще всего даже было большим, чем на контрольном варианте.

Наконец, в наших исследованиях было выявлено еще одно, правда, косвенное доказательство активизации метаболической деятельности корневой системы под влиянием внекорневой подкормки – значительное уменьшение (почти в два раза) возвращения неиспользованных в корневой системе сахаров с пасоккой в надземные органы (табл. 4).

Возвращение сахаров из корней в надземные органы обычно наблюдается, когда корневая система находится в неблагоприятных условиях произрастания растений, например, при недостатке фосфора в питательной среде [12], при снижении интенсивности освещения и при недостаточном водоснабжении [13].

Таблица 4

**Концентрация сахаров в пасоке и интенсивность их возвращения из корневой системы с восходящим током**

Сорт	Концентрация сахаров, %		Интенсивность возвращения сахаров, мг/растение в сутки	
	контроль	подкормка	контроль	подкормка
Льговский 1026	1,23	0,66	7,37	4,08
Синельниковский 14	1,32	0,70	9,0	5,46
Эверест	1,13	0,69	8,11	5,08

Результаты по определению суточного ритма поступления этой фракции углеводов с пасоккой опытных и контрольных растений различных сортов овса показаны на рисунке 5.

В наших опытах наблюдалось прямо противоположное явление: возвращение сахаров уменьшалось под влиянием внекорневой азотной подкормки, причем исключительно за счет снижения их концентрации в пасоке, поскольку интенсивность выделения последней при этом возрастала. Это свидетельствует о более полном использовании ассимилятов на ростовые и метаболические процессы в корнях.

Что же касается заметного увеличения содержания азота, поступающего с пасоккой в надземные органы овса при проведении внекорневой подкормки, то этот показатель, как уже отмечалось, не может служить бесспорным доказательством усиления поглощающей

деятельности корневой системы, поскольку она может подавать с пасоккой не только азот, который поглощают из почвы, но и возвращать часть легкоподвижных азотистых веществ, ранее поступивших из листьев [10, 14].

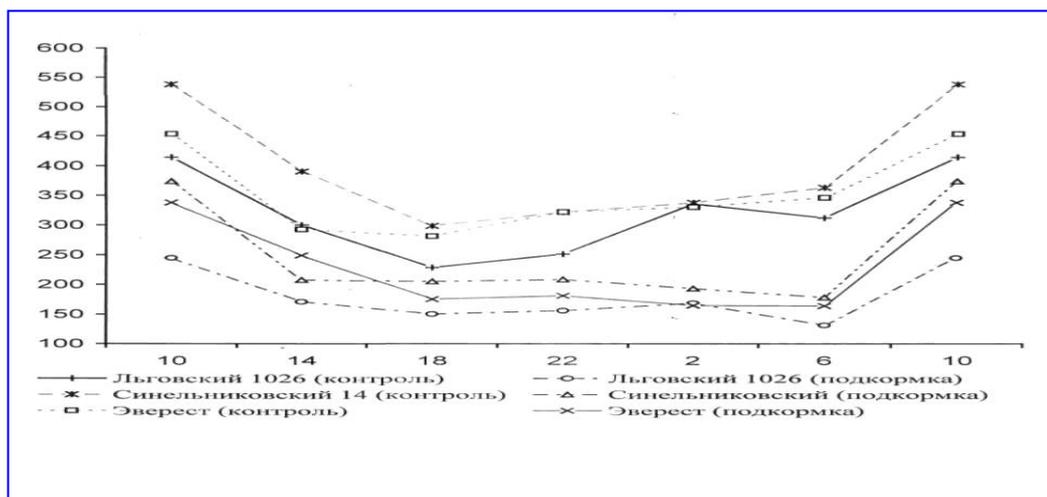


Рис. 5. Интенсивность возвращения сахаров с пасоккой овса в течение суток (ось абсцисс – часы суток, ось ординат – подача сахаров, мг/растение)

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать выводы, что внекорневая подкормка овса мочевиной заметно стимулирует поглощающую, нагнетающую и синтезирующую деятельность корневой системы, что сопровождается интенсивной подачей с пасоккой в надземные органы овса аминного, нитратного азота, фосфора и сахаров. Вследствие этого в надземных органах опытных растений может накапливаться азота больше, чем вносится с подкормкой. Эффективность последней находится в прямой зависимости от размеров листовой поверхности. Сорта овса, имеющие большую облиственность, более отзывчивы на внекорневую азотную подкормку.

### Литература

1. Большой практикум по физиологии растений. Минеральное питание и т.д. – М: ВШ, – 1978. – С.5-8.
2. Байтулин И.С. Строение и работа корневой системы растений. – Алма-Ата: Наука, – 1987. – 312 с.
3. Можаяева О.И. Влияние возрастающих доз азота на нагнетающую и метаболическую деятельность корневой системы ярового рапса при разных сроках посева// сб. Интенсивные технологии в кормопроизводстве в Северном Казахстане. Тр. Акмолинского СХИ. – Акмола, – 1974. – С.48-54.
4. Альжанова Р.М., Джаксылыкова А.К. Эффективность некорневой подкормки азотом в зависимости от сорта и сроков посева овса // Труды Целиноградского СХИ. Целиноград, - 1994. – Т.49. – С.23-31.
5. Сарсенбаев Б.А., Добрунов Л.Г. Влияние возрастающих доз азотно-фосфорного удобрения на азотный обмен и рост риса // Известия АН Каз.ССР, серия биология. – Алма-Ата, – 1973. – № 5. – С.1-5.
6. Schilling G., Römer W., Augustin J. Abhängigkeit des Wurzelwachstums von einigen exogenen und endogenen Faktoren sowie Konsequenzen für die Phosphatnahrung der Pflanzen / Tagungsber/ Akad/ Landwirtschaftswissenschaften DDR. – 1985. № 231. – С.179-193.
7. Крастина Е.Е., Кондратьев М.Н., Бехера П.К. Последствия фотопериода на транспорт нитрат-иона, аминокислот и амидов с пасоккой подсолнечника // Известия Тимирязевской с-х академии. – М., - 1989.- №5. – С.83-87.
8. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях – М.:Изд-во Наука, - 1986.
9. María Mar Areco, Leila Saleh-Medina, María Alcira Trinelli, Jose Luis Marco-Brown, María dos Santos Afonso Adsorption of Cu(II), Zn(II), Cd(II) and Pb(II) by dead *Avena fatua* biomass and the effect of these metals on their growth // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2013. – V. 110. – P 305-312.
10. Malcherek K.J. Breuer I. Schuphan, B. Schmidt Metabolism of 4-nitrophenol in aseptically cultivated plants of the species wheat (*Triticum aestivum* L.), soybean (*Glycine max* L.), wild oat (*Avena fatua* L.) and corn cockle (*Agrostemma githago* L.) // Journal of Plant Physiology. – 1998.V. 153, – P. 192-199.
11. Данилова Н.С. Определение нитратов в растительном материале // Физиология растений – М. – 1963 – Т.10. – В.4. – С.492-497.
12. Альжанова Р.М., Кудрявцев В.А. Влияние освещенности наземных органов на метаболическую деятельность корней пшеницы // конф. ДАН СССР, – 1968. – Т.183. № 4. – С.970-973.

## INFLUENCE OF FOLIAR TOP DRESSING WITH UREA ON THE INJECTING AND SYNTHETIC ACTIVITY OF THE ROOT SYSTEM OF VARIOUS VARIETIES OF OATS

V.I. Zotikov, A.K. Dzhaksylykova\*

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

\* SAKEN SEIFULLIN KAZAKH AGRO TECHNICAL UNIVERSITY

**Abstract:** *This project investigated the role of the root system in the absorption and processing of nitrogen in oat plants, by collecting and analyzing sap. Sap is supplied to aerial organs from the root system, and its flow rate and composition can be used to determine the synthesizing and absorption activity of roots, as well as root pressure. For the first time, the stimulating effect of foliar nitrogen fertilizing with urea on the growth and activity of the oat root system was revealed.*

**Keywords:** vegetative experiments, urea, foliar top dressing, sap, nitrogen, diurnal rhythm, root system.

УДК 633.13: 631.527

## НОВЫЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ ЦЕННЫЕ ПО КАЧЕСТВУ СОРТА ОВСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗОПАСНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

О.Г. МИШЕНЬКИНА, старший научный сотрудник

В.Г. ЗАХАРОВ, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «УЛЬЯНОВСКИЙ НИИСХ»

*В статье представлены результаты изучения урожайности, устойчивости к болезням, качества зерна новых сортов овса Стиплер, Всадник и Кентер, включенных в Государственный реестр селекционных достижений. По данным конкурсного сортоиспытания изучаемые сорта на 0,2-0,4 т/га превышают по урожайности зерна стандартный сорт Конкур. Они обладают способностью к формированию высококачественного зерна с хорошими физическими и крупяными свойствами, соответствующими ценным по качеству сортам. За годы исследований плёнчатость зерна у сорта Кентер составила – 24,9%, Стиплер – 24,9%, Всадник – 26%, содержание белка в зерне варьировало от 12,1 до 12,4%. Крупа из зерна новых сортов отличается хорошей разваримостью, а каша – высокими вкусовыми свойствами. Оценка устойчивости к пыльной головне на искусственном инфекционном фоне показала, что сорта Всадник и Стиплер являются высокоустойчивыми, а Кентер среднеустойчивым к патогену. Изучение перспективных селекционных линий и сортов овса на устойчивость к фузариозу и накоплению микотоксинов позволило выделить ценный селекционный материал. Выявлено, что Всадник является первым, официально зарегистрированным сортом овса относительно устойчивым к поражению фузариозом зерна и с низким уровнем накопления микотоксинов в зерне.*

**Ключевые слова:** овёс, сорт, урожайность, пыльная головня, корончатая ржавчина, патоген, фузариоз, микотоксины, устойчивость, качество зерна, крупяные свойства.

В настоящее время овёс является перспективной сельскохозяйственной культурой с точки зрения новых способов переработки исходного сырья, поскольку обладает рядом ценных свойств, отвечающих требованиям функциональности продуктов питания, а также позволяющих использовать его в кормовых и медико-профилактических целях. В связи с этим, при селекции новых сортов, большое внимание, одновременно со способностью к реализации генотипом потенциала урожайности, необходимо уделять качественным показателям зерна [1, 2, 3]. Вместе с тем, при возделывании большой интерес вызывают ценные по качеству зерна адаптивные сорта, проявляющие устойчивость к наиболее вредоносным болезням.

Наиболее распространенными болезнями овса являются пыльная головня [4, 5, 6] и корончатая ржавчина [7, 8, 9], которые могут нанести значительный ущерб посевам, за счёт снижения и ухудшения качества урожая [10].

В последнее десятилетие наблюдается рост площадей посевов сельскохозяйственных культур, пораженных грибами рода *Fusarium*, которые не только снижают всхожесть семенного материала, а так же значительно влияют на качество зерна. Фузариевые грибы способны продуцировать в процессе жизнедеятельности микотоксины, которые образуются в процессе заражения зерна в поле, а так же, при благоприятных для грибов условиях, в процессе хранения собранного урожая. Токсины грибов рода *Fusarium*, как правило, стойкие соединения длительное время сохраняются в продуктах питания и кормах на основе зернового сырья, поэтому создание сортов устойчивых к поражению наиболее опасными видами грибов рода *Fusarium* и продуцируемыми ими микотоксинов, имеет очень большую актуальность и в Российской Федерации [11].

По состоянию на 2017 год в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию включен 121 сорт ярового овса: 111 плёнчатых и 10 голозёрных, из которых 63% сортов отнесены к ценным по качеству зерна.

Согласно опубликованных результатов изучения сортов овса по устойчивости к фузариозу зерна, выявлено, что большинство возделываемых сортов являются средне и высоковосприимчивыми к поражению фузариозом зерна, в том числе сорт Скаун, имеющий широкое распространение в нашей стране [12].

В 2016-2017 гг. в Госреестр включены три новых сорта овса: Стиплер, Всадник и Кентер, выведенные селекционерами Ульяновского НИИСХ и Московского НИИСХ «Немчиновка». Стиплер и Кентер допущены к возделыванию в Средневолжском (7), Волго-Вятском (4) и Уральском регионах, а Всадник – в Средневолжском регионе РФ.

#### **Материалы и методика исследований**

Полевые эксперименты закладывали на опытном поле Ульяновского НИИСХ. Почвы опытного участка представлены слабо выщелоченным, тяжелосуглинистым черноземом. Мощность гумусового горизонта 0,79 м, содержание гумуса 5,2%. реакция рН водной вытяжки верхнего горизонта 7,0. Почвы не засолены легко растворимыми солями, высоко обеспечены питательными веществами. Посев сортов проводили сеялкой СН-10Ц в четырехкратной повторности на делянках площадью 18-35 м<sup>2</sup> по предшественнику яровая пшеница. Норму посева устанавливали из расчета 450 семян на 1 м<sup>2</sup>. Закладку опытов, наблюдения и предусмотренные учеты проводили по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985) и Доспехову Б.А (1985). Агротехника возделывания общепринятая для культуры.

Погодно-климатические условия за годы исследований были контрастными по температурному режиму и влагообеспеченности почвы и отражали особенности региона лесостепи Поволжья. Основными критериями в оценке испытуемых образцов являлись: урожайность, устойчивость к полеганию, болезням, неблагоприятным факторам среды, качество зерна.

Учёт урожайности зерна проводили методом сплошного обмолота комбайном SAMPО-130. Зерно приводили к 14% влажности и 100% физической чистоте по общепринятым методикам. Математическую обработку урожайных данных проводили методом дисперсионного анализа на компьютере с использованием селекционно-ориентированной программы «AGROS 2.13». Сравнение полученных данных вели со стандартным сортом Конкур у плёнчатых образцов и Тюменский голозёрный у голозёрных линий.

Физико-биохимические показатели качества зерна определяли в агрохимической лаборатории института стандартными методами. Данные по крупяным свойствам новых селекционных достижений были предоставлены Всероссийским центром по оценке качества сортов сельскохозяйственных культур (ВЦОКС, г. Москва).

Изучение степени поражения новых сортов пыльной головнёй (*Ustilago avenae*) проводили на искусственном инфекционном фоне в годы КСИ (2011-2014 гг.). Инокуляцию

изучаемых образцов овса осуществляли методом опудривания, после чего семена высевали в инфекционном питомнике в оптимальные для овса сроки ручной селекционной сажалкой, в два метровых рядка с междурядьем 0,15 м по 50 зерен в двух повторениях. Глубина заделки семян – 6-8 см. Учёт поражения растений пыльной головнёй проводили методом подсчёта больных и здоровых растений в фазу молочной спелости [5].

Результаты лабораторных исследований на устойчивость – восприимчивость сортов к корончатой ржавчине (*Puccinia coronate* C.) предоставлены ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (г. Пушкин).

Оценка селекционного материала на устойчивость к заражению грибами *Fuzarium* и накоплению микотоксинов в зерне овса проведена в лаборатории микологии и фитопатологии Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР).

### Результаты исследований

Ценность селекционного материала, в первую очередь, определяется способностью формировать стабильно высокий урожай в широком диапазоне погодно-климатических условий. За годы (2011-2014 гг.) проведения конкурсного сортоиспытания в Ульяновском НИИСХ сорта Всадник, Стиплер и Кентер достоверно превосходили уровень урожайности зерна стандартного сорта овса Конкур, являющегося одним из наиболее распространенных сортов в Российской Федерации (табл. 1).

Средняя урожайность сорта Всадник в КСИ составила 3,8 т/га, превышение над стандартным сортом – 0,3 т/га. По данным ФГБУ «Госсорткомиссия» средняя урожайность сорта Всадник в Средневолжском регионе за годы государственного сортоиспытания составила 3,4 т/га. Максимальная урожайность зерна в регионе получена в 2014 году в Республике Татарстан – 6,0 т/га. Сорт обладает высоким генетическим потенциалом продуктивности, о чем свидетельствует уровень урожайности зерна, полученный в 2015 году в Нижегородской области на Большеболдинском ГСУ – 7,9 т/га.

В конкурсном сортоиспытании (2011-2013 гг.) средняя урожайность сорта Стиплер составила 3,6 т/га, при урожайности стандартного сорта Конкур – 3,4 т/га. Максимальная урожайность зерна по результатам государственного сортоиспытания получена в 2014 году на Щигровском ГСУ Курской области – 9,2 т/га. Максимальная прибавка (1,6 т/га) к уровню урожайности стандартного сорта Конкур была получена в 2015 году на Ординском ГСУ Пермского края.

По данным конкурсного сортоиспытания средняя урожайность сорта Кентер составила 3,7 т/га. В 2016 году сорт Кентер проходил испытание на 71 ГСУ, при этом его средняя урожайность зерна составила 3,3 т/га. Наибольшая прибавка 1,0 т/га к урожайности зерна стандартного сорта (Конкур) получена в Оренбургской области на Переволоцком ГСУ. Результаты изучения показали, что при благоприятных условиях сорт способен формировать урожайность зерна свыше 8,0 т/га.

Важной отличительной особенностью новых сортов является стабильное формирование высококачественного зерна. При оценке качества зерна значимыми показателями являются крупяные и кулинарные свойства крупы, к ним относятся выравненность и плёнчатость зерна, содержание белка в зерне и крупе, выход крупы, а так же разваримость, цвет и вкус каши.

Результаты независимой оценки качества зерна сортов Всадник, Стиплер и Кентер проведенной во ВЦОКС позволили отнести их к ценным сортам (табл. 1).

Согласно представленным в таблице 1 данным качества, сорт Всадник обладает хорошими крупяными свойствами – выход крупы варьировал от 50,0% до 67,3%, при этом хорошо развариваемой и обладающей отличными вкусовыми свойствами. Содержание белка в зерне составило 12,4%, масса 1000 зерен 27 г, при плёнчатости 26%.

Зерно сорта Стиплер обладает низкой плёнчатостью (25,4%), повышенным содержанием белка в зерне (до 15,8 %) и крупе (до 16,6%), хорошей выравненностью зерна

(87-99%). Зерно обеспечивает выход крупы до 66%, с хорошей разваримостью (2,9) и высокими вкусовыми качествами каши (4-4,5 баллов).

Сорт Кентер формирует зерно со средней массой 1000 зёрен – 28,2 г, высоким натурным весом – 548-589 г/л, низкой плёнчатостью (24,9%), высоким содержанием белка в крупе 13,0-13,6%, а так же обладает прекрасными кулинарными свойствами крупы.

Таблица 1

**Урожайность, хозяйственные, биологические и крупяные свойства сортов овса**

Показатели	Ед. измерения	Всадник	Стиплер	Кентер
Средняя урожайность зерна в КСИ (2011-2014 гг.)	т/га	3,8	3,6	3,7
Отклонения от стандарта Конкур	т/га	+0,3	+0,2	+0,4
Максимальная урожайность зерна в ГСИ (2014-2016 гг.)	т/га	7,9	9,2	8,2
Натурный вес зерна	г/л	535	536	567
Масса 1000 зёрен	г	27,0	29,0	28,2
*Плёнчатость зерна	%	26,0	25,4	24,9
*Выравненность	%	90,5	93,8	94,0
*Выход крупы	%	60,5	60,5	62,1
*Содержание белка в крупе	%	13,1	13,8	13,3
*Цвет каши	балл	4,4	4,3	4,7
*Вкус каши	балл	4,6	4,2	4,8
*Разваримость	коэф.	2,8	2,9	2,8
*Содержание белка в зерне	%	12,4	12,3	12,1

\*данные ВЦОКС

В годы проведения фитопатологических исследований на инфекционном фоне погодные условия способствовали развитию пыльной головни, о чём свидетельствует степень поражения растений сорта-индикатора Аллюр (табл. 2). Из представленных в таблице данных следует, что на искусственном инфекционном фоне максимальный процент поражения сортов наблюдался в 2011 году. У сортов Всадник и Стиплер поражение не превышало 25%, что указывает на их высокую устойчивость к патогену. Сорт Кентер проявил восприимчивость в результате искусственного заражения инокулем пыльной головни, однако на естественном фоне сильного поражения не наблюдалось.

Таблица 2

**Процент поражения пыльной головнёй (*Ustilago avenae*) новых сортов овса (искусственный инфекционный фон)**

Сорт	2011	2012	2013	2014	среднее
Аллюр – индикатор	99,8	84,5	74,5	55,1	78,5
Всадник	18,3	2,5	6,2	0,0	6,6
Стиплер	24,8	4,6	5,0	13,2	11,9
Кентер	-	65,0	41,8	8,5	38,4

Оценка устойчивости к корончатой ржавчине при искусственном заражении листьев проростков новых сортов овса водной суспензией уредоспор сборной популяции (*Puccinia coronate C.*) показала, что у сортов Всадник и Стиплер количество пустул было низким, из чего можно сделать выводы об их устойчивости к этой вредоносной болезни, по крайней мере, к используемому инокулюму патогена (табл. 3).

Для оценки селекционного материала на устойчивость к фузариозу и накоплению микотоксинов в 2015 году была изучена 21 перспективная линия овса в лаборатории микологии и фитопатологии Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР).

Таблица 3

**Количество пустул корончатой ржавчины (*Puccinia coronate C.*) на листьях проростков новых сортов в сравнении с восприимчивыми образцами**

Сорт, линия	1 лист	2 лист
Линия Н 2018 (Alf × 13h799)	73,6	42,7
Линия У 3 (Борец × 638/01)	58,2	16,7
Линия Н 1994 (4h1018 × 98h921)	61,8	57,2
Всадник	4,2	0,1
Стиплер	8,5	-
Кентер	73,0	54,0

Среди проанализированных генотипов микотоксин ЗЕН (зераленон) выявлен только у одного образца У-134/14, количество ДОН (дезоксиниваленон) в зерне варьировало от 0 до 258 мкг. Среднее содержание микотоксина ДОН у плёнчатых образцов составило 109 мкг, а у голозёрных 38 мкг, что подтверждает большую устойчивость голозёрных форм овса к фузариозу зерна, по сравнению с плёнчатыми (табл. 4).

По результатам проведённых исследований были выделены образцы, слабовосприимчивые и устойчивые к фузариозу и накоплению фузариотоксинов: плёнчатые – сорт Всадник, линия У-36/14; голозёрные – линии У-70/14 и У-115/14.

Таблица 4

**Количество микотоксинов в зерне сортов и селекционных линий овса при искусственном заражении *Fusarium culmorum*, (ВИЗР, 2015 г.)**

Сортообразец	Разновидность	Микотоксины	
		ДОН, мкг/кг	ЗЕН, мкг/кг
Конкур	mutica	149	0
У 731/01	mutica	217	0
У 44/12	aurea	258	0
У 134/14	aurea	85	21
Всадник	mutica	45	0
У 36/14	mutica	36	0
*среднее		109	-
У 66/14	inermis	35	0
У 70/14	inermis	0	0
У 115/14	inermis	0	0
**среднее		38	-

\* среднее значение по всему набору плёнчатых сортообразцов в опыте;

\*\* среднее значение по всему набору голозёрных образцов в опыте.

По данным Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) – Всадник является первым, официально зарегистрированным сортом овса относительно устойчивым к поражению фузариозом зерна и с низким уровнем накопления микотоксинов в зерне.

Таким образом, способность новых высокоурожайных сортов овса Всадник, Стиплер и Кентер формировать ценное зерно с отличными крупяными свойствами, в сочетании с умеренной устойчивостью к наиболее распространённым болезням, позволяет использовать их в качестве сырья для производства различных безопасных высококачественных, диетических и функциональных продуктов питания.

**Литература**

1. Баталова Г.А. Формирования урожая и качества зерна овса // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – 11. – С. 10-13.
2. Лоскутов И.Г., Блинова Е.В. Источники для селекции овса на повышение качества и функциональности конечной продукции // «Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения

- импортозамещения» Материалы координационного совещания по селекции, семеноводству, технологии возделывания и переработке зернофуражных культур. Тюмень. – 2015. – С. 71-75.
3. Ушаков Т.И., Чиркова Л.В. Овёс и продукты его переработки // Хлебопродукты. 2015. 11. – С. 49-51.
  4. Мишенькина О.Г. Результаты испытаний перспективных голозёрных линий овса на искусственном инфекционном фоне Ульяновского НИИСХ // «Актуальные вопросы современного земледелия: опыт, проблемы, перспективы» Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения академика РАСХН Н.С. Немцева. Ульяновск. – 2015. – С. 189-193.
  5. Мишенькина О.Г. Расовый состав Ульяновской популяции пыльной головни овса // «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» Материалы III Международной научно-практической конференции. Киров. – 2017. – С. 91-94.
  6. Солдатов В.Н. Методы и исходный материал для селекции овса на иммунитет к болезням // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1974 – Т. 53. – вып. 2. – С. 127-131.
  7. Свиркова С.В., Старцев А.А., Заушинцева А.В., Стецов Г.Я. Восприимчивость растений овса к корончатой ржавчине и генетические источники устойчивости // Успехи современного естествознания. Пенза. – 2016. – 12. – С. 99-104.
  8. Мешкова Л.В., Пяткова О.В. Мониторинг вирулентности возбудителя корончатой ржавчины овса в Омской области // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – 12. – С. 15-17.
  9. Тырышкин Л.Г., Мишенькина О.Г., Захаров В.Г. Влияние факторов внешней среды на вирулентность и агрессивность возбудителя корончатой ржавчины овса // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – 42. – С. 82-86.
  10. Жуйкова О.А., Шешегова Т.К., Кротова Н.В., Баталова Г.А., Ren Changzhong Исходный материал плёнчатого и голозёрного овса для селекции на устойчивость к корончатой ржавчине // «Селекция, семеноводство и технология возделывания зернофуражных культур» Материалы международной научно-практической конференции. Ульяновск. – 2008. – С. 151-156.
  11. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П. Фузариоз зерновых культур // Защита и карантин растений. – 2009. – 12. – С. 13-15.
  12. Орина А.С., Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Лоскутов И.Г. Применение метода количественной ПЦР для оценки сортов овса по устойчивости к фузариозу зерна // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Материалы III международной научно-практической конференции. Киров. – 2017. – С. 102-105.

## NEW HIGH-PRODUCTIVE, VALUABLE FOR THE QUALITY OF THE OATS VARIETIES FOR SAFE FOOD PRODUCTS MANUFACTURING

O.G. Mishenkina, V.G. Zakharov

FSBSI "ULYANOVSK SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE"

**Abstract:** *This article presents the results of the study of yields, resistance to diseases, quality of grain of the new oats varieties Stipler, Vsadnik and Kenter, included in the State Register of Selection Achievements in 2016-2017. According to the competitive varietal tests, the productivity of varieties under study are 0,2-0,4 t/ha higher than the productivity of standard variety Concur. They have the ability to form high-quality grains with good physical and groat properties, corresponding to quality-valuable varieties. Over the years of research, the filminess of grain in the Kenter variety was 24,9%, Stipler 24,9%, Vsadnik 26%, protein content in the grain varied from 12,1 to 12,4%. Groats of new sorts are distinguished by good cooking behaviour, and porridge with high taste properties. Evaluation of resistance to dust-brand on an artificial infectious background showed that the varieties Vsadnik and Stipler are highly resistant, and Kenter is medium-resistant to the pathogen. The study of perspective breeding lines and varieties of oats for resistance to fusarium and the accumulation of mycotoxins made it possible to highlight a valuable selection material. It was revealed that the Vsadnik is the first officially registered variety of oats relatively resistant to fusariosis damage to grain and a low level of accumulation of mycotoxins in the grain.*

**Keywords:** oats, variety, yield, dust-brand, crown rust, pathogen, fusarium, mycotoxins, resistance, grain quality, groat properties.

## РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ С УКОРОЧЕННОЙ СОЛОМИНОЙ

П.Н. МАЛЬЧИКОВ<sup>1</sup>, В.С. СИДОРЕНКО<sup>2</sup>, М.Г. МЯСНИКОВА<sup>1</sup>, М.А. РОЗОВА<sup>3</sup>,  
А.А.МУДРОВА<sup>4</sup>, В.И. ЦЫГАНКОВ<sup>5</sup>, Л. А. МУХИТОВ<sup>6</sup>, Ф.В. ТУГАРЕВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «САМАРСКИЙ НИИСХ ИМЕНИ Н.М.ТУЛАЙКОВА»

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

<sup>3</sup>ФГБНУ «АЛТАЙСКИЙ НИИСХ»

<sup>4</sup>ФГБНУ «КРАСНОДАРСКИЙ НИИСХ ИМЕНИ П.П.ЛУКЪЯНЕНКО»

<sup>5</sup> АКТЮБИНСКАЯ СХОС

<sup>6</sup>ФГБНУ «ОРЕНБУРГСКИЙ НИИСХ».

E-mail: sagrs-mal@mail.ru

*Оптимизация высоты растений яровой твердой пшеницы – неотъемлемый атрибут селекционных программ во всех регионах её возделывания. Цель исследований заключалась в анализе методов селекции по признаку короткостебельности и изучении сортов и селекционных линий с различными генами редукции высоты растений в контрастных климатических зонах. Полевые эксперименты, включавшие среднерослые и низкорослые генотипы, проведены в экологических пунктах Среднего Поволжья (Безенчук), Западной Сибири (Барнаул), Урала (Курган, Оренбург), Казахстана (Актюбинск), Нижнего Поволжья (Волгоград), Центрального Черноземья (Орёл) и Северного Кавказа (Краснодар) и в экологических точках КАСИБ. В результате проведённых исследований предложены для применения в селекции по оптимизации высоты растений сорта носители генов редукции высоты растений твердой пшеницы: *RhtAnh* – для степных регионов (Безенчукская золотистая, Безенчукская 210, 1368Д – 18), *RhtB1b* – для Черноземья и Северного Кавказа (1591Д-21).*

**Ключевые слова:** сорт, среднерослость, низкорослость, гены редукции, высота растений, адаптивность, устойчивость, полегание, патогены, качество.

В настоящее время среди селекционеров и исследователей, ведущих селекцию и изучение пшеницы, есть общее представление о том, что селекционный процесс по совершенствованию этой культуры по всему миру, был связан с последовательным снижением высоты растений в течение всего XX века [1]. Наиболее эффективным селекционно-генетическим способом снижения высоты растений было использование соответствующих генов короткостебельности. В результате, после длительной работы по введению в пшеницу адекватных для каждого региона её выращивания генов системы *Rht*, в том числе их комбинаций, высота растений в большинстве стран и регионов находится в пределах оптимальных значений. Очевидна выгода применения генов редукции высоты в условиях провоцирующих полегание посевов пшеницы, часто снижающее величину урожайности на 30-40%. Кроме того, практически весь прогресс в селекции пшеницы в мире, который наблюдался начиная с середины XX века, был обеспечен перераспределением биомассы в пользу зерновой части, где наиболее эффективным методом селекции было применение генов редукции высоты растений. В тоже время было установлено, что низкорослость может иметь отрицательные последствия в условиях засухи, когда возникают ситуации, в которых рост зерна ограничен резервом ассимилятов, накопленных в верхних междоузлиях перед цветением [2]. Кроме того, корнеобеспеченность единицы надземной биомассы (отношение: корни/надземная биомасса) у низкорослых сортов на 29,0% меньше, чем у высокорослых [3]. Это во многом объясняет негативные отношения между высотой растений твердой пшеницы и урожаем зерна в условиях средней – суровой засухи. Компенсировать негативное влияние низкорослости и повысить уровень продукционного

процесса короткостебельных сортов можно путем интенсификации технологий возделывания или увеличением эффективности фотосинтеза в процессе их селекции. Сложность селекционной задачи объясняется консервативностью признаков фотосинтеза. В зарубежной литературе отсутствует информация, подтверждающая систематическое в процессе селекции улучшение показателей фотосинтеза на уровне активности единиц, как листового индекса, так и фотосинтетической единицы (хлоропласта) [4]. Фотосинтез единичного листа не связан с увеличением урожайности. Хотя в отдельные периоды вегетации максимальный фотосинтез был все-таки зафиксирован на сортах современных генераций, в частности СИММУТ, что было связано с увеличением устьичной проводимости [5]. Селекция на увеличение общего накопления биомассы (интегральный показатель эффективности фотосинтеза), как, например, в случае некоторых сортов твердой пшеницы, была результативной, но определялась увеличением продолжительности вегетации, что не всегда (зависимость от региона, агрофона, условий года в одном регионе и др.) благоприятно для зерновой продуктивности. Определенные возможности в этом направлении совершенствования продукционного процесса пшеничного растения предоставляет отдаленная гибридизация и включение в геном пшеницы транслокаций от других видов. В частности транслокация (1B/1R), несущая сегмент ржаной хромосомы, повысила потенциал фотосинтеза листа, устьичной проводимости и устойчивость к стрессовым факторам. Аналогичный эффект отмечен при изучении влияния на продукционный процесс транслокации от *Agropirum elongutum*, несущей ген устойчивости к бурой ржавчине – *Lr 19* [6]. Эти генетические системы целесообразно использовать для компенсации отрицательных эффектов сильных генетических систем ингибирующих рост стебля (гены *Rht*).

В России наиболее успешным введение генов *Rht* было осуществлено на мягкой озимой пшенице, начатое ещё П.П. Лукьяненко (1975) и реализованное во всех современных сортах, как мягкой, так и твердой озимой пшеницы Краснодарской селекции [7]. Ряд современных отечественных сортов яровой мягкой пшеницы, предназначенных для возделывания в засушливых регионах, также несут гены редукции высоты растений [8].

Первые попытки создания коммерческих сортов яровой твердой пшеницы с укороченной соломиной, сделанные в 70-е годы в бывшем СССР не имели успеха. По данным В.С. Голика (2008) образцы короткостебельных сортов твердой пшеницы из Мексики, Чили, Италии, Индии, Австралии, изученные в условиях Восточной Украины (г. Харьков), сильно страдали от засухи, особенно в период налива зерна, имели мелкое недовыполненное зерно и уступали по урожайности местным высокорослым сортам. Использование их в гибридизации способствовало созданию устойчивого к полеганию селекционного материала, но, одновременно с уменьшением высоты растений произошло снижение массы зерновки, ее выполненности, что не позволило перейти к формированию нового морфофизиологического типа яровой твердой пшеницы в условиях Юго-Востока Украины. Аналогичный эффект получен от применения в гибридизации короткостебельных сортов из Канады (RD-3-2, RD-3-3) в Самарском НИИСХ. В процессе отбора растений в гибридных популяциях по засухоустойчивости, продуктивности, озерненности колоса и урожайности с единицы площади, отчетливо проявилась пониженная конкурентоспособность низкорослых линий. Н.С. Васильчук (2001) пришел к заключению, что в селекции твердой пшеницы на устойчивость к полеганию в крайне засушливых условиях Поволжья чрезвычайно трудно добиться положительных сдвигов путем кардинального изменения высоты растений. Высокорослый морфотип с упругой соломиной и повышенной адаптивностью, признан перспективным в этом регионе для селекции на устойчивость к полеганию. По мнению Р.А. Цильке (1983) для условий недостаточного увлажнения короткостебельные сорта вообще неприемлемы, и проблеме полегания в этих регионах необходимо решать за счет полигенных систем, контролирующей длину стебля, исключив из состава доноров носителей генов с сильным индивидуальным эффектом. Накопление минорных генов «собранных» в полигенные системы, видимо, имеет место в селекционной практике яровой твердой пшеницы. Например, самый высокорослый сорт

твердой пшеницы Самарского НИИСХ Безенчукская 139 был создан в 1980 году. Все последующие сорта незначительно, но отличались от него укороченным стеблем. Это незначительное снижение высоты растений сопровождалось укрупнением колоса (Безенчукская 182, Безенчукская степная) или увеличением кустистости у позднеспелых сортов (Безенчукский янтарь). Во всяком случае, высокорослый морфотип, по нашему мнению, близок к исчерпанию возможностей эффективного совершенствования в степных районах России [9]. Аналогичный результат получен при изучении изогенных линий яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская 67, где представлены данные пониженной урожайности изолиний с высоким ростом в сравнении с рекуррентным сортом и сделано заключение о бесперспективности дальнейшего увеличения высоты растений в Западной Сибири. К такому же заключению пришли в процессе изучения яровой твердой пшеницы высокорослого морфотипа в Алтайском НИИСХ [10]. Эти факты свидетельствуют о том, что отбор крупноколосых форм, при сохранении продолжительности периода формирования колоса, приводит к частичному подавлению роста соломины и смещению конкурентных отношений между этими органами в пользу колоса.

В настоящее время идентифицирован 21 ген короткостебельности, из них в селекционных программах наибольшей популярностью пользуются гены – *Rht 1*, *Rht 2*, *Rht 8*, *Rht 9* [11]. *Rht 1* и *Rht 9*, локализованные на 4А и 7Вs хромосомах, могут применяться в селекции твердой пшеницы. Гены *Rht 14*, *Rht 15*, *Rht 16*, *Rht 18*, *Rht 19*, получены в результате индуцированного мутагенеза на сортах твердой пшеницы. А.А.Альдерову (2001) на Дагестанской опытной станции ВИР удалось интрогрессировать в *Triticum durum* гены, контролирующие низкорослость от диплоидного вида *Triticum sinskajae* (SIS2), от гексаплоидного вида *Triticum aestivum* – Том Pouce (*Rht 3*) и от *Triticum dicoccum* – k-25459 (*rhtx 1*, *rhtx 2*). Предполагается, что в зависимости от действия и взаимодействия генов редукции высоты растений в геноме твердой пшеницы и условий среды, для конкретной экологической зоны можно подобрать адекватные аллели или их сочетания.

Таким образом, снижение высоты растений яровой твердой пшеницы, в том числе с применением высокоэкспрессивных генов, в условиях резко континентального, засушливого климата – сложная задача. В тоже время реализация этой задачи может иметь положительный эффект на потенциал продуктивности колоса, устойчивость к полеганию, параметры ценоза и отзывчивость на интенсивные агротехнологии. В засушливых регионах необходимо учитывать степень засухоустойчивости исходного материала, качественные показатели зерна и конечной продукции. Успех селекции в этом направлении возможен при условии предварительного создания соответствующих доноров короткостебельности, обладающих комплексом адаптивности к широкому спектру лимитирующих факторов среды, в предполагаемой зоне коммерческого использования будущих сортов.

В связи с этим цель исследований заключалась в создании и изучении в широком диапазоне условий среды генотипов яровой твердой пшеницы с укороченной соломиной и в идентификации среди них, с одной стороны, адаптированных к стрессовым факторам степных регионов, с другой – высокоурожайных и устойчивых к полеганию, листовым болезням в условиях Центрального Черноземья и Юга России, обладающих достаточным уровнем неспецифического гомеостаза, трактуемого как устойчивость в онтогенезе к «поток» трудно контролируемых, лимитирующих факторов среды конкретной территории, экопункта, полевого сезона.

#### **Материал и методы исследований**

Создание исходного материала для селекции и изучения генотипов низкорослого морфотипа проведено на основе низкорослых и среднерослых аналогов сортов Безенчукская 139, Харьковская 9 и Харьковская 46, полученных в НИИСХ Юго-Востока, несущих гены *RhtB1b*, *RhtAnh*, *RhtAz* [12]. В Самарском НИИСХ эти аналоги (Гордеиформе 941 и Гордеиформе 944 – аналоги Безенчукской 139, несущие гены *RhtB1b* и *RhtAZ* соответственно, Гордеиформе 942 – аналог Харьковской 9 с геном *RhtB1b*, Апуликум 943 – аналог Харьковской 46 с геном *RhtAnh*) были изучены в многолетнем эксперименте. Кроме

того, лучшие низкорослые аналоги и высокорослые сорта отечественной селекции были изучены в одном блоке с низкорослыми сортами, полученными из международного центра улучшения пшеницы и кукурузы (CIMMYT) и селекционными линиями, полученными из Италии (фирма Agroservis «SPA»). Лучшие аналоги с генами редукции высоты растений *RhtB1b*, *RhtAZ*, *RhtAnh* были включены в гибридизацию. Работа с полученным гибридным материалом и селекция адаптированных низкорослых генотипов твердой пшеницы, была проведена в течение длительного периода в условиях полевых экспериментов в Самарском НИИСХ. Сорта Безенчукская золотистая, Безенчукская 210, несущие ген *RhtB1b*, изучены в системе экологических испытаний КАСИБ (казахстанско-сибирская селекция пшеницы). Урожайность и её стабильность низкорослых форм селекции Самарского НИИСХ Безенчукская 209 (ген *RhtB1b* от Cossorit 71), 1591д-21 (ген *RhtB1b* от Cossorit71 или от мексиканского сорта Anser 10). Безенчукская 210, Безенчукская золотистая, 1368Д-18 (несущих ген редукции высоты растений *RhtAnh* от мексиканского сорта Ahninga) изучены в различных условиях среды, включавших следующие экопункты: Барнаул (Алтайский НИИСХ), Курган (ООО «Курган-Семена»), Безенчук (Самарский НИИСХ), Оренбург (Оренбургский НИИСХ), Волгоград (Волгоградский ГАУ), Актюбинск (Казахстан, Актюбинская СХОС), Орёл (ВНИИЗБК), Краснодар (Краснодарский НИИСХ). Полевые эксперименты во всех пунктах проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта. Площадь делянки составляла – 5,0 м<sup>2</sup> в Краснодаре, 10,0-20,0 м<sup>2</sup> в остальных пунктах, повторность 3-4-х кратная. Фоном для сравнения в Волгограде, Безенчуке, Актюбинске, Оренбурге, Кургане, Барнауле были высокорослые сорта единого состава, подобранные по историческому, отражающему основные этапы селекции яровой твердой пшеницы в России, и эколого-географическому (оригинаторами сортов являются селекционные учреждения из Поволжья и Сибири) принципам. В Краснодаре и Орле сравнение проведено с местными стандартами. Полученные экспериментальные данные исследованы методами дисперсионного анализа и статистическими методами оценки относительной стабильности признаков (*Sgi*) и селекционной ценности генотипов (*СЦГi*) по [13].

#### **Условия проведения экспериментов**

Самые жёсткие, крайне засушливые условия среды сложились в эксперименте с единым набором сортов (Волгоград, Безенчук, Актюбинск, Оренбург, Курган, Барнаул) в Оренбурге в 2016г. и в Волгограде в 2014 году. Средней силы стрессовые факторы действовали в Безенчуке в 2015-2016 гг., в Волгограде в 2015, в Актюбинске – в 2016 году. Относительно благоприятные условия наблюдались в Кургане в 2014-2015 гг. и в Барнауле в 2016 году. Благоприятные условия отмечались в Барнауле в 2014-2015 гг. и в Безенчуке в 2014 году с уровнем урожайности в среднем по эксперименту – 5,1 ц/га, 8,4 ц/га, 13,3 ц/га, 15,5 ц/га, 14,6 ц/га, 14,7 ц/га, 21,4 ц/га, 23,4 ц/га, 23,7 ц/га, 35,0 ц/га, 39,5 ц/га, 28,2 ц/га соответственно порядку экопунктов, представленных выше.

В Краснодаре в 2015-2016 гг. формирование урожая проходило в комфортных условиях, что позволило определить потенциал продуктивности сортов. В Орле в 2016 и 2017 гг. наблюдалось сильное полегание и значительное развитие септориозной листовой пятнистости. Тем не менее, урожайность лучших сортов твердой пшеницы превысила уровень 50,0 ц/га.

#### **Результаты исследований**

Полученные низкорослые / среднерослые аналоги сортов Безенчукская 139 и Харьковская 9 были конкурентоспособны относительно рекуррентных родительских сортов и их высокорослых аналогов, но уступали по степени адаптивности и урожайности новым высокорослым сортам [14]. Это объясняется тем, что в период создания низкорослых аналогов, параллельно проведённый селекционный процесс на основе другого исходного материала был эффективным, в результате получены трансгрессивные по адаптивности и урожайности сорта Безенчукская 182 и Безенчукский янтарь. Тем не менее, применение низкорослых аналогов местных генотипов было более успешным, чем использование в качестве исходного материала низкорослых сортов зарубежной селекции. Возможно, что

неудачи в попытках прямого использования иностранных доноров низкорослости объясняются нежелательным генетическим сцеплением локусов, содержащих *Rht* гены с полигенным комплексом, обеспечивающим формирование неспецифического гомеостаза к трудно контролируемым лимитирующим факторам среды в течение онтогенеза растений. Очевидно, что отсутствие реакции неспецифического гомеостаза значительно снижает уровень продукционных процессов и урожай зерна иностранных короткостебельных сортов. В частности, короткостебельные сорта СИММУТ, отличаясь хорошей устойчивостью к листовым болезням, в том числе к листовым пятнистостям (которые имеют значительное видовое разнообразие и изменчивость в зависимости от условий региона), существенно, в многолетнем эксперименте уступили по урожайности высокорослым сортам отечественной селекции и их аналогам с генами редукции высоты растений (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность и устойчивость к стрессовым факторам высокорослых сортов твёрдой пшеницы, их низкорослых (ген *RhtB1b*), среднерослых (гены: *RhtAnh*, *RhtAZ*) аналогов и короткостебельных (низкорослых) сортов селекции СИММУТ (Мексика), Безенчук, (1996-2001 гг.)**

Сорт	Генетич. система контроля высоты растений	Урожайность, ц/га	Урожайность в % к Б182	Коэфф. Засухоустойчивости	Поражение болезнями		
					листовые пятнистости	<i>Puccinia recondita</i> , тип/%	<i>Blumeria graminis</i> тип/%
Харьковская 9	Нет генов <i>rht</i>	12,9	77,2	13,0	32,0	2-3/5	3/10
Безенчукская 139	Нет генов <i>rht</i>	12,5	74,9	12,1	39,9	2-3/7,5	4/35
Горд.942	<i>RhtB1b</i>	13,1	78,4	12,5	34,5	3/10	3/15
Горд.941	<i>RhtB1b</i>	12,3	73,7	11,9	42,0	3-4/10	4/40
Апулик.943	<i>RhtAnh</i>	11,1	66,5	11,7	45,3	4/10	4/40
Горд.944	<i>RhtAZ</i>	12,4	74,3	12,4	38,7	3-4/10	4/40
Безенчукская 182	Нет генов <i>rht</i>	16,7	100,0	14,1	37,5	2-3/7,5	4/25
Tarro	<i>RhtB1b</i>	9,1	54,5	7,2	35,0	0/0	3/10
Podiceps 9	карликовый фенотип	9,3	55,7	6,1	42,0	0/0	3/10
Altar 84	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	7,9	47,3	5,3	25,0	0/0	2/5
Musk 1	карликовый фенотип	9,5	56,9	7,4	30,0	0/0	3/10
Anser 10	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	7,9	47,3	6,8	19,2	0/0	2/5
Shag 9	карликовый фенотип	8,9	53,3	7,5	25,0	0/0	2/5
НСР <sub>0,05</sub>	-	1,3	-	-	-	-	-

Аналогичный результат по урожайности современного селекционного материала из Италии получен в опытах, где были изучены сорта как высокорослые, так и с различными генами редукции высоты, созданными в Самарском НИИСХ на основе низкорослых аналогов сортов предыдущих этапов селекции (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность и её стабильность (CV, Ном) современных короткостебельных сортов итальянской селекции (фирма Agroservis «SPA»), высокорослых, низкорослых и среднерослых сортов, созданных в Самарском НИИСХ, Безенчук, 2012-2016 гг.**

Сорт	Оригинатор	Генетич. система контроля высоты растений	Урожайность по годам, ц/га						Урожай % к БСт.	Параметры стабильности	
			2012	2013	2014	2015	2016	X		CV, %	Ном
Б.Ст.	СНИИСХ	нет генов <i>Rht</i>	17,7	17,9	32,1	20,4	13,2	20,3	100,0	35,2	3,0
Б.Н	СНИИСХ	нет генов <i>Rht</i>	17,0	18,6	35,7	20,3	18,2	21,9	108,3	35,4	3,3
Б.205	СНИИСХ	нет генов <i>Rht</i>	19,0	18,7	29,0	17,9	18,8	20,7	102,1	22,6	9,1
Б.210	СНИИСХ	<i>RhtAhn</i>	18,6	19,8	33,6	23,3	18,1	22,7	112,0	28,4	5,2
Б.З	СНИИСХ	нет генов <i>Rht</i>	18,0	18,3	33,2	20,4	19,1	21,8	107,5	29,5	4,9
Б.209	СНИИСХ	<i>RhtB1b</i>	16,8	16,6	34,7	18,6	16,2	20,6	101,7	38,6	2,9
ISD16	Италия	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	4,6	11,9	5,5	19,8	10,1	10,4	51,2	58,7	1,2
ISD17	Италия	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	3,1	10,4	4,5	8,2	11,2	7,5	36,9	47,5	2,0
ISD 18	Италия	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	3,5	12,6	17,8	10,0	9,0	10,6	52,1	49,6	1,5
ISD19	Италия	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	6,1	11,2	15,2	8,0	8,1	9,7	47,9	36,7	2,9
ISD20	Италия	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	5,6	12,9	17,6	7,7	13,1	11,4	56,1	42,0	2,2
ISD 21	Италия	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	3,7	11,8	7,3	4,2	6,8	6,7	33,3	47,7	1,7
ISD22	Италия	<i>RhtB1b</i> + <i>Rhtx</i>	5,7	13,5	24,4	7,9	14,7	13,2	65,3	54,9	1,3
НСР <sub>0,05</sub>	-	-	1,7	2,1	1,9	1,3	1,2	-	-	-	-

Сокращения: Б – Безенчукская; Ст – степная; Н – нива; З – золотистая; CV – коэффициент вариации; Ном – гомеостатичность по Хангильдину

В среднем, за 5 лет лучший итальянский сорт (ISD22) сформировал урожай зерна 13,2ц/га, что на 7,1 ц/га (44,7%) меньше высокорослого стандарта Безенчукская степная и на 7,4 ц/га (46,4%) меньше величины достигнутой низкорослым сортом Безенчукская 209, несущего ген редукции высоты растений *RhtB1b* с аналогичным ISD22 проявлением признака в фенотипе. Кроме того, низкая (в среднем за 5 лет) урожайность всех итальянских генотипов, характеризуется слабой стабильностью (параметры: CV-коэффициент вариации, Ном – гомеостатичность по Хангильдину). В тоже время сорта Безенчукская 210 и Безенчукская золотистая, несущие ген редукции высоты растений *RhtAnh* [15] обеспечивающий снижение высоты растений на 10-12%, в многолетних испытаниях, как в период создания, так и в период изучения, характеризовались высокой конкурентоспособностью по урожайности и её стабильности, не только по отношению к стандарту Безенчукская степная, но и по отношению к высокорослым сортам последнего этапа селекции. Высокий уровень адаптивности этих сортов к условиям степных, засушливых регионов России и Казахстана и принадлежность их к генотипам широкого ареала с высоким уровнем неспецифического гомеостаза, подтверждается результатами изучения в широкой сети эколого-географических испытаний (табл. 3, 4).

Таблица 3

**Результаты изучения сортов Безенчукская 210 и Безенчукская золотистая в питомниках 12-го КАСИБа ЯТП, в 7-ми географических пунктах России и Казахстана в 2011-2012 гг.**

Сорт	Урожайность, ц/га	Ранг по урожайности	Высота растений, см	Параметры качества		Устойчивость к болезням, тип/%	
				SDS, мл	каротиноиды, мг/кг	мучнистая роса	стеблевая ржавчина <i>PacaUg99*</i>
Б. 210	26,0	1	65,3	34,0	5,0	4/5	MR20
Б. 3	25,6	2	67,6	41,0	5,5	4/10	MR30
О.И	25,4	3	73,2	32,0	3,3	2-3/3	DEAD
Средний по опыту	23,8	13	78,2	33,5	3,5	-	40,0

Сокращения: Б – Безенчукская; З – золотистая; ОИ – Омский изумруд; MR – сравнительно устойчивый генотип; DEAD – гибель растений. \* Инфекционный фон стеблевой ржавчины расы Ug99 в Кении.

Таблица 4

**Урожайность, её стабильность и селекционная ценность сортов разных этапов селекции, в том числе несущих различные гены редукции высоты растений, в сети географических экспериментов: Безенчук, Барнаул (2014-2016 гг.), Волгоград, Курган (2014-2015 гг.), Актюбинск, Оренбург (2016 г.).**

Сорт	Этап селекции	Генетич. система высоты растении	Длина * стебля, см.	Урожайность, ц/га	Качество зерна		S <sub>gi</sub>		СЦГ <sub>i</sub>	
					ЧП, сек.	SDS, мл.	Единиц	в % к Б139	единиц	в % к Б139
Б. 139	5	нет генов <i>Rht</i>	69,3	17,2	309,7	35,8	183,0	100,0	8,7	100,0
Б. 182	6	нет генов <i>Rht</i>	69,9	18,3	278,4	36,1	194,0	106,0	8,7	100,0
Б. ст	7	нет генов <i>Rht</i>	67,8	22,2	304,2	40,5	178,2	97,4	11,6	133,3
Б. 209	7	<i>RhtB1b</i>	50,4	18,5	311,0	52,2	210,5	115,0	8,0	92,0
Б. 210	7	<i>RhtAnh</i>	55,0	22,5	364,5	39,3	186,0	101,6	11,2	128,7
Б. 3	7	<i>RhtAnh</i>	56,7	22,8	386,5	40,5	167,2	91,4	12,5	143,7
1368 Д-18	7	<i>RhtAnh</i>	54,0	22,2	431,2	36,3	36,2	163,1	12,4	143,0
НСР <sub>0,05</sub>	-	-	2,8	0,84	15,1	4,1	-	-	-	-

\*Данные получены в Безенчуке в период 2014-2016 гг.

Сорта носители гена *RhtAnh*, Безенчукская 210, Безенчукская золотистая, 1368Д-18) вошли в группу наиболее продуктивных генотипов с высоким уровнем стабильности (*Sgi*) и селекционной ценности, что и определяет перспективность использования их в качестве исходного материала в селекции твердой пшеницы в степных регионах для создания сортов с укороченной соломиной. Безенчукская 210 включена в Госреестр селекционных достижений РФ по Средневолжскому и Уральскому, Безенчукская золотистая – по Нижневолжскому,

Средневожскому и Уральскому регионам, что подтверждает высокий уровень их адаптивности к засушливым условиям степных провинций. Селекционная линия 1368Д-18 помимо ценности в качестве источника среднерослости (*RhtAnh*) и стабильности урожайности, существенно выделяется по величине ЧП (число падения) признаку – косвенно отражающему активность фермента «альфа-амилаза», расщепляющего крахмал в процессе прорастания зерна, является ценным компонентом в селекции сортов устойчивых к прорастанию зерна на корню. В то же время в степных областях с засушливым климатом современные носители гена *RhtB1b*, проявляющего более сильную фенотипическую экспрессию, могут иметь в настоящее время, видимо, только локальное значение в условиях интенсивного ведения растениеводства. В частности, в Поволжье, такие сорта целесообразно использовать в орошаемом земледелии в севооборотах с большим насыщением картофелем и овощными культурами. Более широкое применение этого морфотипа может иметь место в регионах с благоприятным гидротермическим режимом и высоким уровнем плодородия почвы. К таким регионам в России можно отнести Краснодарский край и области Центрального Черноземья. Изучение в условиях Краснодара и Орла низкорослых (*RhtB1b*) селекционных линий, полученных в Самарском НИИСХ, подтвердило это предположение (табл.5).

Таблица 5

**Урожайность, устойчивость к болезням и полеганию короткостебельных сортов в различных эколого-географических условиях испытания: Безенчук (2014-2017 гг.), Краснодар (2014-2015гг.), Орёл (2016-2017 гг.).**

Сорт	Генетич. система высоты растений	Урожайность по пунктам и годам, ц/га			Поражение болезнями, тип /%*			Качество зерна**		Устойч. к полеганию 1-9 балл***
		Безенчук 2014-2017	Краснодар 2015-2017	Орёл 2016-2017	листовые пятнистости		Мучнистая роса	SDS мл	каротиноиды, мг/кг	
					Фузариоз	Септориоз				
1591d-21	<i>RhtB1b</i>	25,6	54,5	58,9	10	20,0	2/5	55,0	345	9
1596d-4	<i>RhtB1b</i>	21,3	50,9	-	40	-	2/5	52,0	405	9
Б.ст	нет генов <i>Rht</i>	24,7	-	-	50	60,0	4/30	36,0	505	6
В.	нет генов <i>Rht</i>	-	39,8	-	40	50,0	3/10			7
Д.э	нет генов <i>Rht</i>		-	50,2	50	50,0	4/20	30,0	323	7
НСР <sub>0,05</sub>	-	1,2		3,6	-	-	-	5,3	15,2	

Сокращения: Б – Безенчукская; В – Вольнодонская; ДЭ – Донская элегия; Ст – степная; \*максимальное за период наблюдений; \*\* данные получены в Безенчуке; \*\*\*минимальная за годы наблюдений.

Короткостебельные генотипы 1591d-21 и 1596d-4, несущие «сильный» ген редукции высоты растений (*RhtB1b*) превосходят по урожайности зерна высокорослые сорта стандарты в Краснодаре и Орле. Перспективной для использования, как в селекции короткостебельных сортов на основе гена *RhtB1b*, так и в коммерции, является линия 1591d-21.

Эта линия происходит от скрещивания Безенчукской 209 (*RhtB1b*) и селекционной линии 646Д-37, унаследовавшей от мексиканского сорта Anser 10 короткостебельность, устойчивость к мучнистой росе, листовой ржавчине и листовым пятнистостям. Линия 1591Д-21 несет ген *RhtB1b* (установлено на основании отсутствия расщепления по высоте растений в F<sub>2</sub> и старших поколениях в популяции Безенчукская 209/ 646Д-37), проявляет на естественном инфекционном фоне устойчивость к мучнистой росе, листовым пятнистостям

(*Alternaria*, *Fusarium*, *Septoria*), имеет высококачественную клейковину и не полегает при формировании урожайности более 60,0ц/га.

В заключении необходимо отметить, что все генотипы с укороченной соломиной, носители генов *RhtAnh* и *RhtB1b* были получены на основе низкорослых аналогов (полученных методом беккроссов) адаптированных к условиям Среднего Поволжья сортов и с применением методологии ступенчатой гибридизации.

Таким образом, целенаправленная и многолетняя работа с носителями генов редукции высоты растений позволила создать конкурентоспособные низкорослые / среднерослые сорта и перейти к формированию новых морфофизиологических типов яровой твердой пшеницы в различных регионах России.

### Литература

1. Porceddu Enrico ,Blanco Antonio. Evolution of durum wheat breeding in Italy. Proceedings of the International Symposium on Genetics and breeding of durum wheat.-ISSN: 1016-121X ISBN: 2-85352-544-9CINEAM, – 2014. p.157-177.
2. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Колос, – 1985. – 270 с.
3. Joan Subira, Karim Ammar, Fanny Álvaro, Luis F. Garcíadel Moral, Susanne Dreisigacker, Conxita Royo. Changes in durum wheat root and aerial biomass caused by the introduction of the *Rht-B1b* dwarfing allele and their effects on yield formation. Plant and Soil June 2016, Volume 403, Issue 1, pp 291–304DOI: 10.1007/s11104-015-2781-1
4. Feil B. Breeding progress in small grain cereals–A comparison of old and modern cultivars. PlantBreed 1992; 108:1-11.
5. Richards RA. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. J ExpBot 2000; 51:447–458.
6. Reynolds MP, Calderini DF, Condon AG, Rajaram S. Physiological basis of yield gains in wheat associated with the LR19 translocation from *A. elongatum*. Euphytica 2001a; 119:139–144.
7. Беспалова Л.А. Селекция полукарликовых сортов озимой мягкой пшеницы: диссертация в виде научного доклада доктора. с.-х. наук. – Краснодар. – 1998. – 50 с.
8. Милехин А.В. Селекционная ценность доноров короткостебельности яровой мягкой пшеницы для Среднего Поволжья. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Саратов, 2002. – 23с.
9. Мальчиков П.Н., Вьюшков А.А., Мясникова М.Г. Обоснование приоритетов в селекции твердой пшеницы в условиях лимитирования продукционного процесса абиотическими факторами (модель сорта, методическое руководство). // Безенчук, – 2005. – 17 с.
10. Розова М.А., Зиборов А.И. Продуктивность коллекционных образцов яровой твердой пшеницы в разнообразных погодных ситуациях в приобской лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного университета № 5 (135) – 2016. – С.9-15.
11. Лоскутова Н.П. Гены короткостебельности пшеницы // Аграрная Россия. 2002. №1. – С.25-30.
12. Гуркин Н.А. Действие гена низкорослости на яровую твёрдую пшеницу. – Сб. «Физиологические и генетические основы селекции». Саратов. – 1984. – С.137-143.
13. Кильчевский А.В. Хотьалева Л.В. Экологическая селекция растений / Минск: Тэхналогія, – 1997. – 372 с.
14. Вьюшков А.А. Мальчиков П.Н. Создание и результаты изучения аналогов твердой пшеницы, различающихся по аллелям системы локусов *Rht* // Развитие научного наследия академика Н.И.Вавилова: Тез. докл. междунар. научн. конф. Саратов, 1997. – С.42-45.
15. Мальчиков П.Н. Селекция яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье. Автореф. диссертации на соискание ученой степени докт. с.-х. наук. Кинель. – 2009. – 57с.

### RESULTS OF BREEDING OF DURUM WHEAT CULTIVARS WITH SHORTED STEM

P.N. Malchikov<sup>1</sup>, V.S. Sidorenko<sup>2</sup>, M.G. Miasnikova<sup>1</sup>, M.A. Rozova<sup>3</sup>, A.A. Mudrova<sup>4</sup>,  
V.I. Tsygankov<sup>5</sup>, L.A. Mukhitov<sup>6</sup>, F.V. Tugareva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FGBNU «SAMARA RESEARCH SCIENTIFIC INSTITUYE OF AGRICULTURE»,

<sup>2</sup>FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE  
OF LEGUMES AND GROAT CROPS»,

<sup>3</sup>FGBNU «ALTAI RESEARCH SCIENTIFIC INSTITUTE OF AGRICULTURE»,

<sup>4</sup>FGBNU KRASNODAR RESEARCH SCIENTIFIC INSTITUYE OF AGRICULTURE,

<sup>5</sup>AKTYUBINSKAYA AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION,

<sup>6</sup>FGBNU «RESEARCH SCIENTIFIC INSTITUYE OF AGRICULTURE»

**Abstract:** Optimization of the height of plants of spring durum wheat is an indispensable attribute of breeding programs in all regions of its cultivation. The aim of the research was to analyze methods of selection based on the characteristic and study of varieties and selection lines with different plant height reduction genes in contrasting climatic environments. Field experiments

*involving medium-sized and low-growing genotypes were carried out at the ecological points of the Middle Volga region (Bezenchuk), Western Siberia (Barnaul), the Urals (Kurgan, Orenburg), Kazakhstan (Aktyubinsk), the Lower Volga (Volgograd), Central Chernozem and the North Caucasus (Orel, Krasnodar) and in environmental points of KASIB. As a result of the conducted studies, carriers of the genes for reducing the height of plants of durum wheat were proposed for use in the selection for the optimization of the plant heights: RhtAnh - for the steppe regions (Bezenchukskaya zolotistaya, Bezenchukskaya 210, 1368D - 18), RhtB1b - for the Black Earth and the North Caucasus (1591D-21).*

**Keywords:** cultivar, middle growing, short stem, reduction genes, plant height, adaptability, stability, lodging, pathogens, quality.

УДК: 633.111.1”321”:631.523.4:631.524.02(571.1)

## СОЗДАНИЕ И ВЫЯВЛЕНИЕ ЦЕННЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ КРУПЯНОГО НАПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ И ПОЛБЫ

**В.С. СИДОРЕНКО, П.Н. МАЛЬЧИКОВ\*, М.Г. МЯСНИКОВА\*,  
Г.А. БУДАРИНА, Д.В. НАУМКИН, В.А. КОСТРОМИЧЕВА,  
Ж.В. СТАРИКОВА, Ф.В. ТУГАРЕВА, А.А. ГОРЬКОВ**  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»  
\* ФГБНУ «САМАРСКИЙ НИИСХ ИМЕНИ Н.М. Тулайкова»

*В статье приводятся экспериментальные данные по селекции яровой твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов тетраплоидных пшениц. Показаны особенности голозерных линий, полученных в результате скрещивания яровой твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) и полбы (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.). По результатам многолетних исследований выявлены лучшие генотипы твёрдой яровой пшеницы: сорта Безенчукская Нива, Безенчукская 210 и линии межвидовых гибридов (голозёрной полбы): №1898д-3, №1898д-6, обладающие комплексом лучших показателей, в сочетании с высокой продуктивностью. Для дальнейшей селекции яровой твёрдой пшеницы и голозёрной полбы в Центральной России выделены источники полезных признаков и свойств. Дана характеристика нового сорта яровой твёрдой пшеницы крупяного направления Безенчук-Орловская 1, переданного в 2016 году на Государственное сортоиспытание.*

**Ключевые слова:** селекция, яровая твёрдая пшеница, межвидовые гибриды, голозёрная полба, сорт, линия, урожайность.

Современная стратегия селекционных программ базируется на необходимости ускорения селекции на экологическую адаптацию в отдельных регионах, иммунитет и создание сортов с высоким качеством продукции, но это в сильной степени зависит от решения возникших в настоящее время экономических и организационных проблем. Важнейшей составляющей селекционной технологии является признание формирующего влияния внешней среды, выступающей в качестве фактора индуцирующего действие абиотических и биотических стрессоров на селекционный материал. Большую опасность вызывает проблема сужения генетической плазмы в связи с возделыванием на больших площадях однородных и сходных по ряду признаков сортов и культур, которые часто имеют близкую степень устойчивости к вредителям и болезням.

Надежность получения экономически оправданного урожая яровой твёрдой пшеницы выведенной в регионах с жарким и сухим климатом и целесообразность её возделывания в условиях Орловской области, будет определяться генетическим потенциалом адаптивности генотипа. Развивающаяся интенсификация технологий возделывания сельскохозяйственных культур без наличия сортов, способных реализовать высокий потенциал продуктивности, не

может обеспечить стабильного роста валового сбора зерна. Качества зерна сортов яровой твердой пшеницы, среди прочих факторов, определяется адаптационными способностями к конкретным агроэкологическим условиям [1, 2].

Возвращение в производство забытых и редких видов культурной пшеницы – твёрдой (*Triticum durum* Desf.) и полбы (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.), обладающих широким спектром уникальных характеристик и качества, позволит расширить ассортимент традиционных и новых полезных продуктов питания, создать новые резервы развития отрасли производства высококачественного зерна с целью преодоления дефицита белка в питании. Яровая твёрдая пшеница и пшеница полба являются генетически высокобелковыми видами с содержанием протеина в зерне до 20% и более [3].

В процессе селекции твердой пшеницы в Самарском НИИСХ им. Н.М. Тулайкова создан селекционный материал, не уступающий плёнчатой полбе (сорт Руно) по питательной ценности, вкусу, запаху и консистенции каши и превосходящий её по содержанию каротиноидов, цвету, устойчивости к прорастанию на корню. Полученные селекционные линии крупяного направления, в частности, новый сорт Безенчук-Орловская 1, отличаются высокой урожайностью (более 5 т/га), широкой нормой реакции на условия среды, адаптивностью к засухе и отзывчивостью на благоприятные условия [4].

В Государственном реестре селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, зарегистрировано два сорта пшеницы полбы: Руно и Греммэ. С морфологической точки зрения различают пленчатую полбу (сорт Руно) и голозерную (сорт Греммэ). Сорт яровой полбы Руно – это пленчатая тетраплоидная пшеница, включен в Госреестр РФ по Северо-Кавказскому региону с 2009 г. Сорт Греммэ – межвидовой гибрид тетраплоидных пшениц ([Белка (*Triticum dicoccum*) x Светлана (*Triticum durum*)] x Белка). Включен в Госреестр РФ по Средневолжскому и Уральскому регионам с 2012 г. Накопленный опыт свидетельствует об экономической эффективности возделывания и переработки полбы и спельты в условиях Центрального региона России. Полба, с учетом ее достоинств и недостатков, в первую очередь, должна рассматриваться, как крупяная культура, представляющая интерес, в том числе и для производителей детского зернового питания, а спельта как культура, более близкая к мягким сортам пшеницы, для производства муки [5]. Полба голозёрная по сравнению с полбой обычной, отличается более высоким содержанием микроэлементов, витаминов и других питательных веществ. При её обмолачивании не повреждаются внешние оболочки зерна и зародыш. При производстве крупы не удаляется алейроновый слой клеток, богатый альбуминами и микроэлементами. При варке цвет каши – светло-коричневый, каша вкусная, хорошо развариваемая, консистенция каши – рассыпчатая. Крупа содержит микроэлементы марганец, селен, цинк, калий, витамины из группы В и D, укрепляющие иммунитет [6].

Современный продовольственный рынок требует постоянного улучшения качества продукции. Потребление полезных крупяных изделий из различных видов пшеницы, ячменя, овса и других культур становится актуальным во многих регионах мира. Вклад селекции здесь может быть значительным.

Целью работы являлись сравнительные исследования урожайности, элементов её структуры, биологических особенностей лучших сортообразцов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum*) и межвидовых гибридов (*Triticum durum* × *Triticum dicoccum*) в условиях Центральной России.

#### Методика исследований

Экспериментальные посевы были размещены на полях севооборота селекционного центра ВНИИЗБК. Предшественник – пар. Почвы тёмно-серые лесные, среднесуглинистые, средне окультуренные. Микрорельеф участка выровненный. По основным физико-химическим показателям данные почвы являются типичными для данной природно-экономической зоны. Пахотный и метровый слои почвы характеризуются высокой водоудерживающей способностью (118 и 345 мм, соответственно). Пахотный слой имеет среднекислую реакцию почвенного раствора, среднее содержание гумуса (4,6%),

повышенное подвижного фосфора для данного типа почв, относительно низкую обеспеченность калием.

В конкурсном сортоиспытании общая площадь каждой делянки составляла 16,5 м<sup>2</sup> (ширина 1,65 м, длина 10,0 м). Учетная площадь делянки – 15 м<sup>2</sup>, ширина междурядий – 15 см. Размещение делянок в опыте рендомизированное, повторность четырехкратная. Перед посевом была внесена азофоска (N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) в количестве 150 кг/га. Посев осуществляется селекционной сеялкой СКС-6-10. Норма высева – 4,5 млн. всхожих семян на гектар. Обработка посевов от сорняков проводилась в фазу кушения гербицидом Примадонна, СЭ 0,8 л/га, для защиты растений от вредителей применялся Кинфос 0,25 л/га.

Отбор проб для анализа растений по элементам структуры урожая проводился по мере созревания сортообразцов. Для структурного анализа с каждой делянки отбирали по 25 растений с корнями. Фенологические наблюдения, учет поражения болезнями, оценку фенотипической изменчивости количественных признаков проводили по общепринятым и широко апробированным в научных учреждениях методикам. Уборка – в фазу полного созревания яровых зерновых культур селекционным малогабаритным комбайном SAMPO-130. Математическую обработку данных проводили с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel.

Объектами исследования являлись: пшеница мягкая яровая сорт Дарья (контроль), пшеница твердая яровая сорт Харьковская 27 (стандарт), сорта Лилёк, Николаша (Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко), 9 сортообразцов яровой твёрдой пшеницы и 9 селекционных линий, полученных в результате межвидовой гибридизации сорта Памяти Чеховича (*Triticum durum*)\*к-9934 (*Triticum dicocum*) в Самарском НИИСХ им. Н.М. Тулайкова.

Погодные условия в период роста и развития растений твёрдой пшеницы и полбы за годы исследований были различными (табл. 1). Если вегетационные периоды 2014 и 2015 гг. можно считать с недостаточным увлажнением (Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова – 0,70 и 0,83, соответственно), то в 2016 и 2017 гг. наблюдалось избыточное увлажнение (ГТК – 1,59 и 1,68, соответственно).

Таблица 1

**Погодные условия в период вегетации (2014-2017 гг.)**

Год	Осадки		Температура воздуха, °С	
	Фактическая сумма, мм	Отклонение от нормы, %	Фактическая температура	Отклонение от нормы
<b>МАЙ</b>				
2014	95	226	16,9°	+3,0°
2015	65	155	15,1°	+1,2°
2016	64	152	14,3°	+0,4°
2017	58	138	12,6°	-1,3°
<b>ИЮНЬ</b>				
2014	53	77	16,3°	-1,2°
2015	38	55	18,4°	+0,9°
2016	67	97	18,1°	+0,6°
2017	61	88	15,8°	-1,7°
<b>ИЮЛЬ</b>				
2014	20	26	20,9°	+1,6°
2015	68	89	19,3°	0
2016	129	170	20,9°	+1,6°
2017	145	191	18,2°	-1,1°
<b>АВГУСТ</b>				
2014	15	25	19,9°	+2,0°
2015	8	14	18,7°	+0,8°
2016	105	178	19,9°	+2,0°
2017	87	147	19,8°	+1,9°

### Результаты и обсуждение

На фоне однородных технологических условий в период проведения исследований значительное влияние на урожайность твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов оказали погодные условия. Средняя урожайность лучших сортообразцов твёрдой пшеницы колебалась по годам от 4,23 до 5,71 т/га, у межвидовых гибридов – от 4,02 до 4,95 т/га. Наиболее существенные отличия наблюдались в 2014 г., когда была зафиксирована максимальная урожайность у сорта Безенчукская Нива – 6,85 т/га и лучшие сорта твёрдой пшеницы существенно превысили урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Дарья, рекомендованного для выращивания в Орловской области. Максимальная урожайность у межвидовых гибридов 5,98 т/га была также сформирована в 2014 г. – сорт Безенчук-Орловская 1. За годы испытаний ежегодно существенное превышение над стандартом Харьковская 27 отмечено у сортов Безенчукская Нива, Безенчукская 210 и №1368 д-18. Средняя за 4 года урожайность указанных сортов превышает уровень урожайности широко распространенного сорта яровой мягкой пшеницы Дарья на 3-4 ц/га. Это свидетельствует о конкурентоспособности сортов яровой твёрдой пшеницы в условиях Центральной России и новых возможностях выращивания культуры в нетрадиционных для неё регионах (табл. 2).

Урожайность селекционных линий межвидовых гибридов ежегодно была существенно выше продуктивности сорта полбы Руно, но несколько ниже по сравнению с лучшими сортами твёрдой пшеницы селекции Самарского НИИСХ им. Н.М. Тулайкова. Однако, их крупяные достоинства открывают перспективы для селекционной работы [3]. Между ними установлены существенные различия по урожайности. В среднем за 4 года высокой урожайностью (более 4,7 т/га) характеризуются линии № 1898 д-3 и № 1898 д-6. Линии № 1898 д-3 и № 1898 д-2 отличались стабильностью урожайности по годам (не менее 4,2 т/га), а линия № 1898 д-6 имела максимум (5,94 т/га) в 2014 г. Лучшие селекционные линии межвидовых гибридов (№ 1898 д-3 и № 1898 д-6), которые по комплексу признаков можно считать голозёрной полбой, оказались наименее подвержены воздействию абиотических стрессоров и имели высокую урожайность при благоприятных погодных условиях (табл. 2, рис. 1).

Результаты структурного анализа фенотипов в конкурсном сортоиспытании позволили выявить существенные различия между сортообразцами по отдельным признакам и показателям. Высота растений колебалась от 89 см у линии 1898-6 до 111 см у нового сорта твёрдой пшеницы Золотая. Повышенная продуктивная кустистость, в среднем более 2, характерна для линий межвидовых гибридов и полбы Руно. Высокая сухая масса растений, масса зерна с растения отмечены у сортов Безенчукская Нива и Золотая, хотя эти показатели тесно не связаны с формированием урожайности, коэффициенты корреляции  $r=0,3-0,4$ .

Продуктивность колоса, как важный элемент структуры урожая, обусловлена как развитием его до цветения, так и на завершающем этапе – во время налива зерна. Лучшим фенотипом по длине и массе зерна с главного колоса является сорт Безенчукская Нива. Следует обратить внимание, что длина колоса мягкой пшеницы сорта Дарья была существенно больше, чем у всех образцов тетраплоидных пшениц. Вместе с тем, показатели продуктивности главного колоса и массы зерна с растения наиболее высокоурожайных сортов Безенчукская Нива и Золотая были значительно выше, чем у сорта Дарья, за счет значительно более высокой массы 1000 зёрен. Среди межвидовых гибридов можно выделить голозёрную полбу № 1898 д-2 с хорошо озерненным колосом на уровне мягкой пшеницы, а по массе 1000 зерен – сорт Безенчук-Орловская 1 (44,5 г).

Число растений перед уборкой изменялось по годам незначительно, стандартное отклонение 8,4%. Более существенные различия выявлены между сортообразцами. Лучший показатель сохранившихся растений к уборке установлен у линии твёрдой пшеницы № 1477-4 – 370 шт./м<sup>2</sup>, что составляет 82% к количеству высеванных семян.

Таблица 2

**Урожайность сортообразцов яровой твердой пшеницы в конкурсном сортоиспытании**

Сорт, селекционная линия	Годы				Ср еднее
	2014	2015	2016	2017	
Дарья (мягкая), контроль	5,18	4,73	4,19	5,80	4,98
Твёрдая пшеница					
Харьковская 27, ст.	4,18	3,73	4,14	4,54	4,15
Лилёк	4,46	3,50	3,47	3,85	3,82
Николаша	4,82	3,92	<b>4,65</b>	<b>5,30</b>	4,67
Безенчукская золотистая	<b>6,40</b>	3,77	4,01	4,40	4,65
Безенчукская Нива	<b>6,85</b>	<b>4,55</b>	<b>4,65</b>	<b>5,42</b>	5,37
Безенчукская 210	<b>6,24</b>	<b>4,35</b>	<b>5,00</b>	<b>5,43</b>	5,26
Марина	<b>6,55</b>	<b>4,25</b>	4,46	4,45	4,93
Золотая	<b>6,67</b>	<b>4,36</b>	<b>4,72</b>	4,50	5,06
№ 1307 д – 51	<b>5,58</b>	<b>4,69</b>	<b>4,65</b>	4,95	4,97
№ 1368 д – 18	<b>5,80</b>	<b>4,27</b>	<b>4,73</b>	<b>5,11</b>	4,98
№ 1477 д – 4	<b>5,73</b>	<b>4,62</b>	4,30	4,23	4,72
Среднее по твёрдой пшенице	5,71	4,23	4,41	4,83	4,79
Межвидовые гибриды <i>Triticum durum</i> × <i>Triticum dicoccum</i>					
Безенчук-Орловская 1	<b>5,98</b>	<b>4,17</b>	4,05	3,93	4,53
№1898 д – 1	4,79	4,00	4,29	4,59	4,42
№1898 д – 2	4,30	<b>4,29</b>	<b>4,85</b>	4,62	4,52
№1898 д – 3	<b>5,50</b>	<b>4,22</b>	<b>4,65</b>	4,42	4,70
№1898 д – 4	4,47	3,76	4,08	4,38	4,17
№1898 д – 5	4,52	3,65	<b>4,53</b>	4,35	4,26
№1898 д – 6	<b>5,94</b>	3,97	<b>4,58</b>	4,43	4,73
№1898 д – 7	5,15	<b>4,13</b>	<b>4,61</b>	4,42	4,58
№ 1898 д – 8	3,88	4,00	3,73	3,99	3,90
Полба Руно	2,93	2,55	2,70	3,90	3,02
Среднее по межвидовым гибридам	4,95	4,02	4,37	4,35	4,42
Среднее по опыту	5,38	4,14	4,40	4,62	4,64
НСР <sub>05</sub>	0,75	0,36	0,33	0,55	

Примечание: **полужирным** отмечено существенное превышение над стандартом Харьковская 27

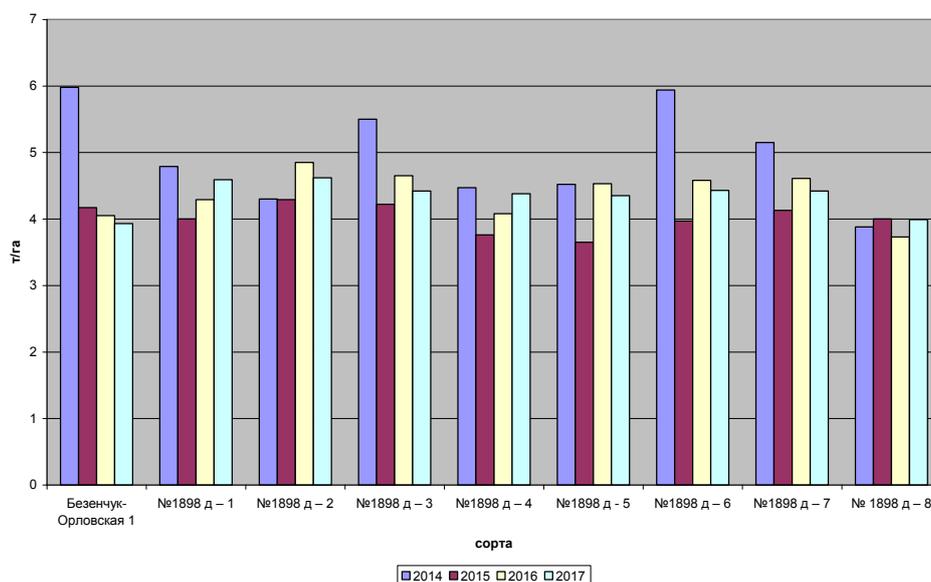


Рис. 1. Урожайность межвидовых гибридов (голозёрной полбы) по годам

Сорта с мощной вегетативной массой имели, как правило, среднее и низкое число растений перед уборкой. По показателю индекс урожайности (отношение массы зерна к сухой надземной биомассе) следует выделить голозёрную полбу № 1898 д-2 (индекс 0,51) и твёрдую пшеницу Безенчукская 210.

Эффективность налива зерна и перераспределение ассимилятов в сторону зерновой продуктивности у данных образцов выше, чем у сорта мягкой пшеницы Дарья, интенсивного типа с укороченной соломиной (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты структурного анализа сортообразцов яровой твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов, среднее за 2014-2017 гг.**

Показатели	Среднее за 4 года	Размах варьирования	Источник	Значение	
				Источника	Сорта Дарья
Высота растений, см	98	83-111	№ 1898-6	89	83
Продуктивная кустистость, шт.	1,8	1,4-2,1	№ 1898-7	2,1	2,1
Сухая масса растений, г	4,88	4,0-5,5	Безенчукская Нива	5,5	4,9
			Золотая	5,5	
Масса зерна с растения, г	2,25	2,1-2,6	Безенчукская Нива	2,6	2,3
Длина главного колоса, см	6,7	5,8-8,6	Безенчукская Нива	7,3	8,6
Масса зерна с главного колоса, г	1,55	1,3-1,8	Безенчукская Нива	1,8	1,5
			Золотая	1,7	
Число зерен с главного колоса, шт.	36	32-40	№1898-2	40	40
Масса 1000 зерен, г	43	36-48	Безенчукская Нива	48	36
			Золотая	47	
Число растений перед уборкой, шт/м <sup>2</sup>	322	276-370	№ 1477-4	370	361
Индекс урожайности	0,46	0,43-0,51	№ 1898-3	0,51	0,47
			Безенчукская 210	0,49	

Анализ развития септориоза на растениях твёрдой яровой пшеницы и межвидовых гибридов в фазу начала налива зерна позволил выявить относительно устойчивые фенотипы в отдельные годы. Менее восприимчивыми в 2017 г. были высокопродуктивные сорта Безенчукская Нива, Безенчукская 210. Уровень поражения сорта полбы Руно и ряда линий голозёрной полбы №№: 1898 д-2, 1898 д-3, 1898 д-6, 1898 д-7 был значительным, достигая 60% в 2016 г. (рис. 2).

В целом можно отметить, что погодные условия 2016-2017 гг. были благоприятными для развития растений, но избыточное количество осадков во второй половине вегетации (табл. 1) привело к полеганию посевов в период налива зерна, что существенно обусловило снижение урожайности у неустойчивых фенотипов твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов. Сорт мягкой пшеницы Дарья был устойчив к полеганию в 2017 г. и незначительно полегал в 2016 г.

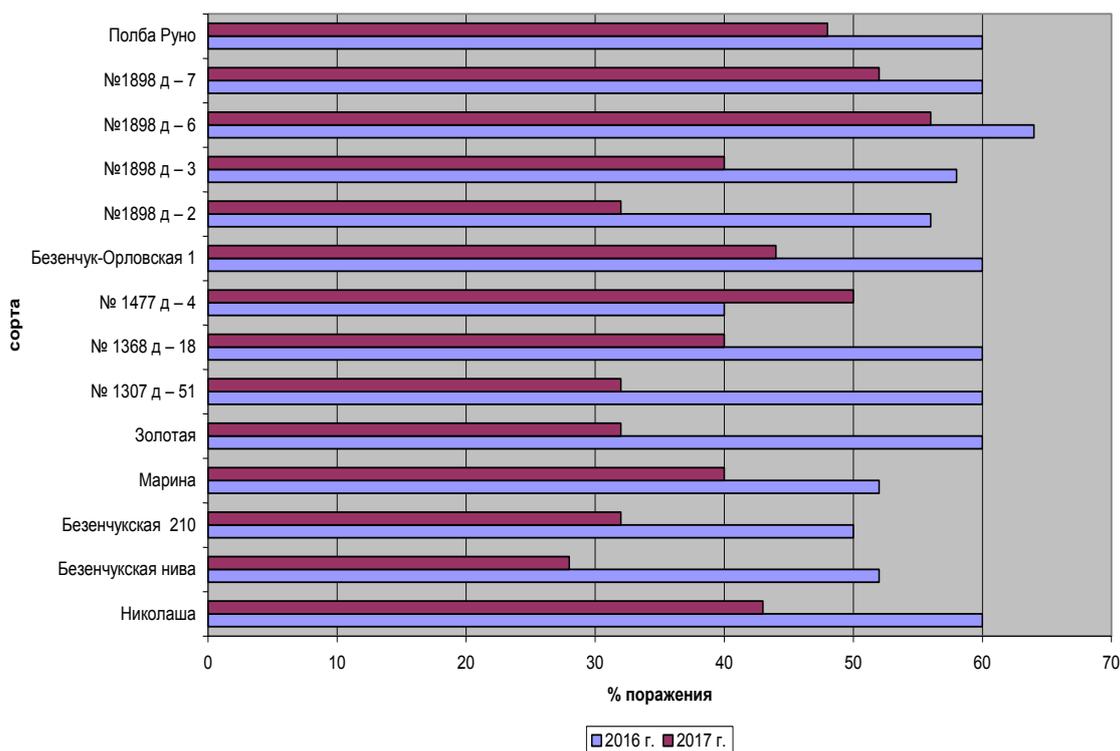


Рис. 2. Поражение септориозом твёрдой пшеницы и полбы, % развития

Процент развития мучнистой росы в благоприятные для развития патогена годы колебался от 0 до 36%. Полная устойчивость к мучнистой росе отмечена у сорта полбы Руно, а очень слабая восприимчивость (4%) у нового сорта твёрдой пшеницы Золотая (рис.3).

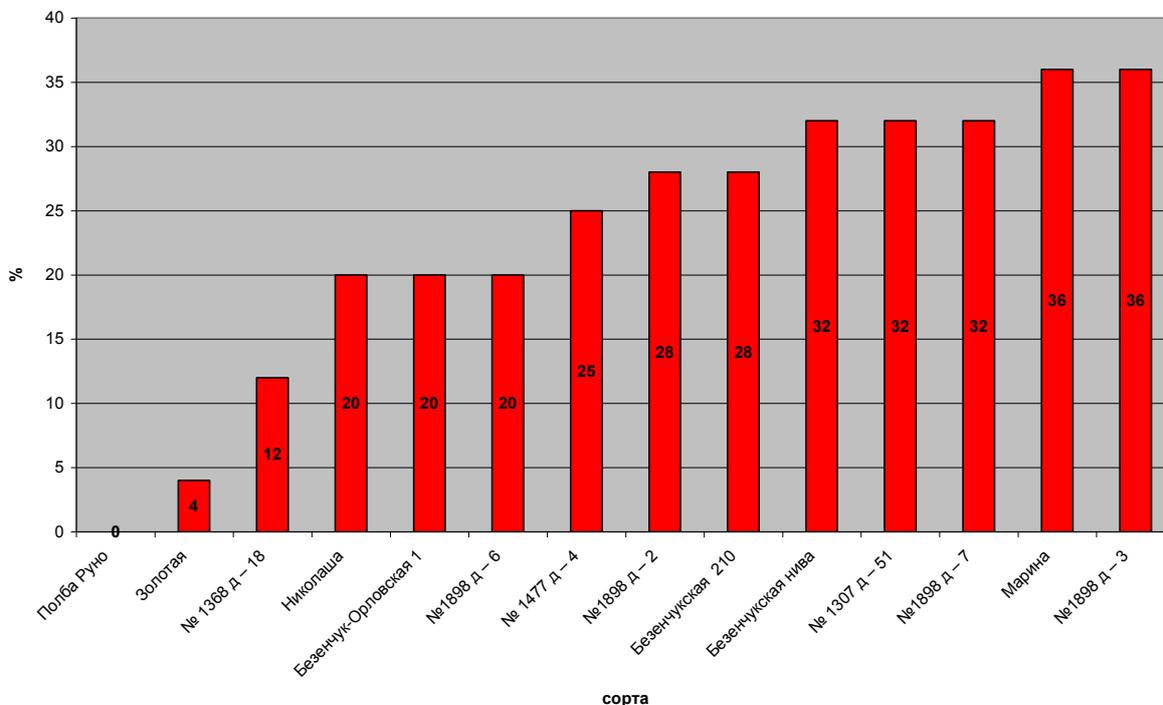


Рис. 3. Поражение мучнистой росой твёрдой пшеницы и полбы, % развития, среднее за 2016-2017 гг.

Более высокая устойчивость к полеганию отмечена у селекционной линии голозёрной полбы № 1898 д-2 и сорта Николаша, наиболее склонны к полеганию были сорт полбы Руно и линии твёрдой пшеницы №1368 д-18 и №1477 д-4. (рис. 4).

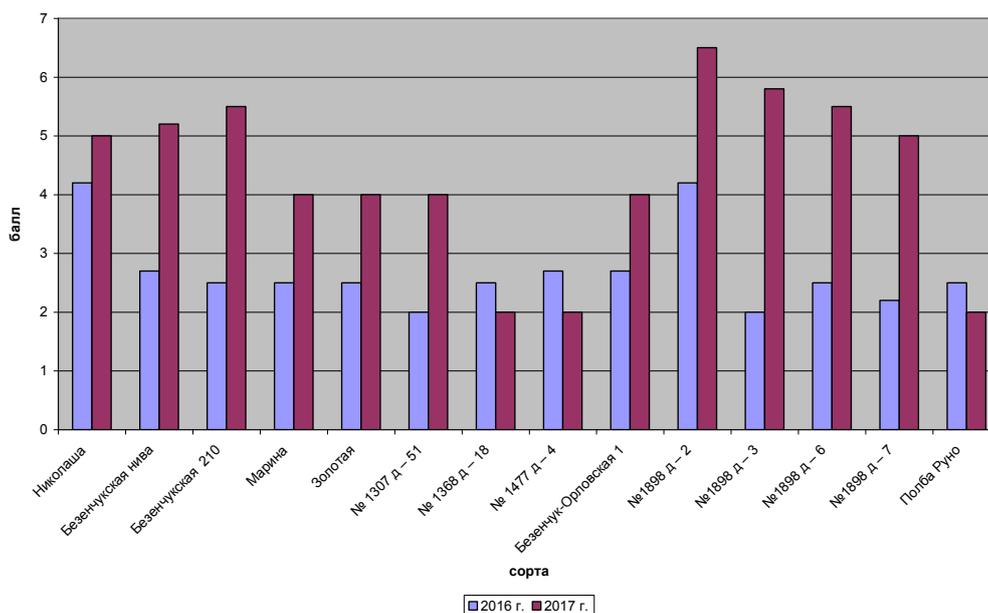


Рис. 4. Устойчивость к полеганию яровой твёрдой пшеницы и полбы, балл

Следует учесть, что линии голозёрной полбы (межвидовых гибридов) превосходили по содержанию белка сорта и селекционные линии твёрдой пшеницы на 1,1% и 1,7%. Лучшие линии голозёрной полбы не уступали по содержанию белка в зерне полбе сорта Руно. Все линии крупяного назначения улучшены в процессе селекции относительно полбы (сорт Руно) по содержанию каротиноидных пигментов и числу падения. Значения признака «число падения» у них больше, чем у сортов и селекционных линий твёрдой пшеницы. Они также имели стекловидное зерно, значительно превосходящее по доле стекловидных зерен в исследованной пробе требования ГОСТ для первого класса [2].

На основании проведенной селекционной работы совместно с Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова передан новый сорт яровой твердой пшеницы крупяного направления с комплексом лучших показателей в сочетании с высокой продуктивностью Безенчук-Орловская 1 (селекционная линия № 1898 д-9). Характеристика качества крупы нового сорта Безенчук-Орловская 1 представлена в таблице 4.

Таблица 4

**Характеристика по качеству крупы нового сорта пшеницы яровой твёрдой  
Безенчук-Орловская 1, 2014-2016 гг.**

№п/п	Показатели	Полба Руно	Безенчук-Орловская 1
1	Вкусовые качества каши, балл	40	40
2	Запах, балл	25	25
3	Консистенция, балл	20	19
5	Цвет каши, балл	10	15
6	Суммарная оценка каши, балл	95	99
7	Разваримость крупы	2,67	2,72
8	Водопоглотительная способность	1,95	2,03
9	Число падения, сек.	434	345

Сорт пшеницы яровой твёрдой Безенчук-Орловская 1 создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции  $F_3$ , полученной от скрещивания Памяти Чеховича (*Triticum durum*)×к-9934 (*Triticum dicoccum*). Разновидность леукурум. Опушение наружной поверхности нижней колосковой чешуи отсутствует. Соломина полая. Окраска остей беловатая. Колос при созревании белый. Отличается высокой устойчивостью к листовым пятнистостям, вызываемым *Alternaria ssp.* и *Fusarium ssp.* Рекомендуется для возделывания в условиях Центрально–Черноземного и Средневолжского регионов.

Таким образом, на основании комплексных исследований, установлено, что лучшие современные сорта и селекционные линии твердой яровой пшеницы и селекционный материал межвидовых гибридов, выращенных в условиях Орловской области, не уступают и превосходят по урожайности сорта яровой мягкой пшеницы, что открывает реальные перспективы производства зерна для получения макаронной муки и крупы. По результатам структурного и других анализов можно выделить сорта твёрдой яровой пшеницы Безенчукская Нива, Безенчукская 210 и линии межвидовых гибридов Безенчук-Орловская 1, № 1898д-3, № 1898д-6, обладающие комплексом лучших показателей, в сочетании с высокой продуктивностью. Для дальнейшей селекции яровой твёрдой пшеницы и голозёрной полбы в Центральной России выявлены источники полезных признаков и свойств на основе селекционного материала, созданного в Самарском НИИСХ им. Н.М. Тулайкова.

#### Литература

1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Павловская Н.Е., Мальчиков П.Н., Костромичева Е.В., Гагарина И.Н., Костромичева В.А. Перспективы выращивания новых сортов твёрдой пшеницы в условиях Орловской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. № 2 (14). – С. 52-58.
2. Мальчиков П.Н., Сидоренко В.С., Мясникова М.Г., Наумкин Д.В. Оценка в эколого-географическом эксперименте адаптивности генотипов твердой пшеницы и дифференцирующей способности условий среды (годы, пункты) // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2016. – № 2. – С.120-126.
3. Боровик А.Н. Селекция и возвращение в культуру исчезающих и редких видов пшеницы: шарозёрной (*Triticum sphaerococcum* Perc.), полбы (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.), твёрдой (*Triticum durum* Desf.) и создание тритикале шарозёрной (*Triticale sphaerococcum*) для диверсификации производства высококачественного зерна. Автореф. дисс. .... докт. с-х. наук. Краснодар, – 2016, – 48 с.
4. Мальчиков П.Н., Зотиков В. И., Сидоренко В.С., Шаболкина Е.Н., Мясникова М.Г., Огаян Т.В. Перспективы улучшения крупяных качеств твердой пшеницы в процессе селекции // Зернобобовые и крупяные культуры, 2016. № 3. – С.101-108.
5. Зверев С.В., Политуха О.В., Стариченков А.А., Абрамов П.С. Полба и Спельта - возвращение к истокам // Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал. – 2015. – №6-7 (194). – С. 48-50 (Украина).
6. Темирбекова С. К., Ионов Э.Ф., Ионова Н.Э., Афанасьева Ю.В. Использование древних видов пшеницы для укрепления иммунной системы детского организма. // Аграрный вестник Юго-Востока, – 2014. № 1-2 (10-11). – С.46-48.

### CREATION AND IDENTIFICATION OF VALUABLE CEREAL-BREEDING LINES ON THE BASIS OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF HARD WHEAT AND EMMER WHEAT

V.S. Sidorenko, P.N. Malchikov\*, M.G. Myasnikova\*,  
G.A. Budarina, D.V. Naumkin, V.A. Kostromicheva,  
Zh.V. Starikova, F.V. Tugareva, A.A. Gorkov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»  
\*FGBNU «SAMARA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE  
NAMED AFTER N.M. TULAJKOV»

**Abstract:** The article presents experimental data on the selection of spring hard wheat and interspecific hybrids of tetraploid wheat. Features of some hullless lines obtained as a result of crossing the spring hard wheat (*Triticum durum* Desf.) and emmer wheat (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.) are shown. Based on the results of many years of research, the best genotypes of hard spring wheat were identified: the varieties *Bezenchukskaya Niva*, *Bezenchukskaya 210* and lines of interspecific hybrids (hull emmer wheat): №1898d-3, №1898d-6, having a complex of the best indicators in combination with high productivity. For the further selection of spring hard wheat and hullless emmer wheat in central Russia, sources of useful attributes and properties have

*been identified. Characteristics of a new variety of spring durum wheat groats directions Bezenchuk-Orlovskaya 1, handed over in 2016 to the State Variety Test, was given.*

**Keywords:** selection, spring hard wheat, interspecific hybrids, hulless emmer wheat, variety, line, yield.

УДК 633.2

## СТРУКТУРА И КАЧЕСТВО КОРМОВОЙ МАССЫ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

**З.А. ЗАРЬЯНОВА, С.В. КИРЮХИН, С.В. БОБКОВ,**

кандидаты сельскохозяйственных наук

**Д.Е. МЕРКУЛОВ**

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: office@vniizbk.orel.ru

*Проведено изучение структуры сухого вещества различных видов и сортов многолетних трав. Установлено, что их кормовая масса состояла из 28,2-65,5% стеблей (в среднем 48,3%), и 34,5-71,8% листьев и соцветий (в среднем 51,7%). Содержание сырого протеина в кормовой массе отдельных видов многолетних трав колебалось от 6,3 до 19,3%. В сухом веществе бобовых трав содержалось 14,9-19,6% сырого протеина, злаковых трав – 6,3-14,3%. Наибольшее количество сырого протеина было сосредоточено во фракциях листьев и соцветий – 58,0-84,5% (в среднем 71,2%). В стеблях содержалось 15,6-42,0% (в среднем 28,8%) сырого протеина кормовой массы. Наибольшим сбором сырого протеина с урожаем характеризовались клевер луговой, люцерна изменчивая, эспарцет песчаный, костреч безостый, канареечник тростниковый.*

**Ключевые слова:** многолетние травы, виды, урожайность, сухое вещество, сырой протеин, структура урожая, листья, стебли, облиственность.

Наиболее дешёвым и доступным источником кормов для животноводства являются многолетние травы. Эти культуры используются для получения высокопитательной кормовой массы, богатой протеином, углеводами, ценными аминокислотами, витаминами, макро- и микроэлементами [1].

Многолетние травы неприхотливы к условиям произрастания, возделываются на полевых землях, сенокосах и пастбищах для получения зелёного корма, сена, сенажа, силоса, сенной муки, гранул, брикетов. Они хорошо сочетаются в травосмесях, а имея различную скороспелость, используются в системе зелёного конвейера [1, 2, 3, 4, 5].

Полезным качеством многолетних трав является их почвоулучшающая способность. Благодаря симбиозу с азотфиксирующими бактериями, бобовые многолетние травы обогащают почву азотом, доступным для усвоения другими растениями. Злаковые многолетние травы улучшают структуру почвы, препятствуют ветровой и водной эрозии. Использование бобовых и бобово-злаковых травосмесей многолетних трав в севооборотах увеличивает урожаи зерновых, крупяных, пропашных культур за счёт обогащения почвенной среды легкоусвояемым азотом. При этом увеличивается эффективность применения других агротехнических мероприятий, усиливается действие различных препаратов и ростактивирующих веществ [1, 6, 7, 8].

Питательная ценность кормовой массы многолетних трав определяется сочетанием органических и минеральных веществ в их составе. Важным показателем качества корма является содержание в его составе белка, являющегося незаменимым элементом питания животных. Содержание протеина в кормовой массе в значительной степени определяется структурой урожая многолетних трав. Наиболее богатой белком частью растений являются листья, они мягче и нежнее стеблей, содержат меньше клетчатки и охотнее поедаются

животными. Вследствие этого имеет значение подбор для возделывания сортов, имеющих высокую облиственность. Вследствие случающихся потерь части листьев при заготовке сена необходимо подбирать для возделывания виды и сорта многолетних трав, имеющих высокое содержание протеина не только в листьях, но и в стеблях [9, 10, 11].

Использование видов и сортов многолетних трав с высокой продуктивностью кормовой массы, повышенным содержанием протеина, адаптированных к условиям произрастания, позволит повысить эффективность отрасли кормопроизводства Орловской области.

#### Материал и методика исследований

Исследования были проведены в 2014-2015 гг. на базе опытного поля ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, в условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона и лесостепной зоны РФ. Почва опытного участка места проведения опытов – тёмно-серая лесная среднесуглинистого состава, слабокислая ( $pH_{\text{сол.}} = 5,5$ ). Содержание гумуса составляет 5,1%,  $K_2O$  – 7,8 мг/100 г почвы,  $P_2O_5$  – 18,6 мг/100 г почвы.

Закладка питомников, полевые наблюдения, оценка морфологических и хозяйственных признаков, учёт урожайности проведены в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [12]. Посев делянок был осуществлён селекционной сеялкой СКС-6-10 рядовым способом (расстояние между рядками – 0,15 м). Площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>, повторность – четырёхкратная. Урожайность зелёной массы учитывали в фазу начала цветения культур путём скашивания и взвешивания кормовой массы с делянок. Сбор сухого вещества определяли методом пробного снопа весом 1 кг, отобранного во время учёта урожайности зелёной массы, с последующим его высушиванием до воздушно-сухого состояния и взвешивания. Качество корма видов и сортов многолетних трав определяли в лаборатории физиологии и биохимии института на основе химического анализа средних проб, отобранных в фазу начала цветения. Содержание общего азота устанавливали по методу Къельдаля на анализаторе ИДК – 152 с использованием VELP Scientifica (Италия). Коэффициент перевода общего азота в сырой протеин – 6,25 [13]. Сбор сырого протеина с урожаем определяли путём перерасчёта его содержания в образце на урожайность сухого вещества. В исследовании были представлены 19 сортов и селекционных номеров 11 различных видов многолетних трав, полученных от ведущих научно-исследовательских учреждений Российской Федерации (табл. 1).

Таблица 1

#### Наименование и происхождение видов и сортов многолетних трав, представленных в исследовании (2014-2015 гг.)

№ п/п	Вид многолетних трав	Сорт многолетних трав	Происхождение
1.	Клевер луговой	Памяти Лисицына	ВНИИЗБК
2.	Клевер белый	ВИК 70	ВНИИ кормов
3.	Лядвенец рогатый	Мозырянин	Беларусь
4.	Люцерна изменчивая	Вега 87	ВНИИ кормов
5.	Люцерна изменчивая	Превосходная	Беларусь
6.	Эспарцет песчаный	Павловский	Воронежская ОС
7.	Эспарцет песчаный	СибНИИК 30	СибНИИ кормов
8.	Эспарцет песчаный	Михайловский 5	СибНИИ кормов
9.	Эспарцет песчаный	Розовый 95	НИИСХ Юго-Востока
10.	Двукосточник тростниковый	Первенец	Ленинградский НИИСХ
11.	Житняк гребневидный	Павловский 12	Воронежская ОС
12.	Кострец безостый	СГП 07/12	ВНИИЗБК
13.	Кострец безостый	Павловский 22/05	Воронежская ОС
14.	Кострец безостый	Воронежский 17	Воронежская ОС
15.	Кострец безостый	Усход	Беларусь
16.	Овсяница луговая	ВИК 5	ВНИИ кормов
17.	Овсяница луговая	Зорька	Беларусь
18.	Райграс пастбищный	ВИК 66	ВНИИ кормов
19.	Тимофеевка луговая	СГП 04/09	ВНИИЗБК

Метеорологические условия 2014-2015 гг. характеризовались повышенной температурой воздуха и пониженным количеством осадков в период активной вегетации растений в сравнении с многолетними данными. Среднемесячная температура воздуха в мае-августе 2014 года была выше многолетних данных на 2,1 °С, 2015 года – на 1,4 °С. Сумма осадков в среднем за месяц этого периода составляла к многолетнему уровню 66,9% и 67,0% соответственно.

### Результаты исследований и их обсуждение

Изучение структуры урожая кормовой массы показало, что сухое вещество многолетних трав содержало от 28,2 до 65,5% стеблей (в среднем 48,3%), и от 34,5 до 71,8% листьев и соцветий (в среднем 51,7%) (табл. 2).

В 2014 году по наибольшему содержанию стеблей в сухой массе выделялись тимофеевка луговая и кострец безостый (65,5 и 63,3% соответственно). Также была высокая доля стеблей у люцерны изменчивой – 60,1% и двухкосточника тростникового – 55,2%. У сортов клевера лугового средняя доля стеблей в сухой массе составляла 51,6%. Доля листьев и соцветий была наиболее высокой у клевера белого – 67,7%, лядвенца рогатого – 57,6%, эспарцета песчаного – 57,2% и райграса пастбищного – 53,2%.

В 2015 году более половины стеблей в сухой массе имели только растения житняка гребневидного – 55,5%. Сухая масса остальных трав содержала больше листьев и соцветий. Выделились по этому показателю овсяница луговая – 71,8% и двухкосточник тростниковый – 64,0%. Облиственность других трав в опыте составляла 50,3-53,2%. В сухой массе клевера лугового содержалось 56,8% листьев и соцветий, люцерны изменчивой – 53,2%, эспарцета песчаного – 53,2%.

Таблица 2

### Содержание различных фракций в составе сухого вещества многолетних трав и их доля в сборе сырого протеина с урожаем

Наименование вида многолетних трав	Доля в урожае сухого вещества, %		Доля в сборе сырого протеина, %	
	листья и соцветия	стебли	листья и соцветия	стебли
<b>Урожай 2014 г.</b>				
Клевер луговой	48,4	51,6	69,8	30,2
Клевер ползучий	67,7	32,3	76,6	23,4
Люцерна изменчивая	39,9	60,1	61,7	38,3
Лядвенец рогатый	57,6	42,4	77,3	22,7
Эспарцет песчаный	57,2	42,8	76,1	23,9
Двукосточник тростников.	44,8	55,2	65,1	34,9
Кострец безостый	36,7	63,3	64,0	36,0
Райграс пастбищный	53,2	46,8	74,5	25,5
Тимофеевка луговая	34,5	65,5	58,0	42,0
<b>Урожай 2015 г.</b>				
Клевер луговой	56,8	43,2	75,4	24,6
Люцерна изменчивая	53,2	46,8	74,4	25,6
Эспарцет песчаный	50,3	49,7	72,1	27,9
Двукосточник тростников.	64,0	36,0	81,4	18,6
Житняк гребневидный	44,5	55,5	61,7	38,3
Кострец безостый	51,8	48,2	71,4	28,6
Овсяница луговая	71,8	28,2	84,5	15,5
<b>Среднее по травам</b>	<b>52,2</b>	<b>47,8</b>	<b>71,5</b>	<b>28,5</b>
Максимальное	71,8	65,5	84,5	42,0
Минимальное	34,5	28,2	58,0	15,6

Содержание белка в сухой массе является одним из важнейших показателей, определяющих питательную ценность корма. Установлено, что кормовая масса различных

видов многолетних трав содержала от 6,3 до 19,3 % сырого протеина, в среднем 13,8 % (табл. 3).

В сухой массе бобовых трав количество сырого протеина колебалось от 14,9 до 19,6%. Наиболее богаты протеином были растения клевера белого – 19,6%. Клевер луговой содержал в своём составе 16,2-16,5%, люцерна изменчивая – 14,9-17,5%, эспарцет песчаный – 16,2-16,6%, лядвенец рогатый – 16,0% сырого протеина.

Сухая масса злаковых трав содержала от 6,3 до 14,3 % сырого протеина. Наиболее богата белком была сухая масса двукисточника тростникового – 13,7-14,3%, житняка гребневидного и овсяницы луговой – 12,0-12,3%, костреца безостого – 8,8-12,4%. Тимофеевка луговая и райграсс пастбищный были беднее этим компонентом и имели в своём составе только 6,3-7,4% сырого протеина.

Таблица 3

**Содержание сырого протеина в сухом веществе различных видов многолетних трав и их отдельных фракциях**

Наименование вида	Содержание сырого протеина, %		
	сухое вещество	в том числе	
		стебли	листья и соцветия
<b>2014 год</b>			
Клевер луговой	16,2	8,4	21,2
Клевер ползучий	19,6	14,2	22,2
Люцерна изменчивая	14,9	9,5	23,0
Лядвенец рогатый	16,0	8,6	21,5
Эспарцет песчаный	16,6	9,1	22,3
Двукисточник тростниковый	13,7	8,6	19,8
Кострец безостый	8,8	5,0	15,3
Райграсс пастбищный	7,4	4,0	10,3
Тимофеевка луговая	6,3	4,0	10,5
<b>2015 год</b>			
Клевер луговой	16,5	8,6	22,4
Люцерна изменчивая	17,5	9,6	24,5
Эспарцет песчаный	16,2	9,0	23,3
Двукисточник тростниковый	14,3	7,4	11,2
Житняк гребневидный	12,0	8,3	16,7
Кострец безостый	12,4	7,4	17,0
Овсяница луговая	12,5	6,9	14,7
<i>Среднее</i>	13,8	8,0	18,5
<i>Максимальное</i>	19,6	14,2	24,5
<i>Минимальное</i>	6,3	4,0	10,3

Содержание протеина в стеблях изучаемых видов трав было ниже, чем в целом в растениях, и составляло от 4,0 до 14,2% (в среднем 8,0%). При этом значительных различий между злаками и бобовыми не было. В стеблях злаковых трав присутствовало от 4,0 до 8,6% протеина. Среди них по этому показателю отличились двукисточник тростниковый – 7,4-8,6%, житняк гребневидный – 8,3%. Стебли костреца безостого в различные годы исследования в среднем по сортам содержали в своём составе 5,0-7,4% сырого протеина. Стебли бобовых трав в сравнении со злаковыми травами были более богаты протеином – 8,4-14,2%. Наибольшим количеством сырого протеина характеризовались стебли клевера ползучего (14,2%). Стебли клевера лугового, люцерны изменчивой, эспарцета песчаного, люцерны изменчивой в своём составе имели от 8,4 до 9,6% этого компонента.

В листьях и соцветиях изучаемых видов трав наблюдалось в среднем в 2,3 раза больше сырого протеина, чем в стеблях. Количество протеина в листьях и соцветиях колебалось от 10,3 до 24,5% (в среднем 18,2%). При этом листья и соцветия бобовых трав имели в своём составе больше протеина (21,2-24,5%), чем злаковые травы (10,3-19,8%). Среди злаков

наименее богаты протеином были листья и соцветия райграса пастбищного и тимофеевки луговой – 10,3 и 10,5% соответственно. Листья и соцветия костреца безостого имели 15,3-17,0% сырого протеина, двухкосточника тростникового – 11,2-19,8%, овсяницы луговой и житняка гребневидного – 14,7-16,7%.

Наиболее высокое содержание сырого протеина наблюдалось в листьях и соцветиях клевера лугового и лядвенца рогатого – 21,2-22,4%, клевера ползучего и эспарцета песчаного – 22,2-23,2%, люцерны изменчивой – 23,0-24,5%.

Наибольшая доля белка в сухой массе изучаемых видов многолетних трав была сосредоточена во фракции листьев и соцветий – от 58,0 до 84,5% (в среднем 71,2%). Во фракции стеблей содержалось 15,5-42,0% (в среднем 28,8%) от всего протеина кормовой массы трав (табл. 2).

Наряду с урожайностью кормовой массы важное значение имеет сбор сырого протеина и выход листьев и соцветий с единицы площади. Исследования показали значительные различия между отдельными видами многолетних трав по этим показателям (табл. 4).

Среди видов многолетних трав высокой урожайностью сухого вещества характеризовались: кострец безостый – 11,9 т/га в 2014 г., 20,3 т/га в 2015 г., 16,1 т/га в среднем за 2 года; двухкосточник тростниковый – 18,1, 11,8, 15,0 т/га; люцерна изменчивая – 18,1, 9,7, 13,9 т/га; клевер луговой – 12,5, 12,1, 12,3 т/га, эспарцет песчаный – 13,0, 10,3, 11,6 т/га соответственно (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность и качество кормовой массы различных видов многолетних трав, в среднем по сортам**

Наименование вида многолетних трав	Урожайность сухого вещества, т/га	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, т/га	Облиственность, %	Выход листьев с урожаем, т/га
<b>Урожай 2014 г.</b>					
Клевер луговой	12,5	16,2	2,0	56,8	7,1
Клевер ползучий	3,4	19,6	0,7	67,2	2,3
Люцерна изменчивая	18,1	14,9	2,8	45,6	8,2
Лядвенец рогатый	5,4	16,0	0,9	57,6	3,1
Эспарцет песчаный	13,0	16,6	2,2	56,4	7,3
Двукосточник тростниковый	18,1	13,7	2,5	44,8	8,1
Кострец безостый	11,9	8,8	1,0	36,7	4,4
Райграс пастбищный	5,9	7,4	0,4	53,2	3,1
Тимофеевка луговая	10,3	6,3	0,6	34,5	3,6
<b>Урожай 2015 г.</b>					
Клевер луговой	12,1	16,5	2,0	57,3	6,9
Люцерна изменчивая	9,7	17,5	1,7	53,2	5,2
Эспарцет песчаный	10,3	16,2	1,7	50,3	5,2
Двукосточник тростниковый	11,8	14,3	1,7	63,9	7,6
Житняк гребневидный	10,3	12,0	1,2	44,4	4,6
Кострец безостый	20,3	12,4	2,5	51,9	10,5
Овсяница луговая	8,9	12,5	1,1	71,8	6,4
<b>Среднее по травам</b>	<b>11,4</b>	<b>13,8</b>	<b>1,6</b>	<b>50,9</b>	<b>5,8</b>
Максимальное	20,3	19,6	2,8	71,8	10,5
Минимальное	3,4	6,3	0,4	34,5	2,3

Наиболее высокий сбор сырого протеина с урожаем сухого вещества отмечен у люцерны изменчивой – 2,8 т/га в 2014 г., 1,7 т/га в 2015 г., 2,3 т/га в среднем за год; клевера лугового – 2,0, 2,0, 2,0 т/га, эспарцета песчаного – 2,2, 1,7, 1,9 т/га, костреца безостого – 1,0, 2,5, 1,8 т/га; двухкосточника тростникового – 2,5, 1,7, 2,1 т/га соответственно. Житняк

гребневидный, овсяница луговая, лядвенец рогатый, клевер ползучий, тимофеевка луговая, райграсс пастбищный были менее урожайными и обеспечили сбор сырого протеина в пределах 0,4-0,9 т/га.

Выход листьев и соцветий с урожаем кормовой массы колебался по видам трав в широких пределах – от 2,3 до 10,5 т/га (в среднем 5,8 т/га). Наиболее высокий сбор листьев и соцветий обеспечили клевер луговой – 7,1 т/га в 2014 г., 6,9 т/га в 2015 г., 7,0 т/га – в среднем за 2 года; люцерна изменчивая – 8,2, 9,7, 8,9 т/га; эспарцет песчаный – 7,3, 5,2, 6,2 т/га; кострец безостый – 4,4, 10,5, 7,5 т/га; двукисточник тростниковый – 8,1, 7,6 7,9 т/га соответственно.

### Заключение

Изучение структуры урожая показало, что сухая масса изученных видов многолетних трав состояла из 28,2-65,5% стеблей (в среднем 48,3%), и 34,5-71,8% листьев и соцветий (в среднем 51,7%). Содержание сырого протеина в сухом веществе многолетних трав колебалось от 6,3 до 19,3%. Бобовые многолетние травы были наиболее богаты сырым протеином – 14,9-19,6% сырого протеина в сухом веществе. Содержание этого элемента питания в злаковых травах было ниже и составляло 6,3-14,3%. Наибольшее количество сырого протеина было сосредоточено во фракции листьев и соцветий – 58,0-84,5% (в среднем 71,2%). В стеблях содержалось 15,6-42,0% (в среднем 28,8%) протеина кормовой массы.

Высокую урожайность сухого вещества в среднем за год сформировали кострец безостый – 16,1 т/га, двукисточник тростниковый – 15,0 т/га, люцерна изменчивая – 13,9 т/га, клевер луговой – 12,3 т/га, эспарцет песчаный – 11,6 т/га. Эти виды многолетних трав обеспечили с единицы площади наибольший сбор сырого протеина, составивший в среднем за год 1,8-2,2 т/га.

### Литература

1. Косолапов В.М., Шамсутдинов З.Ш., Ившин Г.И. и др. Основные виды и сорта кормовых культур: Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса РАН. – М.: Наука, 2015. – 545 с.
2. Новосёлова А.С., Новосёлов М.Ю., Бекузарова С.А. и др. Адаптивная селекция и сорта клевера нового поколения для различных почвенно-климатических условий России // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – С. 271-278.
3. Зарьянова З.А., Кирюхин С.В., Степанова Е.И., Теплухина И.С. Продуктивность и качество корма из сортов и селекционных номеров клевера лугового // Земледелие. – 2014. – № 4. – С. 11-14.
4. Зарьянова З.А., Осин А.А., Кирюхин С.В., Кормовая продуктивность и долголетие отдельных видов многолетних трав и травосмесей в условиях Орловской области // Зернобобовые и крупяные культуры, 2014. – № 1 (9). – С.72-79.
5. Зарьянова З.А., Кирюхин С.В., Осин А.А. Экологическая оценка различных видов и сортов многолетних трав в условиях Орловской области // Земледелие, 2016. – № 4. – С. 39-42
6. Спиридонов А.М. Многолетние бобовые травы как источник биологического азота в земледелии // Земледелие. – 2007. - № 3. – С. 14-15.
7. Кирсанова Е.В. Изучение эффективности использования биопрепаратов на зерновых, зернобобовых и крупяных культурах // Вестник ОрёлГАУ. – 2011. – № 5. – С. 111-115.
8. Лысенко Н.Н., Кирсанова Е.В. Управление агробиоценозом сои // Образование, наука и производство. – 2014. – № 2 (7). – С. 52-60.
9. Косолапов В.М., Воронкова Ф.В. Количественная и качественная характеристика сырого протеина кормовых растений, кормов и биологического материала животных и птицы. – М.: Угрешская типография, 2014. – 160 с.
10. Бекузарова С.А., Беляева В.А., Бушуева В.И. Биохимическая оценка селекционных образцов клевера лугового // Кормопроизводство. – 2008. – № 11. – С. 21-23.
11. Кирюхин С.В., Зарьянова З.А., Бобков С.В. Оценка качества кормовой массы сортов и селекционных номеров клевера лугового по содержанию сырого протеина // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 90-95.
12. Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами. – М.: ВИК, 1987. – 200 с.
13. ГОСТ 32044.1-2012 (ISO5S83-1:2005). Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Часть 1. Метод Къельдаля. Дата введения 2014-07-01.

## STRUCTURE AND QUALITY OF FODDER MASS OF DIFFERENT TYPES OF PERENNIAL GRASSES

Z.A. Zaryanova, S.V. Kiryuhin, S.V. Bobkov, D.E. Merkulov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** The structure of dry matter of various species and varieties of perennial grasses has been studied. It was established that their forage mass consisted of 28,2-65,5% of stalks (on average 48,3%), and 34,5-71,8% of leaves and inflorescences (on average 51,7%). The content of crude protein in the forage mass of individual species of perennial grasses ranged from 6,3 to 19,3%. Dry matter of leguminous herbs contained 14,9-19,6% of crude protein, of cereal grasses – 6,3-14,3%. The greatest amount of protein was concentrated in the fractions of leaves and inflorescences – 58,0-84,5% (an average of 71,2%). The stems contained 15,6-42,0% (an average of 28,8%) of the fodder protein. The largest collection of protein with a crop characterized by red clover, lucerne changeable, sandy sainfoin, smooth brome-grass, reed canary grass.

**Keywords:** perennial grasses, species, yield, dry matter, crude protein, crop structure, leaves, stems, foliage.

УДК 631.4 : 633.2 : 631.5

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ДЕРНОВЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

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

О.А. АНЦИФИРОВА\*, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «КАЛИНИНГРАДСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

E-mail: kaliningradniish@yandex.ru

\*ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Установлена пространственная неоднородность почвы на опытном участке ФГБНУ «Калининградский НИИСХ» со смешанными посевами злаковых трав и козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.), что оказывает влияние на продуктивность зеленой массы и семян. Структура пахотного горизонта – слабоуплотненная, глыбистая, с тенденцией увеличения количества крупных глыб, при возрастании степени гидроморфизма почв. Реакция среды в пахотных почвах близка к нейтральной, содержание гумуса в пахотном горизонте изученных почв соответствует агроэкологическим требованиям галеги восточной. Почвы являются карбонатными, максимум карбонатов приурочен к нижним иллювиальным глееватым горизонтам. Режим влажности почвы показал, что смешанные посевы козлятника восточного со злаковыми травами отличаются высокой продуктивностью на различных ареалах дерновых глееватых почв. Дерновые оглеенные почвы (подтипы дерново-глеевых) обладают высоким потенциальным плодородием для возделывания бобовых культур и козлятника восточного со злаковыми травами в частности.

**Ключевые слова:** смешанные бобово-злаковые посевы, галега восточная, морфологическое строение почвы, дерновые оглеенные почвы, агроэкологические условия, режим влажности.

Более 70% всей площади сельскохозяйственных угодий Калининградской области вовлечены в сферу кормопроизводства, однако обеспеченность скота кормами остается крайне низкой и не превышает 2,5 тыс. тонн кормовых единиц на условную голову скота. В целях обеспечения продовольственной безопасности Калининградской области и удовлетворения потребности населения в продуктах животноводств исходя из медицинских норм ежегодно требуется 390 тыс. тонн молока, 75 тыс. тонн мяса и 250 млн. шт. яиц. В

настоящее время обеспеченность этими продуктами питания местного производства составляет 48, 58 и 82% соответственно. Значительная часть потребности молока (52%) и мяса (42%) удовлетворяется за счет импорта, что не безопасно для нашего географически удаленного региона от России [1]. Из-за недостаточного потребления животными питательных веществ и слабой сбалансированности рационов по энергии, протеину и углеводам в хозяйствах отмечаются высокие затраты кормов, особенно концентратов, наблюдается преждевременная выбраковка животных вследствие нарушения обмена веществ. Поэтому основой для внедрения адаптивно-ландшафтных систем земледелия является агроэкологическая оценка продуктивности почв [2, 3]. Рациональный подбор бобовых культур для различных почвенно-геоморфологических условий позволит повысить продуктивность региональных севооборотов при сохранении почвенного плодородия, внесет вклад в решение проблемы заготовки растительных кормов для интенсивно развивающейся отрасли животноводства Калининградской области.

Цель работы – оценка продуктивности опытных посевов козлятника восточного (*Galega orientalis Lam.*) в смеси со злаковыми травами в зависимости от состояния почвенного покрова.

### **Объект и методы исследований**

Исследования проводили в 2015-2016 гг. на опытном поле Калининградского НИИСХ, которое находится в пределах Полесской моренной равнины и занимает нижнюю часть пологого приречного склона. Почвы осушаются системой закрытого гончарного дренажа со сбросом вод в открытый канал и далее реку Овражка. Для совместного посева использовали козлятник восточный сорта Гале, ежу сборную Аста, тимофеевку луговую Майская 1, овсяницу луговую Павловская, мятлик луговой Данга и райграс пастбищный Псковский местный в соотношении 1/3. Для диагностики почв закладывали разрезы и проводили бурение до 100-130 см. Из пахотного горизонта образцы отбирали в 4-6-кратной повторности. Анализ почвенных образцов почв проводили по методикам: рН<sub>H2O</sub> и рН<sub>KCl</sub> потенциометрически, обменный калий и подвижные фосфаты – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011), гумус по Тюрину, содержание СО<sub>2</sub> карбонатов ацидиметрическим методом с пересчетом на СаСО<sub>3</sub>, плотность сложения – методом режущих колец. Все анализы выполнены в 4-кратной повторности. Статистическая обработка данных проведена в Excel.

### **Результаты и обсуждение**

В геохимическом отношении изученный участок представляет собой трансэлювиально-аккумулятивный элементарный ландшафт (по Б.Б. Польшову – М.А. Глазовской). Почвообразование протекало на моренных валунных карбонатных суглинках под влиянием жестких грунтовых вод. В таких условиях сформировались различные подтипы типа дерново-глеевых почв по классификации 1977 года. Различия в морфологическом строении связаны с пространственной и вертикальной микропестротой гранулометрического состава и степенью гидроморфизма, что является отражением различного положения по микрорельефу. Почвенный покров представлен элементарной почвенной структурой (ЭПС) дерново-грунтово-глееватых легко- и среднесуглинистых почв средне – и сильноглееватых в сочетании с дерновоглеевыми почвами замкнутых микропонижений.

В посевах козлятника восточного и злаковых трав изучена катена длиной 140 м, пересекающая все компоненты ЭПС и ЭПА дерново-глеевой почвы. Гумусовый (пахотный) горизонт почв в пределах ЭПС имеет мощность 20-25 см. Верхняя граница залегания глееватого горизонта начинается сразу под пахотным слоем. Новообразования в профиле почв представлены мелкими черно-бурыми орштейнами, ржавыми пятнами аморфной гидроокиси железа и марганцевыми стяжениями в глееватых горизонтах. Карбонаты встречаются в двух формах: белесые осколки известняков (первичные карбонаты) и мучнистые скопления и прожилки (карбонатные новообразования).

Мощность гумусового горизонта дерново-глеевой почвы 30-32 см, что выше, чем в ЭПС, вследствие более интенсивной гумификации в условиях повышенного увлажнения. Окисленный глеевый горизонт вскрывается с 40 см, а редуцированный с 80 см. Верховодка в

апреле стоит на 80-100 см. Иногда наблюдается два слоя верховодки.

Реакция среды в пахотных горизонтах всех почв нейтральная или близкая к нейтральной по данным солевой вытяжки (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели почвы в смешанных посевах на опытном поле**

Показатели	Компоненты ЭПС		ЭПА
	Дерново- среднеглееватая среднесуглинистая	Дерново- сильноглееватая легкосуглинистая	Дерново-глееватая среднесуглинистая
Рельеф	Склон до 1,5 <sup>0</sup>	Склон 2-3 <sup>0</sup>	Замкнутое
pH <sub>H2O</sub>	7,2	6,8	7,2
pH <sub>KCl</sub>	6,1	5,7	6,0
Подвижный P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,	385	512	426
Обменный K <sub>2</sub> O,	301	236	114
Гумус (%) по слоям: 0-10	4,42	3,12	5,19
10-20	3,50	2,17	4,34
20-30	1,59	0,90	3,81

Вниз по профилю с глубины 30-40 см pH становится слабощелочным в связи с тем, что почвы сформировались на карбонатных отложениях (рис.1).

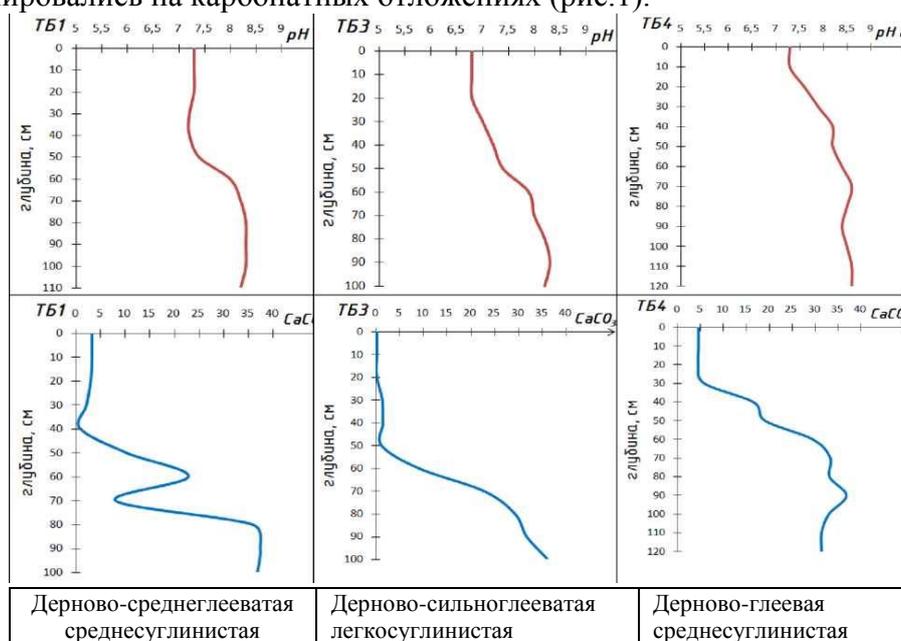


Рис. 1. Варьирование значений pH<sub>H2O</sub> и содержания карбонатов по профилю почв (по данным опорных разрезов)

Для почв на карбонатных породах необходимо изучать содержание карбонатов в профиле. Это позволит сделать выводы об интенсивности карбонатно-иллювиального процесса в почвенно-климатических условиях таежно-лесной сельскохозяйственной зоны. В процессе почвообразования в условиях застойно-промывного типа водного режима карбонаты выщелочены на глубину 40-50 см. Интенсивность выщелачивания минимальная в дерново-глеевой почве, профиль которой находится в зоне капиллярной каймы жестких грунтовых вод, что способствует постоянному подтягиванию карбонатов к поверхности. Степень окарбоначенности иллювиальных горизонтов средняя, с глубиной увеличивается до высокой (более 30% CaCO<sub>3</sub>). Корреляционная взаимосвязь показателя pH<sub>H2O</sub> и содержания CaCO<sub>3</sub> высокая (r = 0,8). Содержание гумуса во всех почвах убывает с глубиной, максимум

приурочен к верхнему 10-сантиметровому слою. Пространственные вариации связаны с агрофизическими свойствами. Так в дерново-сильноглееватой легкосуглинистой почве сразу под среднеуплотненным пахотным горизонтом сформировалась сильнооглеенная сильноуплотненная прослойка плужной подошвы, на которой в сырые периоды скапливается слабая верховодка (табл. 2).

В результате поверхностного переувлажнения формируется восстановительная обстановка, которая приводит к разрушению гумусовых веществ. Поэтому содержание гумуса в этой почве понижено. Количество подвижных фосфатов во всех почвах очень высокое, а обменного калия убывающее по катене: от очень высокого до среднего (см. табл. 1). В дальнейшем следует учитывать, что для изученных почв наиболее объективные результаты будет давать метод Эгнера-Рима.

Таблица 2

**Равновесная плотность почв на опытном участке под смешанными посевами козлятника восточного**

Почва	Горизонт, глубина, см	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Дерново-среднеглееватая среднесуглинистая, ТБ1	Ап 0-20	1,29
	В1г 25 – 40	1,35
Дерново-сильноглееватая легкосуглинистая, ТБ3	Ап 0-20	1,43
	В1г 25 – 40	1,53
Дерново-глееватая среднесуглинистая, ТБ4	Ап 0-20	1,16
	В1г 25 – 40	1,44

В итоге исследований вскрыта пространственная структура почвенного покрова (микрочкомбинации). Исследованные почвы сформировались в экологических условиях слабодренированного участка на высококарбонатных породах. Они отличаются от зональных дерново-подзолистых почв повышенным плодородием. Практически по всем базовым показателям (содержание гумуса, питательных элементов, уровню рН, плотности сложения, гранулометрическому составу) дерновые оглеенные почвы наиболее благоприятны для выращивания бобовых культур (клевера, козлятника, люцерны, донника) в условиях Калининградской области. Лимитирующим фактором будет являться степень гидроморфизма, которая выражается вероятностью и длительностью поверхностного затопления, застоем верховодки вблизи пахотного горизонта, уровнем грунтовых вод. Поэтому решающее значение в поддержании плодородия этих почв имеет своевременный отвод поверхностных вод и эффективность работы осушительных систем.

Учеными установлено, что козлятник восточный может выдерживать 12-15 дневное затопление. Особенно опасно для него близкое залегание грунтовых вод [4]. Преимущества выращивания козлятника восточного заключаются в высокой продуктивности зеленой массы, скороспелости, нектаропродуктивности, кормовой ценности, высоких почвозащитных качествах за счет развития мощной корневой системы и симбиотической азотфиксации на фоне многолетнего использования культуры.

Была изучена продуктивность надземной фитомассы в фазе начала цветения (июнь 2016 г.) в смешанных посевах третьего года пользования. Травосмесь испытывается для создания высокопродуктивных долгодетных сенокосов. Задачей нашего исследования было установление степени влияния на урожайность компонентов микрочкомбинации, различающихся по гидроморфизму. При формировании первого укоса козлятник восточный эффективно использует осенне-зимние запасы влаги, поэтому весенняя засуха для него не столь опасна [4]. Указывается, что наиболее перспективными для возделывания являются районы, где выпадает не менее 450-500 мм осадков. 2014 г. в Калининградской области выдался засушливым (630 мм осадков по метеостанции пос. Заливино Полесского района Калининградской области). В 2015 г. годовая сумма осадков составила 715 мм при средней многолетней 780 мм [5]. Таким образом, влагообеспеченность посевов даже в засушливый

год была достаточной с учетом того, что опытное поле располагается в подчиненном геохимическом ландшафте, принимающем сток с автономных и транзитных участков. Влагозапасы в метровой толще компонентов ЭПС в осенний период характеризовались как удовлетворительные, а в дерново-глеевой почве – хорошие. Это, несмотря на то, что зональные дерново-подзолистые почвы агроландшафтов Полесской равнины испытывали недостаток продуктивной влаги, особенно в октябре – ноябре 2015 г. в связи с засушливой осенью. В зимний период основные потери в растениеводстве озимых культур Калининградской области имели причиной бесснежную и морозную погоду первой декады января. Пополнение влагозапасов произошло только за счет осадков февраля. Март, часть апреля и май в целом были засушливыми, что также неблагоприятно отразилось на продуктивности яровых культур на дерново-подзолистых почвах элювиальных и трансэлювиальных позиций рельефа. Козлятник восточный отличается хорошей зимо- и морозостойкостью, поэтому перезимовка прошла нормально и в апреле наблюдалось дружное отрастание злаков и козлятник восточный [4]. Застоя воды в 2016 году в замкнутом микропонижении не было, отмечалось переувлажнение пахотного слоя всех почв и формирование слабой подпахотной верховодки на склоне и микропонижении.

Анализ продуктивности воздушно-сухой фитомассы показал зависимость от степени гидроморфизма почв. Урожайность зеленой массы оказалась максимальной на дерново-среднеглеевой среднесуглинистой почве слабонаклонного участка поля (в среднем около 8 т/га). Наличие плужной подошвы и сильноглеевого горизонта сразу под пахотным во втором компоненте ЭПС приводит к снижению урожайности на 23,3% общей фитомассы травосмеси и в среднем на 20% галеги восточной. Различия выражены только по фитомассе, а по высоте травостоя они несущественны. Урожайность семян козлятника восточного и сеяных злаковых трав также оказалась выше на участках с дерново-среднеглеевой среднесуглинистой почвой (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность смешанных посевов козлятника восточного (воздушно-сухая масса и семена), 2015-2016 г.**

Показатели	Почвы		
	Дерново-среднеглееватая среднесуглинистая	Дерново-сильноглееватая легкосуглинистая	Дерново-глеевая среднесуглинистая
Общая надземная фитомасса, г/м <sup>2</sup>	812 ± 22	623 ± 31	249 ± 17
Высота козлятника восточного, см	155 ± 8	157 ± 9	-
Масса козлятника восточного, г/м <sup>2</sup> в % от общей массы	$\frac{343 \pm 10}{42,2}$	$\frac{274 \pm 14}{44,0}$	-
Масса сеяных злаков ( <i>Phleum pratense</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Festuca pratensis</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Lolium perenne</i> ), г/м <sup>2</sup> в % от общей массы	$\frac{440 \pm 11}{54,2}$	$\frac{309 \pm 17}{49,6}$	$\frac{240 \pm 13}{96,4}$
Масса сорняков ( <i>Elytrigia (Agropyron repens)</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Solidago gigantean</i> ) г/м <sup>2</sup> в % от общей массы	$\frac{29 \pm 2}{3,6}$	$\frac{40 \pm 6}{6,4}$	$\frac{9 \pm 3}{2,6}$
Урожайность семян, ц/га, <b>Козлятника восточного</b> <b>Сеяные злаки</b>	$\frac{4,1 \pm 0,3}{3,7 \pm 0,2}$	$\frac{3,8 \pm 0,3}{3,3 \pm 0,1}$	-

Наиболее высокий сбор сырого протеина с урожаем сухого вещества отмечен у люцерны изменчивой – 2,8 т/га в 2014 г., 1,7 т/га в 2015 г., 2,3 т/га в среднем за год; клевера лугового – 2,0, 2,0, 2,0 т/га, эспарцета песчаного – 2,2, 1,7, 1,9 т/га, костреца безостого – 1,0, 2,5, 1,8 т/га; двукосточника тростникового – 2,5, 1,7, 2,1 т/га соответственно. Житняк

гребневидный, овсяница луговая, лядвенец рогатый, клевер ползучий, тимофеевка луговая, райграс пастбищный были менее урожайными и обеспечили сбор сырого протеина в пределах 0,4-0,9 т/га.

Анализ погодных условий в год посева привел к ответу о причинах этого явления. Смешанные посевы козлятника восточного со злаковыми травами были проведены в июле, сразу после посева в период всходов август выдался сырым (115 мм осадков). В итоге ливневых осадков произошло временное поверхностное затопление замкнутой микрозападины и длительное стекание внутрпочвенной верховодки. Это и привело к гибели всходов. В итоге общая продуктивность травосмеси резко понизилась, но поскольку смешанные посевы козлятника восточного со злаковыми травами являются многолетними, на 3-4 год пользования травостой их восстанавливается благодаря естественному осыпанию семян и при комбайновой уборке.

### Заключение

Установлено, что дерновые оглеенные почвы (подтипы дерново-глеевых) обладают высоким потенциальным плодородием для возделывания бобовых культур и козлятника восточного в частности. Смешанные посевы козлятника восточного со злаковыми травами отличаются высокой продуктивностью. Факторами, снижающим урожайность в условиях Калининградской области, являются подпахотная верховодка и плужная подошва. В замкнутых микропонижениях происходит полный выпад козлятника восточного в первые два года пользования, затем травостой восстанавливается благодаря осыпанию семян. Поэтому необходимыми мероприятиями являются раскрытие западин, глубокое подпахотное рыхление и щелевание для отвода избыточной влаги. Полученные результаты и рекомендации распространяются на другие бобово-злаковые смешанные посевы на аналогичных почвах, которые встречаются ареалами в условиях низменных слабодренированных равнин, на карбонатных отложениях в северной, центральной и восточной частях Калининградской области [6].

### Литература

1. Государственная программа Калининградской области «Развитие сельского хозяйства» <http://docs.cntd.ru/document/460268838>.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. - Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
3. Красноперов А.Г., Буянкин Н.И. Особенности адаптивно-ландшафтной системы земледелия Калининградской области / Теоретические и практические аспекты развития современной науки // Материалы XIV международной научно-практической конференции. Научно-информационный издательский центр «Институт стратегических исследований». 2014. – С. 63-68.
4. Адаптивная технология возделывания козлятника восточного на корм и семена (рекомендации) / С.Н. Надеждин и др. - Москва: ФГУ РЦСК, 2008. – 48 с.
5. Барина Г.Н. Калининградская область. Климат / Калининград, 2002. – 196 с.
6. Буянкин Н.И., Красноперов А.Г. Научные основы ресурсосберегающего производства кормов в смешанных посевах озимых и яровых бобово-злаковых культур. // Кормопроизводство. 2014. № 5. – С. 24-28.

## INFLUENCE OF STRUCTURE OF CESPITOSE GLEYED SOILS ON EFFICIENCY OF THE MIXED CROPS OF PERENNIAL GRASSES

A.G. Krasnoperov, N.I. Buyankin, O.A. Ancifirova\*

FGBNU «KALININGRAD RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

\*FGBOU HE «KALININGRAD TECHNICAL UNIVERSITY»

**Abstract:** *As a result of researches spatial heterogeneity of the soil on the skilled site of FPBSI Kaliningrad SARI with the mixed crops of cereal herbs and Galega orientalis Lam. is established, what exerts impact on efficiency of green material and seeds. Structure of the arable horizon – is poorly compacted, is lumpy, with a tendency to increase the quantity of large blocks with an increase in the degree of hydromorphism of soils. Reaction of the environment in arable soils is close to neutral, the maintenance of a humus in the arable horizon of the studied soils conforms to agroecological requirements of a Galega orientalis Lam. Soils are carbonate, the*

*maximum of carbonates is dated for the lower illuvial gleyed horizons. The mode of humidity of the soil has shown that the mixed crops of a Galega orientalis Lam with cereal herbs are highly productive in various areas of soddy gley soil. The sod gleyed soils (subtypes of cespitose and gley) have high potential fertility for cultivation of bean cultures and a Galega orientalis Lam. with cereal herbs in particular.*

**Keywords:** the mixed bean and cereal crops, Galega orientalis, the morphological structure of the soil, cespitose gleyed soils, agroecological conditions, the humidity mode.

## ПАМЯТИ КОЛЛЕГИ

### ТАТЬЯНА СЕРГЕЕВНА НАУМКИНА

Отечественная сельскохозяйственная наука понесла тяжёлую утрату – 28 сентября 2017 года на 63-м году жизни скончалась учёный-генетик, селекционер, главный научный сотрудник лаборатории генетики и биотехнологии, заместитель директора по научной работе Всероссийского



научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур, доктор сельскохозяйственных наук Татьяна Сергеевна Наумкина.

Татьяна Сергеевна родилась в деревне Вяжи Новосильского района Орловской области. После окончания агрономического факультета Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева в 1977 году она поступила на работу во Всесоюзный научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур (впоследствии Всероссийский), где трудилась до последнего дня своей жизни. В стенах родного ей института она прошла путь от младшего научного

сотрудника до заместителя директора по научной работе. В 1984 году Татьяна Сергеевна успешно защитила кандидатскую диссертацию по теме «Диаллельный анализ и его использование в селекции гороха», а в 2008 году – докторскую диссертацию по теме «Селекция гороха (*Pisum sativum* L.) на повышение эффективности симбиотической азотфиксации».

Основные направления исследований Наумкиной Т.С. – генетика растений, селекция и семеноводство, микробиология. Ею лично и в соавторстве опубликованы свыше 200 научных работ, в том числе книги, монографии, рекомендации, она соавтор нескольких новых сортов гороха, фасоли.

Татьяна Сергеевна замечательный Ученый человек, посвятивший себя науке не случайно, а по призванию. Она обладала высочайшей работоспособностью, энтузиазмом, способностью к созданию прорывных технологий, отзывчивостью к инновациям. Неуёмная целеустремлённость в решении поставленных задач, необычайное трудолюбие и широкий кругозор теоретических знаний позволили ей получить результаты, имеющие признание в науке и на практике. Научные разработки

**Т.С. Наумкиной широко используются в сельскохозяйственном производстве Орловской области. Она принимала непосредственное участие в разработке и подготовке к изданию ряда рекомендаций и методических пособий по растениеводству, земледелию, довольно часто выступала с докладами на конференциях, совещаниях, семинарах, симпозиумах.**

**Татьяна Сергеевна была всегда доступна для сотрудников и аспирантов института при решении неотложных дел, миролюбива, доброжелательна в общении.**

**Большое внимание Татьяна Сергеевна уделяла подготовке кадров высшей квалификации, просто с трепетом относилась к аспирантам. Под её руководством защищены пять кандидатских диссертаций и ещё несколько были в стадии подготовки.**

**Вместе с мужем – Владимиром Петровичем, доктором сельскохозяйственных наук, профессором воспитала троих детей, которые пошли по стопам родителей. Старший сын Владимир Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук работает в Орловском государственном аграрном университете имени Н.В. Парахина, Дмитрий Владимирович и дочь Мария Владимировна – кандидаты сельскохозяйственных наук работают во ВНИИ зернобобовых и крупяных культур.**

**Татьяна Сергеевна являлась заместителем председателя Учёного совета института, экспертом ВАК, членом Диссертационного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций Орловского государственного аграрного университета имени Н.В. Парахина, заместителем главного редактора Всероссийского научно-производственного журнала «Зернобобовые и крупяные культуры».**

**Успехи в работе отмечены Почётными грамотами и благодарностями Россельхозакадемии, Губернатора и Департамента сельского хозяйства Орловской области.**

**Коллектив института глубоко скорбит по поводу безвременной кончины Татьяны Сергеевны Наумкиной и выражает искренние соболезнования родным и близким покойной.**

### **СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ О ТАТЬЯНЕ СЕРГЕЕВНЕ НАУМКИНОЙ НАДОЛГО СОХРАНИТСЯ В НАШИХ СЕРДЦАХ.**

*Редакционная коллегия журнала «Зернобобовые и крупяные культуры»*

*Коллектив Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур*

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ В ЖУРНАЛЕ

Для подготовки статьи следует использовать текстовый редактор Microsoft Word для Windows: *все поля по 2 см, шрифт Times New Roman, кегль 12 пт, межстрочный интервал – одинарный, абзацный отступ 1 см, выравнивание – по ширине страницы.*

### **Компоновка и требования к разделам текста:**

- в первой строке: **фамилия, имя и отчество;**
- во второй строке: **ученая степень, должность, организация, город;**
- в третьей: **личный электронный адрес автора;**
- далее: **название статьи;**
- далее: **аннотация**

*Аннотация должна отражать суть статьи и состоять из следующих описательных элементов: 1) актуальность исследуемой проблемы; 2) цель статьи (исследования); 3) ведущие подходы к исследованию проблемы (если статья теоретическая) или ведущий метод к исследованию проблемы (если статья содержит экспериментальную часть); 4) основные результаты статьи; 5) теоретическая и практическая значимость статьи.*

- далее: **ключевые слова** (4–8 слов или словосочетаний, разделенных запятыми);
- далее: **основной материал статьи** от 8 до 10 страниц текста (включая таблицы, исключая рисунки и список литературы).

*В тексте статьи необходимо соблюдать следующие разделы:*

**Введение.** *Обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования* (обзор должен давать представление о современном состоянии исследования проблемы в отечественной и зарубежной науке и содержать не менее 5 ссылок на отечественных и не менее 5 ссылок на зарубежных авторов). **Методологическая база исследования** (если статья теоретическая) или **Материалы и методы** (если статья с экспериментом). **Результаты** (основная часть). **Заключение** (здесь может быть отражена авторская рефлексия по проблеме исследования, общие результаты работы, рекомендации и дальнейшие перспективы разработки тематики исследования).

- далее после слов «Ссылки на источники» **список цитируемой литературы**

*В списке литературы указывается не менее 10 источников, при этом часть из них должна соответствовать анализу мирового опыта исследований по представленной проблеме.*

- после списка литературы следует на английском языке продублировать сведения об авторах, название статьи, аннотацию, ключевые слова.

### **Цитирование и сокращения:**

- условные обозначения и сокращения должны быть раскрыты при первом упоминании в основном тексте статьи (в заголовке, аннотации сокращения не допускаются!);
- все цитируемые источники должны быть обозначены в ссылках в конце статьи;
- упоминание фамилии того или иного исследователя в тексте статьи должно в обязательном порядке сопровождаться ссылкой на соответствующую публикацию этого исследователя;
- в списке литературы не должно быть источников, которые не упоминаются в тексте;
- в списке цитируемой литературы источники должны располагаться в порядке упоминания в тексте статьи, а не по алфавиту;
- в тексте статьи номер источника заключается в квадратные скобки.

### **Рисунки и таблицы:**

- таблицы набираются шрифтом Times New Roman, кегль 10 пт.
- допускаются импортированные рисунки только в формате jpg;
- рисунки размещаются непосредственно в тексте статьи без обтекания текстом, исходя из логики изложения;
- рисунки должны сопровождаться подписью и иметь сквозную нумерацию;

### **Рецензия, порядок и подтверждение публикации**

– Все поступающие статьи проходят внутреннюю проверку на соответствие тематике журнала и оригинальность результатов, проверяются на заимствование из открытых источников, проходят процедуру рецензирования экспертами журнала. Рекомендуем авторам до отправки статьи тщательно проверить содержательную и техническую стороны рукописи.

- Рецензии хранятся в редакции журнала в течение 5 лет.