

**ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 2(18) – 2016 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**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Главный редактор

*Зотиков Владимир Иванович – доктор с. -х наук*

Заместитель главного редактора

*Наумкина Татьяна Сергеевна – доктор с. -х наук*

Ответственный секретарь

*Грядунова Надежда Владимировна – к. биол. наук*

*Артюхов А.И., ВНИИ люпина*

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

*Бобков С.В., ВНИИЗБК*

*Бударина Г.А., ВНИИЗБК*

*Васин В.Г., Самарская ГСХА*

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

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

*Задорин А.М., ВНИИЗБК*

*Каскарбаев Ж.А., НПЦЗХ им. А.И. Бараева, Казахстан*

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

*Коротеев В.И., Департамент с. х-ва Орловской области*

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

*Макаров В.И., Тульский НИИСХ*

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

**Парахин Н.В.,** Орловский ГАУ

*Сидоренко В.С., ВНИИЗБК*

*Суворова Г.Н., ВНИИЗБК*

*Тихонович И.А., ВНИИСХМ*

*Фесенко А.Н., ВНИИЗБК*

*Чекмарев П.А., МСХ РФ*

*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>

**Подписной индекс 58294**

Адрес редакции, издателя, типографии:

302502, Орловская область,  
Орловский район, пос. Стрелецкий,  
ул. Молодежная, д.10, корп.1  
тел.:(4862) 40-33-05, 40-30-04  
E-mail: [office@vniizbk.orel.ru](mailto:office@vniizbk.orel.ru)  
[www.vniizbk.ru](http://www.vniizbk.ru)

Дата выхода в свет: 20.06.2016 г.

Формат 60x84/8.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ ВНИИЗБК

Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПАМЯТИ АКАДЕМИКА РАН НИКОЛАЯ ВАСИЛЬЕВИЧА ПАРАХИНА</b> .....	<b>4</b>
<b>Зотиков В.И.</b> Основные этапы деятельности Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции и их роль в развитии селекции и семеноводства в России .....	<b>6</b>
<b>Вишнякова М.А.</b> Коллекция ВИР как основа для расширения горизонтов селекции зернобобовых .....	<b>10</b>
<b>Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И., Осипова А.В., Кочетыгов Г.В., Бугрова В.В., Давыдова Е.И., Щербакова З.Н., Кондратьева О.П., Яшина Н.А.</b> Селекция озимой пшеницы на продуктивность и качество сортов .....	<b>14</b>
<b>Баталова Г.А., Фадеев А.А., Русакова И.И., Тулякова М.В., Градобоева Т.П., Вологжанина Е.Н., Разумова В.В.</b> Методические особенности селекции овса пленчатого Сатур .....	<b>19</b>
<b>Гончаренко А.А.</b> Новые направления в селекции озимой ржи на целевое использование .....	<b>25</b>
<b>Савченко И.В., Зайко Л.Н., Хазиева Ф.М., Цицилин А.Н., Масляков В.Ю.</b> Научные основы создания устойчивой сырьевой базы для лекарственных фитопрепаратов .....	<b>32</b>
<b>Косолапов В.М., Трофимов И. А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П.</b> Управление земельными ресурсами для развития селекции, семеноводства и стабильного производства продукции растениеводства .....	<b>36</b>
<b>Медведев А.М., Пома Н.Г., Осипов В.В., Жихарев С.А.</b> Об устойчивости озимой тритикале к полеганию в связи с высотой стебля, устойчивостью к стрессовым факторам и продуктивностью ...	<b>40</b>
<b>Грабовец А.И., Фоменко М.А.</b> Совершенствование методологии селекции пшеницы в условиях недостаточного увлажнения .....	<b>48</b>
<b>Шевченко С.Н.</b> Научное обеспечение устойчивого ведения растениеводства на юго-востоке Европейской части России в условиях глобального и локального изменения климата .....	<b>54</b>
<b>Прянишников А.И., Савченко И.В., Шабаев А.И.</b> Научные основы адаптивного растениеводства Поволжья .....	<b>60</b>
<b>Зарьянова З.А.</b> У истоков селекции клевера лугового в России .....	<b>67</b>
<b>Дебелый Г.А., Мерзликин А.С.</b> Зернобобовые и пшеница в решении проблемы белка для продовольствия и кормов в РФ .....	<b>74</b>
<b>Коблай С.В.</b> Изучение комбинационной способности различных морфотипов гороха методом топкросса .....	<b>80</b>
<b>Амелин А.В.</b> Повышение активности и эффективности фотосинтеза культурных растений с помощью селекции .....	<b>89</b>
<b>Штырхунов В.Д., Дебелый Г.А., Меднов А.В., Гончаров А.В.</b> Перспективные сорта и технологии для увеличения производства гороха .....	<b>94</b>
<b>Лаптиев А.Б., Кунгурцева О.В.</b> Предпосылки и основы химической защиты гороха от болезней ..	<b>99</b>
<b>Тюрин Ю.С., Косолапов В.М., Гаганов А.П.</b> Перспективы селекции вики посевной на зерно ....	<b>103</b>
<b>Соболева Г.В., Зеленев А.А.</b> Скрининг линий гороха с измененной архитектоникой листового аппарата по морфологическим показателям засухоустойчивости .....	<b>105</b>
<b>Головина Е.В., Зайцев В.Н.</b> Влияние погодных условий на водный режим, пигментный комплекс и продуктивность сои .....	<b>111</b>
<b>Зайцев В.Н., Зайцева А.И., Мазалов В.И.</b> Соя как предшественник озимых культур .....	<b>116</b>
<b>Мальчиков, П.Н., Сидоренко В.С., Мясникова М.Г., Наумкин Д.В., Оганян Т.В.</b> Оценка в эколого-географическом эксперименте адаптивности генотипов твердой пшеницы и дифференцирующей способности условий среды (годы, пункты) .....	<b>120</b>
<b>Наумкин В.Н., Артюхов А.И., Лукашевич М.И., Куренская О.Ю., Агеева П.А.</b> Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов кормового люпина в условиях Центрально-Черноземного региона .....	<b>127</b>
<b>Германцева Н.И., Селезнева Т.В., Демьянова Т.В.</b> Селекция нута на крупность семян .....	<b>133</b>
<b>Нецветаев В.П., Тютюнов С.И., Правдин И.В., Петренко А.В.</b> Нут – перспективная бобовая культура в условиях изменения климата юго-запада ЦЧР РФ .....	<b>137</b>
<b>Микич С., Микич А., Настасич А., Михайлович В., Томичич М., Митрович Б., Станисавлевич Д.</b> Урожай надземной биомассы и его качество при междурядном посеве кукурузы ( <i>Zea mays</i> ) с видами вигны ( <i>Vigna</i> ) .....	<b>143</b>
<b>Серекпаев Н.А., Зотиков В.И., Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А., Муханов Н.К.</b> Урожайность зеленой массы пайзы в зависимости от сроков посева в условиях сухостепной зоны центрального Казахстана .....	<b>149</b>
<b>Копылович В.Л., Шестак Н. М.</b> Сравнительная продуктивность просовидных кормовых культур и эффективность возделывания пайзы в зависимости от количества укусов в условиях республики Беларусь .....	<b>154</b>
<b>Сокурова Л.Х., Тутукова Д.А., Кушхова Д.А.</b> Влияние агротехнических приёмов на продуктивность проса в условиях Кабардино-Балкарии .....	<b>160</b>
<b>Родимцев С.А.</b> Вклад Орловского ГАУ в аграрную науку России и инновационное развитие региона .....	<b>164</b>
<b>Шкотова О.Н., Кононов А.С.</b> Приемы оптимизации азотного питания в смешанных люпино-злаковых посевах .....	<b>169</b>

CONTENT

<b>IN MEMORY OF ACADEMICIAN OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES NIKOLAI VASILIEVICH PARAKHIN</b> .....	<b>4</b>
<b>Zotikov V.I.</b> Key milestones of Shatilovo Agricultural Experiment Station activities and their role in the development of selection and seed farming in Russia .....	<b>6</b>
<b>Visnyakova M.A.</b> VIR's collection as the basis for the expanding horizons of grain legumes breeding .....	<b>10</b>
<b>Sandukhadze B.I., Rybakova M.I., Osipova A.V., Kochetygov G.V., Bugrova V.V., Davydova E.I., Shcherbakova Z.N., Kondrateva O.P., Yashina N.A.</b> Selection of winter wheat to productivity and quality of the varieties .....	<b>14</b>
<b>Batalova G.A., Fadeev A.A., Rusakova I.I., Tulyakova M.V., Gradoboeva T.P., Vologzhanina E.N., Razumova V.V.</b> Methodical features of selection of filmy oats Satur .....	<b>19</b>
<b>Goncharenko A.A.</b> New directions in selection of a winter rye on target use .....	<b>25</b>
<b>Savchenko I.V., Zayko L.N., Chasieva F.M., Tsytilyin A.N., Maslyakov V.Yu.</b> Scientific basis for a sustainable raw material base for medicinal herbal remedies .....	<b>32</b>
<b>Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P.</b> Land management for development breeding, seed production and stable crop production .....	<b>36</b>
<b>Medvedev A.M., Poma N.G., Osipov V.V., Zhiharev S.A.</b> The stability of winter triticale against lodging in connection with stem height, resistance to stress factors and productivity .....	<b>40</b>
<b>Grabovets A.I., Fomenko M.A.</b> Improving wheat breeding methodology in conditions of insufficient humidifying .....	<b>48</b>
<b>Shevchenko S. N.</b> Scientific support for sustainable crop production in the southeast of the European part of Russia in the global and local climate change .....	<b>54</b>
<b>Pryanishnikov A.I., Savchenko I.V., Shabaev A.I.</b> Scientific bases of adaptive crop production of the Volga region .....	<b>60</b>
<b>Zaryanova Z.A.</b> At the sources of selection of red clover in Russia .....	<b>67</b>
<b>Debelyj G. A., Merzlikin A. S.</b> Legumes and wheat in solving the problem of protein for food and feed in the Russian Federation .....	<b>74</b>
<b>Koblay S.V.</b> Study on combining ability of different pea morfotypes by topcross method .....	<b>80</b>
<b>Amelin A. V.</b> Increase of activity and efficiency of photosynthesis of cultivated plants by breeding .....	<b>89</b>
<b>Shtyrhunov V.D., Debelyj G.A., Mednov A.V., Goncharov A.V.</b> Promising varieties and technologies to increase the production of peas .....	<b>94</b>
<b>Laptiev A.B., Kungurtseva O.V.</b> Preconditions and bases of chemical pea crop protection against diseases .....	<b>103</b>
<b>Tyurin Yu.S., Kosolapov V.M., Gaganov A.P.</b> Prospects of selection of common vetch for grain .....	<b>103</b>
<b>Soboleva G.V., Zelenov A.A.</b> Screening of lines of peas with the varied architectonics of the foliar apparatus on morphological indicators of drought resistance .....	<b>105</b>
<b>Golovina E.V., Zajcev V.N.</b> Influence of weather conditions on a water regime, pigmentary complex and productivity of soya .....	<b>111</b>
<b>Zajcev V.N., Zajceva A.I., Mazalov V.I.</b> Soya as a predecessor of winter crops .....	<b>116</b>
<b>Malchikov P.N., Sidorenko V.S., Myasnikova M.G., Naumkin D.V., Oganyan T.V.</b> Evaluation of ecological and geographic adaptability experiment genotypes of durum wheat and differentiating ability of environmental conditions (years, points) .....	<b>120</b>
<b>Naumkin V. N., Artyuhov A.I., Lukashevich M.I., Kurenskaya O. Yu., Ageeva P. A.</b> Agrobiological estimation of breeds of fodder lupine in the conditions of Central Chernozem region .....	<b>127</b>
<b>Germantseva N.I., Selezneva T.V., Demyanova T.W.</b> Selection on the size of a chick pea seeds .....	<b>133</b>
<b>Netsvetaev V.P., Tyutyunov S.I., Pravdin I.V., Petrenko A.B.</b> Chickpea – perspective legume crop in conditions of climate change on south-west TcChR of RF .....	<b>137</b>
<b>Mikić Sanja, Mikić Aleksandar, Nastasić Aleksandra, Mihailović Vojislav, Tomičić Marina, Mitrović Bojan, Stanisavljević Dušan</b> Aboveground biomass yield and quality in intercropping maize ( <i>Zea mays</i> ) with <i>Vigna</i> species .....	<b>143</b>
<b>Serekpayev N.A., Zotikov V.I., Stybaev G.Zh., Baitelenova A.A., Mukhanov N.K.</b> The yield of green mass payza depending on the times of crop conditions in the dry steppe zone of Central Kazakhstan .....	<b>149</b>
<b>Kapylovich V. L., Shestak N. M.</b> Comparative productivity of millet forage crops and the efficiency of cultivation running depending on the number of cuts in the republic of Belarus .....	<b>154</b>
<b>Sokurova L.H., Tutukova D.A., Kushhova D.A.</b> Agrotechnical methods influence on productivity in the millet Kabardino-Balkaria .....	<b>160</b>
<b>Rodimcev S.A.</b> Contribution of the Orel State Agrarian University in the Russian agricultural science and innovation development of the region .....	<b>164</b>
<b>Shkotova O.N., Kononov A.C.</b> Techniques of optimization of nitrogen nutrition in mixed lupino-cereal crops .....	<b>169</b>

## ПАМЯТИ АКАДЕМИКА РАН НИКОЛАЯ ВАСИЛЬЕВИЧА ПАРАХИНА



6 апреля 2016 года перестало биться сердце Николая Васильевича Парахина. Ушел из жизни ректор Орловского государственного аграрного университета доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии наук, Заслуженный деятель науки РФ, Почетный работник высшего образования России, Почетный работник АПК России.

Образование, отечественная сельскохозяйственная наука понесла невосполнимую утрату. Не стало ЧЕЛОВЕКА, ЛИЧНОСТИ, УЧЕНОГО,

КОЛЛЕГИ, ДРУГА, РУКОВОДИТЕЛЯ и ОРГАНИЗАТОРА, ПАТРИОТА своей Родины, жизненный путь которого достоин большого, глубокого уважения и признания. Мудрость и творческая активность, профессионализм, талант и дар предвидения, чуткость, невероятная работоспособность отличали Николая Васильевича на всех участках его работы, где ему приходилось решать масштабные задачи. Обладая неиссякаемой энергией, целеустремленностью, неугасаемым энтузиазмом, безграничной преданностью выбранному пути, он успел сделать в жизни удивительно много – оставил потомкам один из лучших аграрных вузов страны, сельскохозяйственной науке – научное наследие. За годы своей научной деятельности Н. В. Парахин опубликовал более 200 печатных работ, в том числе 25 монографий, книг, учебников и учебных пособий. Основными направлениями его исследований были экологическая устойчивость и эффективность растениеводства.

Видный ученый, руководитель большой научной школы, истинный патриот и гражданин России, Николай Васильевич внес значительный вклад в решение целого ряда важнейших задач по развитию системы образования и подготовки кадров для сельского хозяйства. 26 лет он успешно руководил вузом. Под его началом Орловский ГАУ стал образовательным, научным и культурным центром региона, он активно выступал инициатором интеграции образования, науки и производства. Стремление и настойчивость Николая Васильевича позволили установить плодотворное сотрудничество университета с научными учреждениями, предприятиями АПК и бизнес-сообществом.

Николай Васильевич безмерно любил родной ВУЗ и свой коллектив, особенно трепетно, по-отечески, относился к студентам. Все свои силы и знания он отдавал поддержке и раскрытию таланта студентов, аспирантов и докторантов, созданию условий для их обучения и воспитания. И они отвечали ему взаимностью, уважением, признанием.

Обладая обширными знаниями, богатейшим опытом практической работы, замечательными человеческими качествами Николай Васильевич на всех должностях проявил себя как профессионал высочайшего уровня, принципиальный руководитель, которого отличала прежде всего преданность делу, твердая жизненная позиция. Ничто человеческое ему было не чуждо! Он любил ЖИЗНЬ, ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДУ, НАУКУ!

Николай Васильевич активно участвовал в научной и общественной жизни: являлся председателем Ученого совета и двух диссертационных советов университета, председателем Ассоциации образовательных учреждений Минсельхоза РФ, вице-президентом Российского союза ректоров, председателем координационного межвузовского совета ректоров при администрации Орловской области, главным редактором рецензируемого ВАК журнала «Вестник ОрелГАУ», членом редакционной коллегии научно-производственного рецензируемого ВАК журнала «Зернобобовые и крупяные культуры» и ряда других научных журналов.

Научные заслуги Н. В. Парахина отмечены многими государственными наградами, почетными грамотами и благодарностями, награжден орденом «Знак Почета», орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

Николай Васильевич пользовался заслуженным авторитетом в самых широких кругах российского и зарубежного научного сообщества, у руководителей федерального и регионального уровня, аграриев-практиков, жителей области. Широкий кругозор, высокая профессиональная эрудиция, доброта и отзывчивость снискали Н. В. Парахину заслуженный авторитет и глубокое уважение ученых и коллег по работе.

Мы глубоко скорбим о безвременно ушедшем из жизни Николае Васильевиче Парахине и выражаем искренние глубокие соболезнования родным и близким.

## **СВЕТЛАЯ ЕМУ ПАМЯТЬ!**

*Коллектив Всероссийского научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур*

*Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция ВНИИЗБК*

*Редакционная коллегия научно-производственного журнала «Зернобобовые и крупяные культуры»*

## **ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Н.В. ПАРАХИНА**

**1950** – Николай Васильевич родился в Краснозоренском районе Орловской области, деревня Бобылевка

**1967** – окончил с серебряной медалью школу и поступил в Московскую сельскохозяйственную академию имени К. А. Тимирязева

**1972** – окончил с отличием МСХА имени К. А. Тимирязева

**1972-1976** – аспирант МСХА имени К. А. Тимирязева, защитил кандидатскую диссертацию

**1976** – направлен на работу в Орловский СХИ, преподаватель

**1980-1982** –инструктор, заместитель заведующего сельхозотделом Орловского обкома КПСС

**1982-1986** – ректор Орловского СХИ

**1986-1987** – зав. отделом сельского хозяйства и пищевой промышленности Орловского обкома КПСС

**1987-1994** – инструктор отдела сельского хозяйства и пищевой промышленности ЦК КПСС, г. Москва; инструктор аграрного отдела ЦК КПСС; начальник главного управления высших учебных заведений Госкомиссии Совета Министров СССР по продовольствию и закупкам; начальник Главного Управления высших учебных заведений, подготовки и переподготовки кадров Минсельхозпрода СССР; заместитель гендиректора фирмы «Агропродукт» концерна «Союз-Сатурн»; генеральный директор акционерного общества Агропродукт»

**1994-2016** – избран ректором Орловского СХИ, который в 1995 г. был переименован в Орловскую ГСХА, в 1999 – в Орловский государственный аграрный университет

**1998** – защитил докторскую диссертацию

**2003** – избран действительным членом (академиком) Российской академии сельскохозяйственных наук

**2009** – вице-президент Россельхозакадемии

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШАТИЛОВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА В РОССИИ

**В. И. ЗОТИКОВ**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Сегодня Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции 120 лет! Научные достижения Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции хорошо известны не только в России, но и за рубежом. Общепризнан ее вклад в сельскохозяйственную науку и практику, особенно в области земледелия, агрономического почвоведения, селекции и семеноводства, методики опытного дела.

Сто двадцать лет назад в России в связи с чередой неурожайных бедствий возникла необходимость в создании опытных станций в типичных районах России с целью систематизации, обобщения и проверки разрозненных знаний и многовекового практического опыта землевладельцев-крестьян. По инициативе директора Департамента Земледелия профессора П. А. Костычева в 1896 году в Тульской губернии была организована сельскохозяйственная опытная станция на землях известного в то время землевладельца Ивана Иосифовича Шатилова. Он пожертвовал участок земли в 65 десятин для организации опытной станции и понимал, что ее достижения пойдут, в первую очередь, на пользу его хозяйства. Одновременно были открыты еще 3 опытные станции: Запольская в Петербургской, Костычевская в Самарской и Энгельгардтовская в Смоленской губерниях.

Шатиловская опытная станция, названная в честь отца – Иосифа Николаевича Шатилова, стала всемирно известной благодаря значительным научным достижениям выдающихся ученых, которые открыли большую эпоху химизации земледелия и повышения плодородия почв, нашли пути к разработке и обоснованию основных положений агрономии – селекции и семеноводства в условиях северо-черноземной зоны. Научное наследие станции это основательные разработки по технологиям возделывания различных сельскохозяйственных культур, многочисленные сорта, созданные на станции, с полным правом и основанием работали да и работают сегодня на повышение эффективности сельскохозяйственного производства.

Уже в первые годы своей работы станция становится известной и уважаемой, заслуженную славу ей принесли люди и их дела. Достаточно сказать, что деятельность двух всемирно известных ученых – Александра Никандровича Лебеяднцева и Петра Ивановича Лисицына – это целая эпоха в истории не только Шатиловки, но и всей сельскохозяйственной науки. С именами этих выдающихся деятелей науки связаны многие достижения станции, снискавшие ей заслуженный авторитет и поставившие ее в ряд лучших научных учреждений нашей страны. Их научные достижения впоследствии нашли дальнейшее развитие в работе многих ученых, практиков нескольких поколений.

Под руководством А. Н. Лебеяднцева и его личном участии выполнен значительный объем основных научных работ, во многом определившие направление и методологию научных исследований в области агрохимии, почвоведения и методики агрохимических исследований, по вопросам фосфоритного питания растений на северных черноземах. Неоспоримым вкладом в агрономическую науку являются его стационарные многолетние опыты, которые долгие годы давали ценнейшую научную информацию по динамике плодородия выщелоченных черноземов и сохранившиеся до настоящего времени на Шатиловской СХОС.

Шатиловка – это начало большой эпохи химизации земледелия нашей страны. Сюда входят первые исследования по фосфоритованию и применению других видов и форм удобрений, их доз, способов и сроков внесения в широком диапазоне сельскохозяйственных культур. Впоследствии поколения ученых плодотворно продолжали дело, начатое А. Н.

Лебедянцевым по агрохимии и почвоведению. Наука о почве благодаря работам Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции да и сама почва являются объектом особой заботы человеческой деятельности. Многолетние исследования по фосфатному режиму выщелоченного и оподзоленного чернозема показали: при значительных валовых запасах фосфора и соединений, составляющих резерв почвенного фосфора, содержание его в подвижных, доступных для растений формах невелико, поэтому в современных условиях большая часть площадей пашни, занятых этими почвами, имеет низкую обеспеченность подвижным фосфором. Баланс фосфора в земледелии Орловской области отрицательный.

Шатиловской станцией изучался не только фосфатный фонд черноземов. Широко изучена органическая часть почвы, содержание и состав гумуса, исследованы формы азотных соединений, их изменение в зависимости от длительности антропогенных нагрузок на почву и многие, многие другие вопросы.

С именем П. И. Лисицына связаны успехи станции в селекционной работе, развернутые с большим размахом, на высочайшем методическом уровне по гречихе, овсу, клеверу, ржи, льну, вике, гороху, чине, чечевице, люцерне и другим культурам, а также по организации отечественного семеноводства. О значимости и значительности научных достижений станции по селекции свидетельствуют некоторые оригинальные факты: так например селекционные сорта шедевры – долгожители клевер Среднерусский, гречиха Богатырь и Шатиловская 5, озимая рожь Орловская 9 находятся в Государственном реестре селекционных достижений до сегодняшнего дня! В далеком 1931 году – 85 лет назад, был впервые районирован клевер, 78 лет – гречиха Богатырь (с 1938 года), 50 лет – гречиха Шатиловская 5, 43 года – с 1929 года находилась в районировании озимая диплоидная рожь Лисицына и 31 год – озимая рожь Орловская 9. Это стало возможным благодаря высокой экологической пластичности созданных сортов, высокой урожайности, устойчивости к основным болезням и вредителям. Следует подчеркнуть, что благодаря своим уникальным качествам они послужили исходным материалом для других сортов, выведенных позднее как на станции, так и в других научно-исследовательских учреждениях.

Именно на Шатиловской станции впервые селекционными методами были созданы новые сорта – озимая рожь Лисицына и овес Шатиловский 56, получившие первые авторские свидетельства на изобретение за номером 1 и номером 2 в специальном Государственном реестре. До работ П. И. Лисицына селекционных сортов полевых культур в средней России практически не существовало. Эти оригинальные сорта открыли славную летопись достижений советской науки в области селекции зерновых культур.

Озимая рожь не случайно попала в число тех немногих полевых культур, с которыми была начата селекционная работа на Шатиловской станции в 1912 году. Во-первых в зоне северных черноземов рожь была издавна основной зерновой культурой. Озимый клин в Орловской губернии занимал 47,8 % всех пахотных земель, из них около 90 % было под рожью. Во-вторых иностранные (немецкие, английские) сорта в условиях России оказались малозимостойкими и быстро теряли свою продуктивность. Поэтому необходимо было создавать свои, отечественные сорта.

За годы деятельности станции были созданы более 70 сортов различных сельскохозяйственных культур – озимой ржи, озимой пшеницы, овса, гороха, вики посевной, сои, гречихи, проса, льна, клевера лугового, люцерны. Проводилась селекция и по ячменю, сахарной свекле, картофелю, подсолнечнику, горчице, фацелии, кориандру, чумизе. Создавая новые сорта, Петр Иванович понимал, что это лишь полдела, необходимо было организовать размножение семян и их внедрение в производство.

Классические работы по организации государственной системы семеноводства для обширной природно-экономической зоны, обеспечивающие сохранение сортовой чистоты и типичности сорта, глубокие знания теории и практики, необходимые расчеты и схемы семеноводства позволили П. И. Лисицыну разработать проект системы семеноводства и в 1921 году Совнаркомом был подписан «Декрет о семеноводстве». Для практического претворения в жизнь системы семеноводства в 1922 году постановлением Совета Труда и

Обороны была образована Шатиловская Госсемкультура. При непосредственной поддержке В. И. Ленина была выделена валюта в золоте и закуплено в Австрии оборудование для семяочистительных фабрик. По Шатиловскому образцу в СССР было организовано еще 9 Госсемкультур. Они сыграли большую роль в деле развития семеноводства в стране и обеспечения перехода сельского хозяйства на посевы сортовыми семенами.

На Шатиловской опытной станции в разное время работали известные впоследствии ученые: академик ВАСХНИЛ А. В. Пухальский, академик РАСХН Э. Д. Неттевич, Заслуженные агрономы РСФСР – Г. В. Копелькиевский, Г. А. Закладный, С. И. Головкин, М. Ф. Галаева, кавалер орденов Знак Почета и Трудового Красного Знамени Н. В. Фесенко, кавалер ордена Ленина М. И. Авдеева, лауреат Государственной премии, Заслуженный зоотехник РСФСР, кавалер ордена Ленина Н. Н. Коровецкая, кавалер ордена Трудового Красного Знамени Н. А. Рюриков, Заслуженный работник сельского хозяйства РФ П. С. Колтакова, Заслуженный агроном РФ В. Ф. Гречин.

Длительное время здесь работали Г. Б. Демиденко, В. Н. Хитрово, Г. С. Васильчиков, А. М. Митюшина, Ф. С. Щербаков, В. Н. Штурм, А. Н. Харузин, Б. П. Лисицын, Н. А. Нечипоренко, В. Н. Хохлов, М. А. Федин, В. В. Сафронов, М. В. Молчанов, В. П. Заслонкин, Н. В. Бажанова, И. И. Соловей, И. В. Демиденко, Л. Н. Боровлева, Н. А. Крамских, Д. А. Рыбин, М. И. Лукина, Е. В. Куприянова, супруги – Орлов В. П., Орлова И. Ф., Коротков В. К., Короткова Н. А., Еремин В. Ф., Еремина В. С. и многие другие.

Неоценимый вклад в развитие научных идей, формирование научного потенциала, создание научно-производственной и социально – бытовой базы станции внесли директора, работавшие в разные годы: Г. Ф. Нефедов, В. В. Винер, А. Н. Лебедянцева, П. И. Лисицын, А. А. Волков, В. М. Зинченко, А. С. Быстрозоров, И. М. Орлов, А. В. Пухальский, Т. И. Белаш, И. Г. Прайштейн., С. Н. Троянов, И. З. Сынзыныс, В. С. Якушев, М. А. Федин, В. И. Фролов, Ю. А. Мешечкин, Б. И. Новойдарский, В. И. Цаплин, В. И. Харчиков, А. И. Мальченко, В. А. Колобов, А. А. Боровлев.

За 120 лет деятельности Шатиловской опытной станции учеными выполнены важнейшие научные разработки, сделан большой практический вклад в развитие сельскохозяйственного производства.

Поэтому 120-летний юбилей одного из старейших в России научно-исследовательских учреждений заслуживает особого внимания специалистов сельского хозяйства и широкое обсуждение результатов пройденного пути. Разработки, изобретения, открытия многих ученых вошли в золотой фонд мировой науки и безоговорочно признаны не только отечественной, но и европейской научной общественностью. Самой ценной характеристикой Шатиловки всегда были преемственность, замечательные традиции, постоянный поиск и решение основных проблем.

В тоже время нельзя не отметить, что судьба Шатиловской станции сложна и драматична. Это временная оккупация немцами (32 дня хозяйничали фашисты на Шатиловской станции, чиня насилие над мирным населением) и практически полное разрушение (сожгли) ее в годы Великой Отечественной войны (в ноте Наркомата иностранных дел СССР от 27 апреля 1942 года уничтожение Шатиловской станции немецкими оккупантами заклеено как вопиющий акт варварства (В. П. Орлов, 1986). Многочисленные реорганизации станции, начиная с 1929 года, естественно отрицательно сказывались на развитии научных исследований. Последней реорганизации станция подвергалась в 1987 году, когда на ее базе был создан Орловский НИИСХ.

Но видимо уж так было суждено и к 100-летию юбилею, учитывая заслуги в развитии сельскохозяйственной науки и производства, в 1996 году станция была восстановлена на прежнем месте приказом президента РАСХН академиком Г. А. Романенко.

В честь юбилея благодарными потомками установлены памятники основоположникам станции И. Н. Шатилову, Ф. Х. Майеру, В. В. Винеру, П. И. Лисицыну, В. В. Докучаеву, П. А. Костычеву, Д. Н. Прянишникову. На стационарном полевом опыте, заложенном в 1912 году А. Н. Лебедянцева установлен мемориальный памятный знак с надписью,

посвященной открытию обширного почвенного района на «северном» черноземе – Лебедянецкой зоны фосфоритования. Восстановление Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции на ее историческом месте было положительно воспринято и активно поддержано администрацией Орловской области во главе с Губернатором академиком РАН Е. С. Строевым, зам. губернатора А.Н. Майоровым, главами Новодеревеньковского района А. С. Злобиным, С. Н. Медведевым.

Большую роль в дальнейшем развитии станции сыграли ныне покойные: академики РАН, вице-президент РАСХН Александр Александрович Жученко и ректор Орловского ГАУ Николай Васильевич Парахин, член-корреспондент РАСХН, доктор сельскохозяйственных наук директор ВНИИЗБК Александр Дмитриевич Задорин.

Значительный вклад в организацию работы станции внесли академики РАН Ю. Ф. Лачуга, В. С. Шевелуха, В. М. Лукомец, В. С. Сотченко, В. А. Сысуев, Б. И. Сандухадзе, А. А. Гончаренко, В. В. Глуховцев, А. А. Романенко, И. В. Савченко, Л. А. Беспалова, члены-корреспонденты РАН А. М. Медведев, В. М. Косолапов, А. В. Алабушев, В. И. Турусов, А. И. Грабовец, В. В. Коломейченко.

Большую помощь в развитии научных идей на станции оказывают директора институтов: Н. И. Дзюбенко (ФИЦ ВИГРР имени Н.И. Вавилова), А. И. Артюхов (ВНИИ люпина), С.Н. Шевченко (Самарский НИИСХ), А. И. Прянишников (НИИСХ Юго-Востока), А. Я. Айдиев (Курский НИИ АПП), В. И. Макаров (Тульский НИИСХ), А. А. Смирнов (Пензенский НИИСХ), В. В. Карпачев (ВНИИ рапса) и многие другие.

Основной задачей станции в настоящее время является продолжение традиционных направлений научных исследований в области растениеводства и земледелия – это селекция и семеноводство основных культур, совершенствование систем обработки почвы, удобрения и севооборотов. Станция имеет площадь сельхозугодий 3506 га, в том числе пашни – 3037 гектаров, из них в научных подразделениях 600 га, посевная площадь зерновых культур – 1,5 тыс. га. Производственная деятельность станции связана с отраслью животноводства: численность крупнорогатого скота около 1000 голов, из них 300 голов дойного стада.

Работая в творческом содружестве с селекционерами ВНИИ зернобобовых и крупяных культур станцией совместно созданы и районированы новые сорта гречихи, сои, вики посевной. Большое внимание уделяется получению семян высших репродукций новых и перспективных сортов сельскохозяйственных культур.

Ежегодно станция производит и реализует свыше 5 тыс. тонн зерна, из них семян около 1,5 тыс. тонн и 76 тонн мяса. Проводится изучение агротехнических приемов, повышающих урожайность, качество зерна, устойчивость к полеганию озимой пшеницы, особенностей смешанных посевов кормовых культур, а также соотношение бобовых и злаковых компонентов в кормовых смесях.

С 1998 года на базе Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции проводится научно-методический семинар День поля и ярмарка сортов и гибридов полевых культур, на котором ученые и специалисты сельскохозяйственного производства знакомятся с новейшими селекционными достижениями последних лет. С этой целью на станции высевается свыше 300 сортов и гибридов 25 полевых культур из учреждений России, Украины, Беларуси и других зарубежных стран.

Несмотря на почтенный возраст, пройденный трудный путь своего становления, развития и восстановления, Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция и сегодня приносит немалую пользу науке и производству.

## **KEY MILESTONES OF SHATILOVO AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION ACTIVITIES AND THEIR ROLE IN THE DEVELOPMENT OF SELECTION AND SEED FARMING IN RUSSIA**

**V. I. Zotikov**

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

## КОЛЛЕКЦИЯ ВИР КАК ОСНОВА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ГОРИЗОНТОВ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ

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

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

*Обсуждается роль коллекции зернобобовых ВИР как источника исходного материала для селекции, основы для диверсификации использования генофонда и прогнозирования его новых применений в различных отраслях народного хозяйства. Оценка коллекции, выявление дифференциации генофонда по комплексу признаков, диапазона изменчивости признаков – необходимые условия оптимизации подбора исходного материала для создания специализированных сортов зернобобовых культур. Использование диких родичей культурных растений в интрогрессивной селекции, изучение их потенциала для введения в культуру также значительно расширяют генофонд исходного материала для селекции сортов зернобобовых культур.*

**Ключевые слова:** генетические ресурсы зернобобовых, разнообразие, селекция, продовольственные и кормовые сорта, исходный материал для специализированных сортов

Коллекция генетических ресурсов ВИР, частью которой является коллекция зерновых бобовых культур, в своем развитии прошла несколько этапов. С начала своего создания в Бюро по прикладной ботанике Ученого комитета Министерства земледелия и государственных имуществ в конце XIX века она отражала сортовое разнообразие возделываемых растений Российской империи, которое всесторонне изучали и инвентаризировали (Лоскутов, 2009). В 1920 г. Н. И. Вавилов, приняв на себя руководство Бюро, переименованного к тому времени в Отдел прикладной ботаники (ОПБ) Сельскохозяйственного ученого комитета, поставил задачу гораздо шире, что послужило новым – переломным этапом в ее развитии. Он считал, что коллекция должна стать сосредоточием мирового растительного разнообразия, которое призвано послужить «строительным материалом» для создания новых сортов. Задачей института стал сбор «видов и сортов с необходимыми определенными отдельными свойствами, которые должны быть использованы советской селекцией...» (Вавилов, 1925). Результатом деятельности ОБП – впоследствии после ряда реформаций – ВИРа под руководством Н. И. Вавилова стало беспрецедентное расширение видового и сортового разнообразия сельскохозяйственных культур в коллекции и, как следствие ее применения в селекции – в аграрном производстве России. Если в царской России на полях страны массово возделывали три зернобобовые культуры: горох, бобы и чечевицу (Танфильев, 1923), то в 1940 г. в СССР на площади 7691 тыс. га производили уже 9 видов зернобобовых культур, представленных 77 районированными сортами. Заслуга в этом Н.И.Вавилова, руководимого им института, и созданного им Бюро по сортоиспытанию и районированию сортов (предтеча будущей Госсортосети), бесспорны (Вишнякова, 2012).

В последующие годы коллекция развивалась в соответствии с программными установками Н. И. Вавилова. По мере развития новых методов изучения и биотехнологий возникали новые подходы к ее изучению, систематизации и классификации.

Как любая коллекция, собрание мирового разнообразия генетических ресурсов зернобобовых, каталогизировано и систематизировано. На сегодняшний день в коллекции 46500 образцов относящихся к 13 родам и более чем к 200 видам сем. Fabaceae. Она включает все экономически значимые для РФ культуры, а также виды, которые производят как огородные культуры в определенных районах страны и перспективные для внедрения в производство. К ним относятся виды вигны, которую называют «азиатской фасолью»: маш, урд, адзуки, а также фасоль огненно-красная и лимская.

В наши дни на полях страны производится 22 зернобобовые культуры и число районированных сортов, включенных в Госреестр селекционных достижений РФ, приближается к 500. Селекцией зернобобовых культур в нашей стране занимается не менее 30 селекционных центров, а также ВУЗы, частные селекционные компании. Большая часть этих сортов по-прежнему создается на основе коллекции ВИР.

Однако в наши дни задачи, стоящие перед селекцией, усложнились. Возрастающие потребности населения, новые технологии переработки и другие факторы постоянно поднимают планку требований к создаваемым сортам, и требования эти останутся и на перспективу. Наряду с главными признаками, которыми должен обладать сорт – продуктивность, соответствие почвенно-климатическим условиям конкретных регионов, устойчивость к стрессорам, технологичность уборки и т.п., необходимо создавать сорта, обеспечивающие функциональную ценность получаемых из них продуктов питания и кормов; максимально реализующие симбиотический потенциал; выполняющие средоулучшающую функцию; пригодные для употребления в качестве профилактических и диетических продуктов, то есть в целом способствующие повышению качества жизни человека.

Уже не так остро стоит проблема продуктивности сорта, которая у ряда культур приближается к биологическому потенциалу. При соблюдении всех агротехнических требований урожайность зернового гороха, к примеру, в Ирландии и Голландии достигает 5 т/га (faostat 2013). Одной из приоритетных задач селекции становится качество. В Европейском союзе сорт, превышающий по количеству белка стандарт даже на 0,1 %, увеличивается в цене. Критерии здорового образа жизни требуют продуктов и кормов, сбалансированных по различным ингредиентам.

В соответствии с этим работа с коллекцией переживает новый этап. Диверсификация использования генофонда, основанная, в том числе, на свойствах, которые ранее не брали во внимание селекционеры, – насущное требование времени.

Изучение изменчивости признаков, выявление и систематизация генетического разнообразия коллекционного материала по морфологическим, биологическим и агрономическим характеристикам позволяют выявить возможности генофонда и оптимизировать его использование в качестве исходного материала для селекции.

До сих пор в практике селекции для получения сортов разного назначения и, тем более, в селекции в пределах одного направления использования в качестве исходного материала брали традиционные, хорошо зарекомендовавшие себя в том или ином регионе сорта, часто называемые универсальными. Такие сорта, безусловно, имеют право на существование. Но в наши дни все более затребованными должны стать сорта целевого назначения. Для иллюстрации этого положения приведем исследования кормового генофонда сои из коллекции ВИР.

В Госреестре селекционных достижений 2015 г. – 181 сорт сои. Сорта большинства других зернобобовых культур делятся по двум основным направлениям использования: зерновое и кормовое. Однако разграничения сортов сои по указанным направлениям не принято. Между тем, практика кормопроизводства свидетельствует не только о необходимости выделения самостоятельной категории кормовых сортов, но и целесообразности ее деления на группы более узкого целевого использования, а именно: сенового, силосного, зеленоукосного. Технологии заготовки и назначения каждого из этих видов корма различны и требуют соответствующего материала. Селекционеры давно поняли необходимость специализации кормовых сортов, однако методов их селекции до настоящего времени не существует. Между тем, изучение разнообразия кормовых образцов сои из коллекции ВИР выявило их четкую дифференциацию, которая может быть использована для выбора исходного материала в селекции сортов целевого использования. По результатам факторного и дискриминантного анализов 76 признаков у 270 образцов сои кормового использования выявлен комплекс показателей, позволивший разделить образцы на три группы: сенные, зеленоукосные и силосные и рекомендовать их для селекции сортов разных

по типу скамливания (Бурляева, Малышев, 2013; Бурляева и др., 2014б). К выявленной дифференциации хорошо приложимы принципы экотипической селекции, наиболее разработанные именно для кормовых культур (Синская, 1933; Шамсутдинов и др., 1999). Образцы для селекции сенных сортов следует искать в индийском подвиде (*ssp. indica* Enk.) - по сути региональном экотипе. Его растения обладают тонкими и длинными стеблями склонными к полеганию и завиванию, мелкими листьями, бобами и семенами. Исходный материал сортов для скашивания должен обладать прямостоячим стеблем, желательным с детерминантным типом роста, большим числом узлов и крупных листьев. Такими качествами обладают представители корейского подвида (*ssp. korajensis* Enk.). Исходный материал для силосных сортов может быть найден во всех подвидах культивгена *Glycine max* (Meq.).

Для получения соевого масла целесообразно использовать специализированные сорта, созданные на основе высокомасличных образцов коллекции, так как размах содержания масла в семенах: 13,8-29,7 % (Сеферова и др., 2005). Современные технологии увеличения стабильности и улучшения вкусовых и питательных качеств соевого масла предполагают регулирование соотношения тех или иных жирных кислот. Поэтому, скрининг генофонда для выявления его полиморфизма по содержанию жирных кислот, а также токоферола (витамина Е) – конструктивный путь поиска исходного материала для селекции масличных сортов сои. В коллекции ВИР имеются сорта с повышенным содержанием линолевой кислоты (50-52 %) и полиненасыщенных кислот; с рецессивными аллелями генов *fan*, контролирующим содержание линоленовой кислоты в семенах; *fap1*, контролирующим содержание пальмитиновой кислоты в семенах; *lx*, контролирующего низкое содержание липоксигеназы (кофермента Q, катализирующего метаболизм ненасыщенных жирных кислот в семенах) (Вишнякова, Сеферова, 2002).

В начале производства соевого молока у нас в стране использовали любые сорта. Опыт показал, что для рентабельного производства качественного молока нужны сорта с высоким содержанием белка (до 55 %), крупными семенами, светлой семенной оболочкой и светлым рубчиком. Наряду с высоким содержанием белка и низкой трипсинингибирующей активностью таким сортам должны быть присущи хорошая экстрагируемость сухих веществ и улучшенные вкусовые качества (Кочегура, 2004). Создан целый ряд специализированных сортов для производства молока, в частности Донская и Лакта, но перспективы селекции оптимальных сортов для этих целей далеко не исчерпаны.

Минимальное содержание антипитательных веществ, имеющихся почти во всех зернобобовых культурах, должно быть требованием как для продовольственных, так и кормовых сортов. Скрининг на содержание ингибиторов протеиназ у сои и гороха, лектинов у фасоли, цианидов у вики, алкалоидов у люпина должен быть неотъемлемой частью создания исходного материала. Известна изменчивость содержания этих веществ у большого числа образцов коллекции. В семенах сои, к примеру, содержание ингибиторов трипсина (ТИА), и химотрипсина (ХИА) – 18,2-42,8 мг/г. Отбирая образцы с минимальным содержанием ингибиторов протеиназ для селекции продовольственных и кормовых сортов, образцы с высокими значениями признака откладываем «на потом», зная, что они интересны для фармакологии как материал с антиканцерогенной и радиопротекторной функциями (Clemente, Domoney, 2001 и др.). Возможно, что в недалеком будущем будет осуществляться селекция специализированных сортов и для этих целей.

В круг признаков, которые нужно придать овощным сортам гороха, стало входить высокое содержание амилозы в зерне. Наличие этого углевода способствует более длительной дегидратации семян при созревании, увеличивая тем самым продолжительность технической спелости сорта (Hilbert, MacMasters, 1946; Dostálová et al., 2009).

Высокоамилозные зерновые сорта, которые уже создают во ВНИИЗБК, перспективны для производства высококачественных термостойких пластмасс, способных к деградации, а также представляют интерес для лечебного питания (Кондыков, 2012).

Повышение питательной ценности сельскохозяйственных культур, наделение продовольственных сортов качествами высоко функциональных продуктов – прерогатива селекционных технологий, объединенных термином «биофортификация». Создание сортов, содержащих больше витаминов, биологически активных веществ, антиоксидантов, масла с оптимизированным составом жирных кислот, и т. п. направлено на борьбу со «скрытым голодом». Семена зернобобовых – важный источник минеральных веществ и могут обеспечить рацион человека всеми необходимыми ему 15 минералами (Grusak, 2002). Однако содержание таких веществ как Fe, Zn, и Ca в них сравнительно низко. Посредством биофортификации уже получены обещающие результаты. К примеру, в CIAT (Международном центре тропического сельского хозяйства, Колумбия) осуществляются программы по увеличению содержания железа (Fe) в семенах фасоли на 80 % и цинка (Zn) на 40 %. Выявлена изменчивость признака у сортов: по содержанию железа – 3,0-11,0 мг/100 г и цинка – 2,5-6,0 мг/100 г (Beebe et al, 2000; Islam et al., 2002). В лаборатории качества зернобобовых университета Северной Дакоты (США) осуществляется широкомасштабный проект по биофортификации зернобобовых для здоровья человека (Thavarajah et al., 2011; Amarakoon et al., 2012; Thavarajah, 2012; DellaValle et al., 2013 и др.). Работы по биофортификации зернобобовых начаты в Канаде (Jha et al., 2015).

Достижение высокой питательной ценности как продовольственных, так и кормовых сортов возможно путем трансгеноза (пример – «золотой рис»), но вполне достижимо и методами традиционной селекции.

Перспективным направлением эксплуатации генетических ресурсов растений, которое Н. И. Вавилов вводил в число основных задач ВИР, – использование потенциала дикой флоры. Для этого осуществляются постоянная мобилизация и изучение диких родичей культурных растений. Как известно, они представляют собой источник аллелей генов хозяйственно ценных признаков, в частности адаптивности и качества. Привлечение их в коллекцию необходимо для интрогрессивной селекции и возможного введения в культуру. Это значительно расширяет генофонд исходного материала для селекции.

В 2008-2013 гг. в коллекцию зернобобовых культур за счет экспедиционных сборов поступило 544 образца – представителей 62 видов. 25 видов из родов *Vicia* L. и *Lathyrus* L. привлечены в коллекцию впервые (Бурляева и др., 2014,а). Многие виды – источники хозяйственно ценных признаков. К примеру, содержание белка в зеленой массе у диких видов чины, собранных на Дальнем Востоке, *L. davidii* и *L. japonicus* оказалось выше, чем самый высокий показатель, зафиксированный за последние годы у возделываемых видов, а именно у чины лесной (*L. sylvestris* L.) (таблица) (Бурляева и др., 2012; Vishnyakova et al., 2015).

Таблица

**Содержание белка в зеленой массе у разных видов чины из природных мест обитания и агрофитоценоза**

Название вида	Место произрастания	Число исследованных образцов	Содержание белка (min-max), %
<i>L. komarovii</i> Ohwi.	Естественный фитоценоз, Дальний Восток	8	13,81-17,41
<i>L. humilis</i> (Ser.) Sprengel	"-"	5	10,32-16,93
<i>L. palustris</i> L. -	"-"	3	15,15-18,01
<i>L. japonicus</i> Willd. -	"-"	4	16,18-20,94
<i>L. davidii</i> Hance	"-"	3	19,92-21,85
<i>L. subrotundus</i> Maxim. -	"-"	2	16,57-19,00
<i>L. quinquenervus</i>	"-"	1	13,74
<i>L. sylvestris</i> L.	Агрофитоценоз, Тамбовская обл.	6	17,5-20,7

Поэтому изучение диких родичей культурных растений остается одним из приоритетных направлений работы с коллекцией.

Как известно, ООН объявил 2016 год Международным годом зернобобовых. Целями данного глобального мероприятия являются повышение осведомленности человечества о многих преимуществах зернобобовых, увеличение их производства и товарооборота, а также поощрение новых и более рациональных методов их использования. Зернобобовые культуры должны сыграть ведущую роль в мировой продовольственной и экологической безопасности, а также способствовать сбалансированному и здоровому питанию населения. В этом контексте в очередной раз хочется подчеркнуть роль коллекции зернобобовых ВИР как источника исходного материала для селекции, основы для диверсификации использования генофонда и прогнозирования его новых применений в различных отраслях народного хозяйства.

## VIR'S COLLECTON AS THE BASIS FOR THE EXPANDING HORIZONS OF GRAIN LEGUMES BREEDING

M. A. Visnyakova

THE ALL-RUSSIA VAVILOV'S INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES

**Abstract:** *The role of a collection of pulse crops of a VIR as source of a starting material for selection, a basis for a diversification of use of a gene pool and forecasting of its new applications in various branches of a national economy is discussed. Collection assessment, revealing of differentiation of a gene pool on a complex of attributes, a range of variability of attributes are necessary conditions of optimization of selection of a starting material for release of specialized varieties of leguminous crops. Use of wild relatives of cultivated plants in introgressive selection, studying of their potential for introduction in crop also considerably expand a gene pool of a starting material for selection of varieties of leguminous crops.*

**Keywords:** genetic resources of pulse crops, diversity, selection, food and fodder varieties, starting material for specialized varieties.

УДК 633.11:631.527

## СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ

Б. И. САНДУХАДЗЕ, академик РАН

М. И. РЫБАКОВА, доктор биологических наук

А. В. ОСИПОВА, Г. В. КОЧЕТЫГОВ, Е. И. ДАВЫДОВА, кандидаты с.х. наук

В. В. БУГРОВА, З. Н. ЩЕРБАКОВА, О. П. КОНДРАТЬЕВА, Н. А. ЯШИНА

ФГБНУ «МОСКОВСКИЙ НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

*Представлены сорта озимой пшеницы селекции института, различные по уровню и variability урожайности и качества зерна в годы с разными условиями вегетации.*

**Ключевые слова:** озимая пшеница, селекция, сорт, урожайность, качество зерна, клейковина, качество хлеба.

В настоящее время стратегически Российской Федерации необходимо обеспечение стабильного зернового баланса в стране. По данным 2014 г. среди 46 млн га на посев зерновых и зернобобовых озимая пшеница занимала 12 млн га, т. е. 1/4 площадей [1]. В основном она используется на выработку продовольственных продуктов питания (37 %) и кормов для скота и птицы (40 %). Поэтому приоритетным направлением для РФ является производство пшеницы [2]. В связи с тем, что в последние годы сократилась доля качественного зерна в валовом сборе, этому вопросу придается особое внимание [3]. Одним из способов его

решения является селекция сортов озимой пшеницы с высокой продуктивностью и высоким качеством зерна.

**Объекты и методика исследований.** Изучали 8 сортов озимой пшеницы селекции института, включенные в Госреестр селекционных достижений с 1990 по 2013 гг. – Инна, Московская 39, Немчиновская 24, Ангелина, Московская 56, Немчиновская 57, Московская 40, Немчиновская 17. Урожайность сортов за годы 2008-2012 и 2015 г. оценивалась по данным конкурсного сортоиспытания. Оценку качества зерна осуществляли по результатам исследований. Качество зерна проводили по методикам национальных стандартов РФ, ИСО и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [4] по следующим показателям: размол зерна на мельнице МЛУ-202 фирмы «Buhler» с получением муки 70 % выхода, количество сырой клейковины в муке и ее качество (ГОСТ Р 51412-99, ИСО 7495-90), показатель седиментации определяли микрометодом, разработанным в лаборатории технологии зерна института на основе Зелени тест (ГОСТ Р 51403-99, ИСО 5529-92), хлебопекарные качества муки оценивали по лабораторным выпечкам методом интенсивного замеса теста с добавлением улучшителей.

**Результаты исследований.** В годы исследований на урожайности и качестве сортов существенно сказались различия по гидротермическим коэффициентам, (ГТК) от 0,3-0,5 до 1,7. Период формирования урожайности и качества зерна озимой пшеницы в условиях центра Нечерноземья начинается примерно со второй декады июня и длится до первой декады августа включительно. Из шести лет исследований (2008-2012, 2015 гг.) 2008 и 2010 года характеризовались как засушливые. Нормально увлажненный период налива зерна оказался в 2009, 2011 и 2012 годах (ГТК 1,0-1,3). Избыточное переувлажнение в 2015 году (ГТК = 1,7). Урожайность сортов по средним данным по всем годам более 70,0 ц/га имели сорта Инна, Ангелина и Немчиновская 17, с коэффициентами вариации от 17 до 21, представленные в таблице 1.

Таблица 1

**Урожайность (ц/га) и средний коэффициент вариации (V) сортов озимой пшеницы за годы испытания**

Сорта	2008	2009	2010	2011	2012	2015	ср.	V, %
Московская 39	59,8	70,8	46,8	50,2	63,2	90,7	63,6	25
Инна	58,2	80,4	67,4	60,9	72,1	89,1	71,4	17
Ангелина	77,6	77,6	57,5	61,6	70,8	106,6	75,3	23
Немчиновская 24	77,4	64,2	70,6	-	90,6	123,5	85,3*	28
Московская 56	61,9	71,8	62,3	49,9	68,6	85,1	66,6	18
Немчиновская 57	74,6	64,0	61,9	54,6	67,2	89,9	68,7	18
Московская 40	-	65,4	53,6	54,4	66,4	90,0	66,0	22
Немчиновская 17	71,6	77,0	67,4	51,8	72,8	99,4	73,3	21
Среднее	68,7	71,4	60,9	54,8	71,5	96,8		

\* – по 5-ти годам

Наибольшая урожайность характерна для всех сортов в 2015 г с коэффициентом 1,7, при сочетании высокой температуры и влажности. Самый низкий уровень урожайности был в засушливые годы 2008 и 2011. Сорта с высоким качеством зерна Московская 39 и Московская 40 имели урожайность соответственно на уровне 50,2 ц/га и 54,6 ц/га. Новый сорт Немчиновская 17 в благоприятный год имел урожайность 99,4 ц/га.

Помимо влияния контрастных погодных условий по годам на урожайность, исследовали также их действие на качественные показатели зерна. При сопоставлении полученных данных выявляли сортовые различия.

В таблице 2 представлены по сортам средние за 6 лет показатели – содержание клейковины в муке, ее качество и седиментация, а также их лимиты и коэффициенты вариации.

По среднему содержанию клейковины у сортов Московская 39 и Немчиновская 57 за годы исследования коэффициент вариации не превысил 10 %, что свидетельствует о стабильно высоком содержании сырой клейковины в муке (35,1-43,8 % и 28,6-37,3 % соответственно) не зависимо от погодных условий периода налива зерна. По содержанию клейковины наиболее высокие показатели были у Московская 39 – 37,2 % и Московская 40 – 38,7 %. За исключением сорта Инна, клейковина в сортах была в пределах от 32 % до 36 %.

У других образцов при таких контрастных погодных условиях количество клейковины в муке также не сильно варьировало (V 11-16 %). Во все годы исследований у сортов Московская 39, Ангелина, Немчиновская 24, Немчиновская 57, Московская 40 и Немчиновская 17 ее количество не снижалось ниже уровня ценной пшеницы (27,0 %), а в отдельные годы достигало 37,3-44,6 %.

Таблица 2

**Качество белково - клейковинного комплекса озимой пшеницы (2008-2012, 2015 гг.)**

Сорт	Сыр. клейковина, %			ИДК, ед. шк.			Седиментация, мл		
	ср.	мин-макс	V, %	ср.	мин-макс	V, %	ср.	мин-макс	V, %
Московская 39, st	37,2	35,1-43,8	9	78	74-87	8	8,3	5,4-11,1	25
Инна	27,6	22,4-32,2	12	72	63-78	7	6,3	3,6-8,3	29
Ангелина	36,3	30,1-41,5	12	90	85-102	7	5,9	4,4-7,3	20
Немчиновская 24	32,1	27,3-38,6	13	80	73-88	7	6,9	5,4-9,4	21
Московская 56	32,1	25,4-40,5	16	90	79-98	8	5,7	3,6-7,9	27
Немчиновская 57	32,3	28,6-37,3	9	85	71-92	9	6,0	5,0-8,2	21
Московская 40	38,7	32,7-44,6	13	83	74-92	9	7,3	5,4-9,1	20
Немчиновская 17	32,2	28,9-37,7	11	65	61-73	6	8,0	6,5-9,6	16
Среднее	33,6	29,9-39,5		81	76-86		6,8	4,9-8,5	

Важным показателем оценки качества продовольственного зерна пшеницы является не только количество клейковины, но и ее качество. Как правило, эти показатели имеют обратную связь. Индекс деформации клейковины (ИДК) озимой пшеницы является генетически детерминированным сортовым признаком. В наших исследованиях он изменялся незначительно и мало зависел от погодных условий в период вегетации. Вариабельность его значений составляла от 6 до 9 %.

У стандарта – сорт Московская 39 реологические свойства клейковины находились в пределах первой и второй группы качества (74-87 ед.шк.), что характерно для ценной пшеницы. В среднем за шесть лет исследований лучше него показали себя сорта Немчиновская 17 и Инна, благодаря чему они заслуживают особого внимания. За все годы изучения их показатель ИДК относился к первой группе качества, что отвечает требованиям сильной пшеницы. У остальных изучаемых сортов за период наблюдений значения упругости клейковины колебались в границах первой и второй группы качества (71-102 ед.шк.).

При оценке качества зерна озимой пшеницы в селекционном процессе используется метод определения числа седиментации. Данный признак косвенно характеризует количество и качество клейковинного комплекса зерна.

В среднем за 2008-2012 и 2015 года показатель седиментации по всем изучаемым сортам составил 6,8 мл, что характерно для качественного зерна. Примерно на уровне среднего значения или выше он отмечен у сортов Московская 39 (8,3 мл), Немчиновская 17 (8,0 мл), Московская 40 (7,3 мл) и Немчиновская 24 (6,9 мл). Вариабельность значения

седиментации по годам значительно выше, чем количество и качество клейковины. Коэффициент вариации изменялся от 16 до 29 %.

Положительные свойства белково-клейковинного комплекса благоприятно сказываются на выпечке хлеба. Один из показателей, который характеризует пробную лабораторную выпечку – это объемный выход формового хлеба из 100 г муки 70 % выхода [табл.3].

Таблица 3

**Объемный выход формового хлеба озимой пшеницы (2008 – 2012, 2015 гг.)**

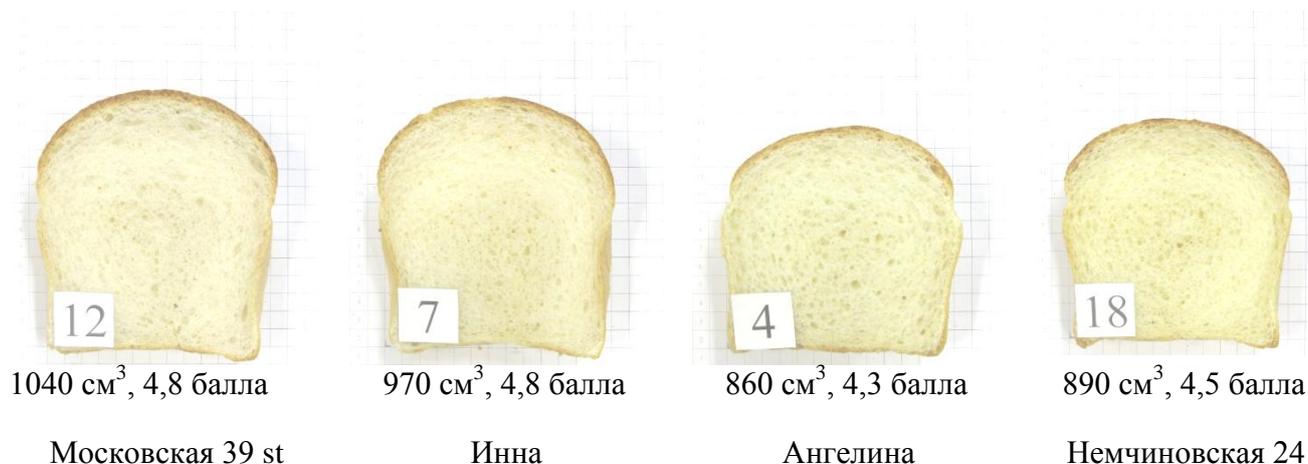
Сорт	Среднее	Мин - Макс	V, %
Московская 39, st	1088	1030-1130	4
Инна	1004	940-1050	4
Ангелина	1005	860-1080	8
Немчиновская 24	945	890-1000	5
Московская 56	945	840-1010	7
Немчиновская 57	997	880-1080	8
Московская 40	1078	980-1170	7
Немчиновская 17	1009	880-1070	7
Среднее	1004	938-1071	

В среднем за все годы исследования наибольшие значения такого критерия отмечены у стандарта – сорта Московская 39 (1088 см<sup>3</sup>).

У сортов Немчиновская 17, Московская 40, Инна и Ангелина хлеб имел в среднем объем более 1000 см<sup>3</sup>. Это, по-видимому, объясняется одним из следующих свойств или их сочетанием: высоким содержанием сырой клейковины в их муке, ее достаточной упругостью, а также хорошими физико-химическими свойствами белков, которые определены седиментационным методом при набухании в уксусной кислоте.

Фотографии формового хлеба, выпеченного из урожая 2015 года, наглядно демонстрируют, что даже при неблагоприятных погодных условиях (ГТК периода налива зерна = 1,7) озимая пшеница Московская 39, Немчиновская 17, Московская 40 и Инна имели хороший объемный выход (970-1040 см<sup>3</sup>) и пористость мякиша (4,5-4,8 балла). По сравнению с другими сортами хлеб у них был лучше.

Фото хлеба, выпеченного из озимой пшеницы урожая 2015 года.





При сопоставлении средней урожайности сортов по годам и качества наблюдаются разнонаправленные их изменения (рис.1). В засушливые годы 2008 и 2011 при более низкой урожайности содержание клейковины повышалось. При высокой урожайности в 2015 г. снижается количество клейковины в зерне и ухудшается ее качество, а в засушливые годы при низкой урожайности содержание клейковины увеличивается.

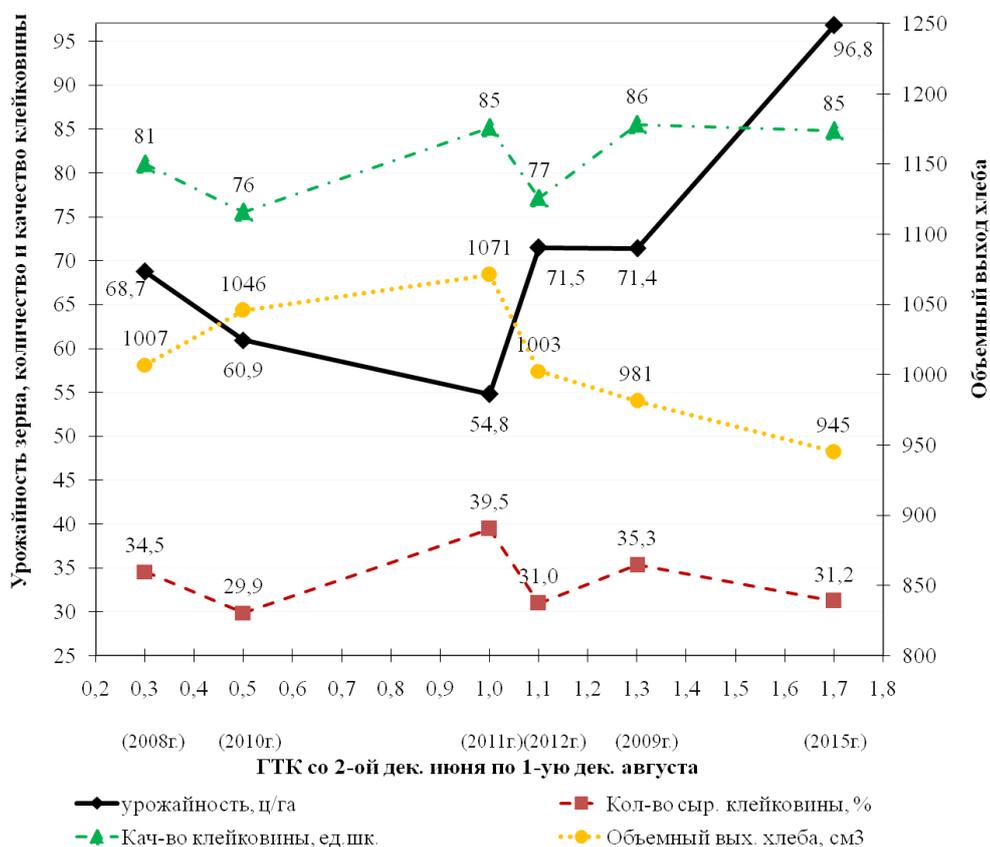


Рис. 1. Урожайность сортов и качество клейковины

Однотипная изменчивость по средним показателям изучавшихся признаков отражает видовую адаптивность на внешние факторы, различия же по сортам свидетельствуют о результатах селекции. По качеству клейковины выделяется новый сорт Немчиновская 17. Представленные результаты селекции достаточно убедительно подтверждают перспективность селекции озимой пшеницы на сочетание урожайности и качества зерна.

Сорта Московская 39 и Московская 40 со стабильно повышенным качеством с урожайностью 50-60 ц/га доказали возможность получения в центре России. Получение зерна предназначено на продовольственные цели.

### Литература

1. <http://www.gks.ru/> Российский статистический ежегодник. 2015.
2. Гордеев А.В., Бутковский В.А. Россия – зерновая держава, – М.: Пищепромиздат, – 2003, 508 с.
3. Данкверт С. Ключевой вопрос – качество // Зерновой эксперт, № 2, – 2014, – С.10-15
4. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур под общ. ред. Федина М.А., – М.: – 1988.

### SELECTION OF WINTER WHEAT TO PRODUCTIVITY AND QUALITY OF THE VARIETIES

**B. I. Sandukhadze, M. I. Rybakova, A. V. Osipova, G. V. Kochetygov, V. V. Bugrova, E. I. Davydova, Z. N. Shcherbakova, O. P. Kondrateva, N. A. Yashina**

FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC ESTABLISHMENT  
MOSCOW SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE “NEMCHINOVKA”

*Abstract: The different varieties of winter wheat of the institute selection are represented in level and variability of productivity and quality of grain in the years with the different conditions of vegetation.*

**Keywords:** winter wheat, selection, variety, productivity, the quality of grain, gluten, the quality of bread.

УДК 631.527:633.13

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ ОВСА ПЛЕНЧАТОГО САТУР

**Г. А. БАТАЛОВА**<sup>1,2</sup>, член-корреспондент РАН

**А. А. ФАДЕЕВ**<sup>3</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук

**И. И. РУСАКОВА**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук

**М. В. ТУЛЯКОВА**<sup>4</sup>

**Т. П. ГРАДОБОЕВА**<sup>4</sup>, кандидат биологических наук

**Е. Н. ВОЛОГЖАНИНА**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук

**В. В. РАЗУМОВА**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «НИИСХ СЕВЕРО-ВОСТОКА»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГСХА»

<sup>3</sup> ФГБНУ «ЧУВАШСКИЙ НИИСХ»

<sup>4</sup> ФГБНУ «ФАЛЕНСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ»

*Овес традиционная для России культура. Еще в 1870 г. в литературе упоминали овес шатиловский, который благодаря высокой урожайности имел большой спрос. В 1882 г. его высевали в 82 губерниях. В начале XIX века овес занимал в России более 18 млн. гектар, валовой сбор зерна был более 16 млн. т. В 2015 г. получено 4,54 млн. т, при средней урожайности 1,6 т/га. Урожайность овса на значительной части территории страны лимитируют почвенные и климатические факторы. В ограниченно-благоприятных для культуры условиях Кировской области и Чувашской Республики отселектировали сорт овса пленчатого Сатур. На первоначальных этапах селекции был получен тройной гибрид Suoti x 314h98 (Козырь x UPF 77101), который изучали в поколениях F<sub>1</sub>-F<sub>3</sub> на окультуренных дерново-подзолистых почвах опытного поля НИИСХ Северо-Востока. В F<sub>3</sub> провели скрининг 102 элитных растений по озерненности метелки, устойчивости к полеганию и болезням в полевых условиях, крупности зерна – в лаборатории. В питомниках предварительного испытания и конкурсного сортоиспытания I года выделили 25 линий отвечающих параметрам селектируемого сорта. Среди них линия 44h06, которую после изучения в конкурсном экологическом испытании (НИИСХ Северо-Востока, Чувашский НИИСХ, Фаленская селекционная станция) передали в 2015 г. на Государственное испытание как сорт Сатур. Овес пленчатый Сатур сочетает урожайность до 8,6 т/га с высокими массой*

1000 зерен (40,4-48,2 г), содержанием белка в зерне 14,4 %, устойчивостью к засухе и пыльной головне на естественном инфекционном фоне.

**Ключевые слова:** урожайность, отбор, селекция, овес пленчатый, устойчивость, линия, гибридная популяция.

Современная тенденция развития сельского хозяйства такова, что рост производства продукции растениеводства должен происходить, преимущественно, не за счет расширения посевных площадей, а за счет роста урожайности, которую обеспечивает сорт в сочетании с научно обоснованной адресной технологией возделывания. Своевременная сортомена и оптимизация количества возделываемых в производстве сортов являются важнейшими элементами повышения урожайности и валовых сборов зерна. Известно, что наибольшую отдачу сорта дают в первые годы использования. Это обусловлено тем, что в данный период сорта реализуют максимум генетического потенциала, так как возникающие и накапливающиеся в процессе репродуцирования отрицательные признаки не достигают максимальных величин [1]. Многие параметры трудно, а чаще всего невозможно сочетать в одном сорте, поэтому необходимо иметь большой набор генетически разнокачественных сортов. Достаточный набор взаимодополняющих сортов позволяет культуре адекватно реагировать на меняющиеся экологические факторы, смягчает негативное влияние недостатка влаги, высоких температур, рост численности и агрессивности болезней и вредителей, обеспечивает стабильное производство зерна требуемых кондиций.

Овес традиционная для России культура. Еще в 1870 года в литературе упоминали овес как шатиловский, который благодаря высокой урожайности имел большой спрос. Сорт Шатиловский, выведенный в 60-х годах XIX столетия И. Н. Шатиловым в его имении «Моховое» в Тульской губернии (еще до организации там опытной станции), побил своеобразный рекорд распространенности и продолжительности возделывания. Его высевали почти 100 лет, а в 1882 г. Шатиловский овес был распространен в 82 губерниях. С конца XIX века селекционную работу с овсами начали проводить организованные в то время опытные станции Вятская, Шатиловская и другие. Из образца овса Шатиловский известный селекционер П.И. Лисицин в начале XX века вывел сорт Шатиловский 56.

В это время овес занимал в России более 18 млн. гектар, валовой сбор зерна был более 16 млн. т. Во второй половине XX века произошло значительное снижение производства овса за счет сокращения посевных площадей. В настоящее время его высевают на площади 3-3,25 млн. гектар, производство зерна составляет 4,0-5,33 млн. т. В 2015 г. получено 4,54 млн. т зерна, при средней по стране урожайности 1,6 т/га. На 2016 г. в Госреестре РФ 119 сортов овса, из них 70 (58,8 %) допущено в производство с 2000 г. [2]. В большинстве случаев это сорта, созданные в конкретных условиях, для возделывания в отдельно взятой территории. Районирование же сортов в настоящее время проводят по регионам: Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский и др. В результате часть сортов не имеет адаптивности ко всей широте почвенно-климатических условий зоны допуска в производство и, соответственно, не может обеспечить ожидаемый урожай. Это указывает на необходимость организации селекционных программ по принципу конкурсного экологического испытания в разрезе эколого-географических точек и лет исследования.

Уровень урожайности в Волго-Вятском, Северном, Северо-Западном, частично Центральном регионах районирования европейской территории России ограничивают как почвенные, так и климатические условия. На большей части территорий отмечают засушливую в весенне-летние месяцы погоду, неравномерное распределение осадков по территории и фазам вегетации, короткий безморозный период. Значительная часть пашни представлена подзолистыми и дерново-подзолистыми слабогумусированными почвами, которые имеют непрочную структуру, кислую реакцию, заплывают: республики Марий Эл – 79,6 %, Удмуртская – 82,0 %, Чувашия – 25,0 %, Пермский край – 75,0 %, области – Кировская – 80,0 % и Нижегородская – 50,0 % [3].

В условиях ограниченно благоприятных для культуры экологических факторов актуальна селекция сортов различных сроков созревания, преимущественно скоро-и

среднеспелых, со стабильно высокой (экономически значимой) урожайностью зерна и кормовой массы. При этом следует обращать внимание на улучшение биохимических (белок, жир, аминокислотный состав и др.) и технологических (снижение пленчатости, повышение натурности и выравненности) качеств зерна, качество сухого вещества, вести селекцию на устойчивость и толерантность к абиотическим (засуха, низкое естественное плодородие и алюмо-кислая токсичность почв) и биотическим факторам (болезни, вредители). Новым сортам должна быть присуща пластичность – способность растений (сортов) реагировать на изменяющиеся условия среды без значительной потери продуктивности. Все это отвечает требованиям ФГБУ «Госсорткомиссия» к сортам для включения в Госреестр РФ.

Цель исследований – создать конкурентоспособный сорт пленчатого овса, сочетающий урожайность и качество продукции с толерантностью к стрессовым экологическим факторам для обеспечения импортозамещения.

**Материал и методы.** Исследования проведены в НИИСХ Северо-Востока (2003-2015 гг.), Чувашском НИИСХ (2011-2015 гг.), Фаленской селекционной станции (2012-2015 гг.) в соответствии с Методикой [4]. Климат Кировской области умеренно континентальный с продолжительной, многоснежной и холодной зимой и умеренно тёплым летом. В среднем за тёплый период наблюдается 20-35 засушливых дней, в отдельные годы 30-60 дней подряд бывают без дождя, отмечается неравномерное выпадение осадков по фазам вегетации. Сумма эффективных температур (выше 10°C) 1700-1900°C, продолжительность активного роста растений 116-120 дней. Заморозки наблюдаются до конца мая – середины июня. В почвенном покрове доминируют дерново-подзолистые почвы (80 %) с повышенной кислотностью, малым содержанием гумуса и небольшой мощностью перегнойного горизонта [5]. Климат Чувашской Республики во многом сходен с климатом Кировской области. В среднем в год выпадает 450-550 мм осадков, преимущественно летом. К основным неблагоприятным климатическим явлениям в период вегетации относят засухи (весной и в первой половине лета) и заморозки. Продолжительность вегетационного периода 180 дней. Почвенный покров на 25 % представлен подзолистыми и дерново-подзолистыми почвами, на 55 % – серыми лесными [3]. Определение пленчатости проводили вручную [6]. Для оценки биохимических показателей качества зерна (белок, жир) использовали систему INFRAMATIC 8620 – экспресс-анализатор универсального назначения. Оценка устойчивости к болезням и вредителям проведена на естественных и искусственных инфекционных и провокационных фонах. Статистическая обработка данных с использованием программы «Agros 2.07», корреляционный анализ – с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel из стандартного набора Microsoft Office.

**Результаты и их обсуждение.** Одним из факторов, определяющим эффективность селекционного процесса является подбор родительских форм для создания рекомбинантов отвечающих параметрам нового сорта. Исследованиями показана целесообразность привлечения в скрещивания в качестве одной из родительских форм генотипов местной селекции [7, 8]. В создании пластичного сорта пленчатого овса пригодного для производства фуражного и продовольственного зерна в качестве материнской формы в скрещивания 2003 г. привлекали урожайный (до 8,6 т/га), крупнозерный (масса 1000 зерен 39...40 г), низкопленчатый (25,3 %) сортообразец Suomi из Финляндии, полученный из генбанка ВИР. Отцовская форма – линия 314h98 конкурсного сортоиспытания НИИСХ Северо-Востока, выделенная отбором из гибридной популяции Козырь (Россия) x UPF 77101 (Бразилия). Среднеспелый сорт Козырь селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» сочетает высокие урожайность (до 8,3 т/га) и качество зерна (содержание белка 11...15 %, пленчатость 23...25 %, натура 535...550 г/л), с устойчивостью к полеганию, пыльной головне и корончатой ржавчине, средней устойчивостью к засухе. Сортообразец UPF 77101 (Бразилия) из коллекции ВИР устойчив к пыльной головне, имеет высокое качество зерна.

В 2004-2006 гг. гибридную популяцию № 12-03 [Suomi x (Козырь x UPF 77101)] размножали и изучали в поколениях F<sub>1</sub>...F<sub>3</sub>. Для повышения коэффициента размножения и эффективности скрининга наиболее крупнозерных продуктивных с озерной метелкой

элитных форм гибридные и селекционные питомники I и II гг. размещали по чистому пару на окультуренном фоне ( $P_2O_5$  292...356,  $K_2O$  248...265 мг/кг почвы, гумуса 2,51...2,91 %). На целесообразность использования благоприятных почвенных условий на первых этапах селекционного процесса, когда неаддитивные эффекты не позволяют вести эффективный отбор генотипов по фенотипу указывали ряд исследователей [9]. Известно, что успех скрининга высокоурожайных генотипов зависит как от эффекта действия генов, так и от характера и степени наследования тех признаков, по которым проводят отбор [10]. В селекции овса пленчатого Сатур в качестве основного критерия отбора использовали количество зерен в метелке и его выполненность. В питомнике  $F_3$  было выделено 102 элитных растения по озерненности метелки, устойчивости к полеганию и пыльной головне в полевых условиях и на инфекционном фоне, по крупности зерна – в лаборатории.

Существует мнение, что вести скрининг в ранних поколениях ( $F_2$ ...  $F_3$ ) гибридных популяций по урожайности и элементам структуры не целесообразно, так как в контроле этих признаков преобладают эффекты доминирования [7, 11], поэтому трудно выделить константные формы. С другой стороны отбор в ранних поколениях благоприятствует выявлению более конкурентоспособных растений [12]. На практике отборы чаще всего начинают в семьях  $F_4$ ... $F_5$  гибридов, когда гибридные популяции достигают рабочей гомозиготности (94 %), поскольку чем дольше пересевают популяцию на определенном фоне, тем больше накапливается в ней в результате естественного отбора генотипов, наиболее приспособленных к возделыванию именно на этом фоне. Однако пересев гибрида до  $F_4$ ...  $F_6$  приводит к потере части ценных форм, поскольку, как показывает практика, часть семян гибрида при значительном их размножении не высевают, а в сформировавшейся большой выборке достаточно сложно выделить требуемый генотип. Некоторые из них могут быть балластом. Тогда как в  $F_3$  уже имеется возможность выделить ценную селекционную форму, из которой, при необходимости, в последующих поколениях ( $F_4$ ...  $F_5$ ) можно отобрать линии с требуемыми параметрами.

Изучение выделенных элит продолжили в селекционных питомниках 2007-2008 гг. В результате для оценки в питомнике предварительного сортоиспытания было выделено 25 линий, наиболее отвечающих параметрам нового сорта. Среди них линия 44h06, которая по результатам предварительного сортоиспытания 2009 г. и конкурсного сортоиспытания 2010 г. была включена в группу перспективных для продолжения селекции.

На заключительных этапах селекции для отбора ценных генотипов, максимально адаптивных к комплексу абиотических и биотических экологических факторов необходимо параллельное испытание на различных селекционных фонах. Отбор в различных агроэкологических нишах позволяет не только ускорить селекционный процесс, но и повысить общую гомеостатичность выделенных линий. Поэтому важным элементом методологии создания пластичных генотипов овса является скрининг в системе конкурсного экологического испытания, которое проводили в трех экологических точках: НИИСХ Северо-Востока, Чувашский НИИСХ и Фаленская СС.

Селективный отбор в различных экологических точках в 2011-2015 гг. позволил создать новый среднеспелый (вегетационный период 75-85 дней) сорт пленчатого овса, который под названием Сатур передан на Государственное сортоиспытание в 2015 г. Сорт пластичный, урожайность в НИИСХ Северо-Востока варьировала от 4,2 т/га в условиях засухи 2013 года до 8,4 т/га в благоприятном 2011г. Максимальная урожайность 8,6 т/га получена в 2014 г. на опытном поле Фаленской СС (табл. 1). За годы конкурсного испытания в НИИСХ Северо-Востока Сатур превысил по урожайности стандарт на 0,45 т/га, в исследованиях Фаленской СС – на 0,61 т/га, в Чувашском НИИСХ – на 0,23 т/га. Новый сорт сочетает урожайность и крупнозерность (масса 1000 зерен 40,4-48,2 г) с высоким качеством зерна (натура 581 г/л, пленчатость 26,6 %, белок 14,44 %, жир 2,87 %). Выход зерна ( $K_{x03}$ ) из снопового образца составил 45,8 % (38,9-50,5 %).

Таблица 1

**Урожайность овса пленчатого сорта Сатур (44h06) в КСИ, т/га**

Сорт	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Среднее
	годы						
	НИИСХ Северо-Востока						
Сатур	5,7	8,4	5,17	4,20	6,21	6,71	5,83
Аргамак, ст.	4,4	6,5	5,17	4,10	5,95	6,02	5,35
НСР <sub>05</sub>	0,40	0,33	0,50	0,31	0,42	0,42	
Фаленская СС							
Сатур			5,60	1,61*	8,6	6,12	5,33
Аргамак, ст.			3,73	1,49	7,70	5,91	4,71
НСР <sub>05</sub>			0,38	0,14	0,41	0,27	
Чувашский НИИСХ							
Сатур		4,12	4,16	4,00	4,90	4,60	4,36
Аргамак, ст.		3,89	3,88	3,77	4,60	4,53	4,13
НСР <sub>05</sub>		0,35	0,18	0,17	0,25	0,15	

\*-засуха 2013 г.

Растения нового сорта в среднем на 2,3 см выше растений стандарта и на 5,3 см ниже ранее переданного на Государственное испытание и включенного в Госреестр с 2016 г. сорта Медведь. Сатур устойчив к полеганию, осыпанию, среднеустойчив к засухе, хорошо вымолачивается при уборке. Он слабовосприимчив к пыльной головне на искусственном инфекционном фоне, на естественном – устойчив (табл. 2.). Сатур практически устойчив к корончатой ржавчине (поражение в поле не более 5 %), толерантен к шведской мухе.

Овес пленчатый Сатур относится к разновидности *mutica* (зерно белое, безостое), имеет прямостоячий куст, стебель прочный, полый, толщиной 4-6 мм. Лист промежуточный, язычок обыкновенный. Опушение листа в период кущения отсутствует или очень слабое, опушение верхнего узла отсутствует. Окраска листа зеленая, отмечается слабый восковой налет.

Таблица 2

**Характеристика овса сорта Сатур по устойчивости к пыльной головне, % поражения**

Сорт	Инфекционный фон			Естественный фон		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Сатур	12,5	6,2	21,4	0	0	0
Аргамак, ст.	46,1	61,5	75,0	17,8	6,4	3,3

Метелка полураскидистая, двусторонняя, бело-желтая, длиной 12,1-19,9 см. Колосковая чешуя (16-20 x 6-7 мм) имеет ясно выраженную нервацию, зубец колосковой чешуи присутствует. Метелка безостая (по одной ости имеют до 15 % метелок). В условиях засухи образует фатуиды – до 30 % первых зерен имеют короткие или средние (6-22 мм) нежные светлые ости. Размер зерна 13-16 мм x 3,0-4,0 мм. Основание зерна голое или имеются единичные редкие волоски в отдельные годы, форма зерновки полуудлиненная. Зерновка слегка вдавленная на внутренней стороне, плотно заключена в цветковые пленки, в верхней части зерновки пленки могут быть слабо полуоткрытые.

**Заключение.** Таким образом, в селекции овса пленчатого на адаптивность и пластичность показана эффективность отбора в F<sub>3</sub>, применения на ранних этапах селекции (гибридные и селекционные питомники) благоприятных почвенных фонов и контрастных на заключительных этапах, инфекционного и искусственного фонов, использование параллельного конкурсного сортоиспытания в различных экологических точках и в ряде лет изучения. Методами гибридизации и последующего индивидуального отбора в F<sub>3</sub> тройного гибрида Suomi x 314h98 (Козырь x UPF 77101) создан адаптивный пластичный сорт пленчатого овса Сатур. Новый сорт сочетает урожайность до 8,6 т/га крупного выполненного зерна (масса 1000 зерен 40,4-48,2 г) с его высоким качеством (натура 581 г/л, пленчатость

26,6 %, белок 14,44 %, жир 2,87 %), устойчивостью к полеганию и осыпанию, средней устойчивостью к засухе. Сатур слабо восприимчив к поражению пыльной головне на искусственном инфекционном фоне и устойчив на естественном, практически (полевая устойчивость) устойчив к корончатой ржавчине (поражение не более 5 %), проявляет толерантность к шведской мухе. Сатур предназначен для получения зерна высокой энергетической ценности на фуражные и продовольственные цели, предлагается для выращивания в Волго-Вятском регионе РФ.

#### Литература

1. Неттевич Э.Д. Отдача сорта: как ее повысить // Вестник сельскохозяйственной науки. 1987. № 11.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т.1. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 468 с.
3. Система ведения сельского хозяйства Волго-Вятской зоны. Том 1. Земледелие и растениеводство. Волго-Вятское кн-ое изд. Киров, 1969. – 420 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. 1985. – 230 с.
5. Лисицын Е.М., Баталова Г.А., Щенникова И.Н. Создания сортов овса и ячменя для кислых почв. Теория и практика. Palmarium Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2012. 313 с.
6. Авдусь П.Б., Сапожникова А.О. Определение качества зерна, муки и крупы. – М.: Колос, 1967. – 416 с.
7. Баталова Г.А. Овес, технология возделывания и селекция. Киров, 2000. – 206 с.
8. Вьюшков А.А., Мальчиков П.Н., Сюков В.В., Шевченко С.Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. – 266 с.
9. Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель Н.М. и др. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений // Доклады АН СССР. 1984. Вып. 247. № 3. - С. 720-723
10. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений. – М.: Колос, 1984. – 344 с.
11. Козленко Л.В., Егорова А.В. Селекционно-генетическая оценка сортов овса// Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1989. – Т.129. – С.134-140.
12. Donald C.M. The breeding of crop idiotypes // Euphytica. 1968. Vol. 17, № 3. – P.385-387.

#### METHODICAL FEATURES OF SELECTION OF FILMY OATS SATUR

G. A. Batalova<sup>1,2</sup>, A. A. Fadeev<sup>3</sup>, I. I. Rusakova<sup>1</sup>, M. V. Tulyakova<sup>4</sup>, T. P. Gradoboeva<sup>4</sup>,  
E. N. Vologzhanina<sup>1</sup>, V. V. Razumova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FGBNU «NORTHEAST RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

<sup>2</sup>FGBOU VPO «VJATSKY STATE AGRICULTURAL ACADEMY»

<sup>3</sup>FGBNU «THE CHUVASH RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

<sup>4</sup>FGBNU «FALENSKY PLANT BREEDING STATION»

**Abstract:** Oats is a crop traditional for Russia. Even in 1870 in the literature was mentioned Shatilovskaya oats, which had a great demand due to its high productivity. In 1882 year it was panted in 82 provinces. In the beginning of a XIX-th century oats occupied in Russia more than 18 million hectare, grain total yield was more than 16 million t. In 2015 year was obtained 4,54 million t., at average productivity of 1,6 t/hectares. Productivity of oats on a considerable part of territory of the country is limited by soil and climatic factors. In the limited-favorable for the crop conditions of the Kirov region and of the Chuvash Republic a filmy oats variety Satur was selected. At initial stages of selection threefold hybrid Suomi x 314h98 (Kozyr ' x UPF 77101) has been released which studied in generations F<sub>1</sub>-F<sub>3</sub> on the cultivated sod-podzolic soils of the experimental field of Northeast Research Institute of Agriculture. In F<sub>3</sub> performed screening of 102 elite plants for number of grains in a panicle, resistance to lodging and diseases in field conditions, sizes of grain - in laboratory. In nurseries of preliminary test and of competitive strain testing of the I year 25 lines meeting parametres of the selected variety were selected. Among them is the line 44h06, which after studying in competitive ecological test (the Northeast Research Institute of Agriculture, the Chuvash Research Institute of Agriculture, Falensky plant breeding station) have transferred in 2015 to the State test as a variety Satur. Filmy oats Satur combines productivity to 8,6 t/hectares with high mass of 1000 grains (40,4-48,2 g), protein content in grain of 14,4 %, drought-resistance and loose smut on a natural infectious background.

**Keywords:** Productivity, screening, selection, filmy oats, resistance, line, hybrid population.

## НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ НА ЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

А. А. ГОНЧАРЕНКО, академик РАН  
ФГБНУ «МОСКОВСКИЙ НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

*Излагаются результаты 10 циклов дивергентного отбора по вязкости водного экстракта (ВВЭ), проведенные на базе сортов озимой ржи Альфа и Московская 12. Эффективность отбора зависела как от генотипа сорта, так и от направления отбора. Отбор в плюс-направлении был более эффективен, чем в минус-направлении. После 10 циклов отбора потенциал признака ВВЭ увеличился у высоковязких популяций в 3,3-6,0 раза, а у низковязких популяций снизился в 2,6-3,5 раза. Асимметричность ответа проявилась в 1-м цикле отбора и сохранялась во всех последующих циклах. Высоковязкие популяции имели лучшие хлебопекарные качества зерна. Наиболее сильно их превосходство проявилось по натуре зерна (на 7,9 %), массе 1000 зерен (на 23,4 %), числу падения (на 90 с), высоте амилограммы (в 5,4 раза), температуре клейстеризации крахмала (на 3,2°C). Низковязкие популяции давали сильно расплывающийся хлеб с крупнопористым, липким и заминающимся мякишем. Анализируются перспективы новых направлений селекции с целью создания хлебопекарных и кормовых сортов озимой ржи на основе отбора генотипов с высокой и низкой ВВЭ.*

**Ключевые слова:** озимая рожь, сорт, водорастворимые пентозаны, вязкость водного экстракта, дивергентный отбор, популяции, хлебопекарные качества зерна.

Озимая рожь в РФ традиционно используется для производства хлеба, спирта, солода, но очень мало для кормления животных. Причина в том, что по содержанию обменной энергии и переваримости питательных веществ зерна рожь занимает последнее место среди зерновых культур (Егоров И. и др., 2014). Более наглядно этот недостаток ржи можно видеть на рис. 1. В результате значительная часть полученного урожая ржи остается невостребованной, на зерновом рынке она не пользуется спросом, что не стимулирует увеличение ее валовых сборов.

Сложившаяся ситуация в значительной степени обусловлена биохимическим составом зерна ржи, которое в сравнении с другими культурами содержит относительно много некрахмальных полисахаридов (пентозанов) [1]. Эти вещества, особенно водорастворимая их часть, нежелательны в кормовом отношении, так как нарушают процесс пищеварения у животных, снижают переваримость питательных веществ корма и, как следствие, прирост живой массы тела животных [2]. Поэтому рожь в комбикормах для животных используют, как правило, с различными ограничениями и только в смеси с другими зерновыми культурами. Для увеличения переваримости корма в рационы животных включают специальные полиферментные добавки и премиксы, что удорожает производство животноводческой продукции. Особенно негативно эти ограничения проявляются в свиноводстве и птицеводстве, где требуется много кормового зерна с высоким содержанием обменной энергии.

Тем не менее, при хлебопечении роль пентозанов оценивается положительно. Объясняется это тем, что при тестообразовании они выполняют функцию клейковинных белков, обеспечивая вязкость и формоустойчивость теста, что в сочетании с низкой амилазной активностью улучшает структурно-механические свойства мякиша выпекаемого хлеба. Обладая высокой водопоглотительной способностью, они в сочетании с низкой амилазной активностью и клейкими свойствами крахмала существенно улучшают хлебопекарные качества зерна ржи. Их роль особенно возрастает в случаях, когда крахмал в силу ряда причин не способен связывать всю влагу теста и образует много липких декстринов (Бушук В. и др. 1980). Своим присутствием пентозаны фактически

компенсируют отсутствие клейковинных белков у ржи, так как повышают вязкость теста, усиливают его формоустойчивость и улучшают структурно-механические свойства мякиша – уменьшают его липкость, заминаемость, влажность [3].

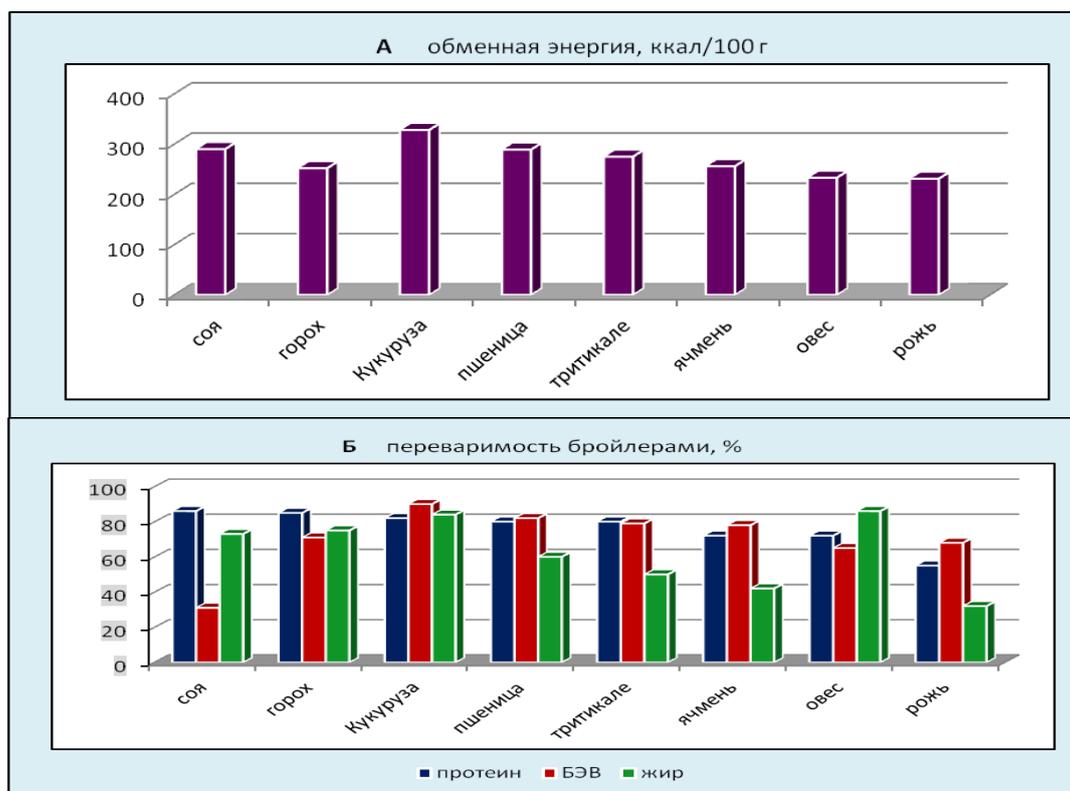


Рис.1. Содержание обменной энергии (А) и переваримость питательных веществ (Б) зерна различных культур бройлерами (по данным Егорова И. и др., 2014)

Специфические особенности ржи ощущаются и в перерабатывающей промышленности. Из-за высокого содержания пентозанов рожь труднее подвергается солодоращению, а сам ржаной солод имеет в 2 раза более высокую вязкость, чем у обычного ячменного солода. Поэтому пиво из ржи распространено лишь локально, хотя ржаной солод может использоваться для приготовления специального пива, так как придаёт пиву оригинальный приятный вкус.

Особенностью требований нынешнего рынка к селекции ржи является технологическая и потребительская адресность создаваемых сортов, которая сегодня должна вытеснять прежний сортовой универсализм (Жученко А. А., 2008). Суть задачи состоит в том, что потребителю необходимо дать разнообразные по цели использования сорта ржи, пригодные не только для хлебопечения, но и для использования на корм животным. О важности проблемы улучшения кормовой ценности ржи свидетельствует тот факт, что с целью увеличения производства птицеводческой продукции делаются попытки вести целенаправленную селекцию птицы на признак улучшения конверсии корма и снижения затрат кормов на единицу произведенной продукции (Егоров И. и др., 2014).

В настоящее время практически все возделываемые сорта ржи из-за высокого содержания пентозанов относятся к категории хлебопекарных, а потому по многим показателям не соответствуют требованиям, предъявляемым к кормовому зерну [4]. Зернофуражная рожь в отличие от хлебопекарной должна иметь низкое содержание пентозанов, особенно водорастворимой его фракции [2]. Поэтому задачи селекции ржи на хлебопекарную и зернофуражную пригодность не совпадают, их следует решать по независимым селекционным программам. По нашему мнению такой дифференцированный

подход будет способствовать расширению сферы хозяйственного использования ржи и увеличению рыночного спроса на зерно этой культуры [5]. Задача состоит в том, чтобы дать потребителю разнообразные по цели использования сорта и гибриды ржи, пригодные не только для хлебопечения, но и для использования на корм животным. Потребность в создании таких сортов особенно остро ощущается в областях Нечерноземной зоны, Поволжья, Урала и Западной Сибири, где рожь является главной культурой озимого поля.

Основными структурными элементами пентозанов являются пятиуглеродные сахара – арабиноза и ксилоза (т.н. арабиноксиланы – АК), которые способны давать высоковязкие водные растворы при относительно низкой концентрации [6]. Установлено [7], что потенциал вязкости водного экстракта находится в прямой зависимости от содержания водорастворимых АК в зерне ржи ( $r=0,97$ ), в связи, с чем его можно использовать как косвенный показатель их количественного содержания. Опыты по кормлению животных показали [8], что вязкость водного экстракта ржи отрицательно ( $r=-0,82$ ) коррелирует с переваримостью белка у крыс, а добавка в рацион гидролитических ферментов ксиланазы и арабинозидазы устраняет вредный эффект ржаного компонента корма, причем эффект от добавки ферментов тем больше, чем меньше содержалось зерна ржи в рационе [4]. Отсюда возникает дополнительная проблема: низкую энергетическую ценность ржаного рациона нельзя компенсировать за счет увеличения дозы корма, взамен ржи нужно добавлять другую зерновую культуру. Для улучшения кормовой ценности зерна ржи необходимо вести целенаправленную селекцию на низкое содержание АК, с тем, чтобы обеспечить низкую вязкость ржаного корма в желудке животных. Считается, что такие сорта ржи будут успешно конкурировать с тритикале [9]. В свете вышесказанного особый интерес представляет селекция сортов озимой ржи с контрастной вязкостью водного экстракта (ВВЭ). Первые шаги в этом направлении сделали канадские исследователи [10]. Они обнаружили значимые различия в привесе цыплят-бройлеров, получавших ржаную диету на базе разных сортов, и показали, что сорта ржи отличаются большим внутрисортным варьированием по ВВЭ, а сам этот признак имеет высокую наследуемость ( $h^2=0,69$ ). Выяснилось, что признак вязкости положительно связан с числом падения ( $r=0,87$ ) и сильно варьирует от погодных условий в период налива зерна и от места выращивания.

Цель наших исследований – проанализировать результаты 10-кратного дивергентного отбора по признаку ВВЭ, изучить сортовую специфику в реакции на отбор, оценить степень асимметричности селекционного сдвига и определить коррелятивный эффект отбора по селекционируемому признаку.

**Материал и методика.** Исходным материалом для отбора послужили популяционные сорта озимой ржи Альфа и Московская 12. Сорт Альфа интенсивно селекционировался на высокое число падения на протяжении 20 лет, из-за чего превосходит Московскую 12 в среднем на 40 с. В свою очередь сорт Московская 12 стабильно превышает Альфу по массе 1000 зерен (на 2,4 г) и натуре зерна (на 8 г/л). По признаку вязкости исходные сорта также различались существенно (на 5 % уровне значимости): средний уровень его у сорта Московская 12 составил  $6,7 \pm 0,38$  сП, а у сорта Альфа –  $5,6 \pm 0,15$  сП. Относительную вязкость водного экстракта зернового шрота измеряли в сантипуазах (сП) на роторном вискотестере VT5L/R по методике Тимошенко А.С., и др.(2008). Оценку проводили по растениям, для чего от каждого из них брали пробы зерна по 5 г для анализа, а оставшееся сохраняли в резерве. Первый цикл дивергентного отбора провели в 2005/2006 гг. (2005 – год отбора, 2006 – год переопыления растений), а всего за 2006-2015 гг. по обоим сортам последовательно провели 10 циклов такого отбора. Ежегодный объем исходной выборки по каждому сорту составлял 160 растений в фазе полной спелости. Дивергентные популяции получали путем смешивания резервных семян от каждого из 20 родоначальных растений, которые по признаку вязкости отклонялись на величину  $\pm 1,5\sigma$  от популяционной средней. Полученные таким образом 4 популяции (2 от плюс-отбора и 2 от минус-отбора) ежегодно высевали на пространственно изолированных участках для свободного переопыления и проведения следующего цикла отбора. Оценку хлебопекарных качеств зерна проводили

методом пробной лабораторной выпечки подового и формового хлеба из обойной муки. Формоустойчивость теста (показатель Н/D) измеряли посредством отношения высоты подового хлеба к его диаметру, а качество формового – методом глазомерной оценки физических свойств мякиша (пористости, липкости, упругости), внешнего вида и измерения объемного выхода хлеба. Высоту амилограммы и температуру клейстеризации крахмала определяли на амилографе Брабендера, число падения (ЧП) – на приборе Хагберга-Пертена, содержание белка и крахмала в зерне – на инфракрасном спектрометре Spectra Star 2400.

**Результаты и обсуждение.** Динамика признака ВВЭ в дивергентных популяциях по циклам и вариантам отбора представлена в табл.1. Как видно, на эффективность отбора значимо влияли не только генотип сорта, но и направление отбора. При минус-отборе более отзывчивой была Альфа, а при плюс-отборе – сорт Московская 12. У сорта Альфа 10-кратный отбор потомств высоковязких растений обусловил увеличение вязкости с 5,6 сП до 18,6 сП (в 3,3 раза), а у сорта Московская 12 – с 6,7 сП до 40,0 сП (в 6,0 раз). Низковязкие популяции при той же кратности отбора достигли предельно низкой вязкости, которая составила 1,6 сП у сорта Альфа и 2,6 сП у сорта Московская 12. Можно сказать, что минус-популяции обоих сортов практически достигли нижнего предела вязкости, потому что показатель ВВЭ равный 1,0 означает вязкость чистой воды.

Таблица 1

**Результаты 10 циклов дивергентного отбора по признаку ВВЭ  
(ВВ – высокая вязкость; НВ – низкая вязкость; X – популяционное среднее,  
сП; Cv – коэффициент вариации, %)**

Годы и циклы отбора	Альфа				Московская 12			
	плюс-отбор (ВВ)		минус-отбор (НВ)		плюс-отбор (ВВ)		минус-отбор (НВ)	
	X	Cv	X	Cv	X	Cv	X	Cv
2005 (0)	5,6	33,4	5,6	33,4	6,7	56,8	6,7	56,8
2006 (1)	8,5	30,7	5,1	24,9	18,9	47,4	6,1	41,1
2007 (2)	11,7	28,1	5,0	31,5	19,8	39,8	6,4	27,2
2008 (3)	6,8	46,8	4,2	28,7	11,9	57,3	4,4	24,7
2009 (4)	15,3	38,8	5,4	36,8	26,8	41,1	6,6	27,9
2010 (5)	19,3	41,1	4,8	37,9	40,4	49,1	6,7	30,4
2011 (6)	37,0	66,0	5,8	50,7	95,4	75,5	8,0	55,4
2012 (7)	29,3	75,9	4,1	45,8	78,4	59,9	6,5	41,4
2013 (8)	27,5	67,9	3,3	49,2	85,6	80,4	5,9	36,2
2014 (9)	17,4	38,7	2,4	33,9	55,5	46,3	4,5	31,8
2015 (10)	18,6	64,5	1,6	22,5	40,0	70,5	2,6	21,9

Что касается внутрисортовой дивергенции популяций, то у обоих сортов она с каждым циклом возрастала, но имела сортовую специфику. В итоге после 10 циклов отбора дивергентные популяции из сорта Альфа различались между собой по вязкости экстракта в 11,6 раза, а популяции из сорта Московская 12 – в 15,4 раза. Причиной такой неоднозначной реакции на отбор могли быть изначальные сортовые различия в фенотипической дисперсии селективируемого признака. Доказательство тому – двукратная разница по величине среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), которое составило 1,87 для сорта Альфа и 3,81 для сорта Московская 12. Почти такая же двукратная разница между сортами имела место и по коэффициенту внутривариационного варьирования селективируемого признака (Cv), которая составила соответственно 33,4 % и 56,8 %.

Динамика дивергенции популяций по циклам отбора показана на рис.2. Особенность состоит в том, что в первых циклах отбора (1-5) дивергенция происходила слабее, чем в

последующих циклах (6-10). Асимметричность ответа на разнонаправленный отбор проявилась в том, что у обоих сортов селекционный сдвиг в плюс-направлении был значительно выше, чем в минус-направлении. Асимметрия ответа сохранялась во всех 10-ти циклах отбора, однако на ее размах существенно влиял генотип сорта. Отбор высоковязких генотипов у сорта Альфа увеличивал вязкость в среднем на 1,95 сП за один цикл, а у сорта Московская 12 – на 6,55 сП, что в 3,3 раза больше. Отбор низковязких генотипов был менее эффективным и в каждом цикле приводил к снижению признака вязкости на 0,35 сП у Альфы и на 0,25 сП у Московской 12. Можно сказать, что дивергенция между популяциями достигалась в основном за счет сдвига в сторону высокой вязкости. При минус-отборе селекционный сдвиг достигался не только медленно, но и слабо варьировал под влиянием погодных условий года.

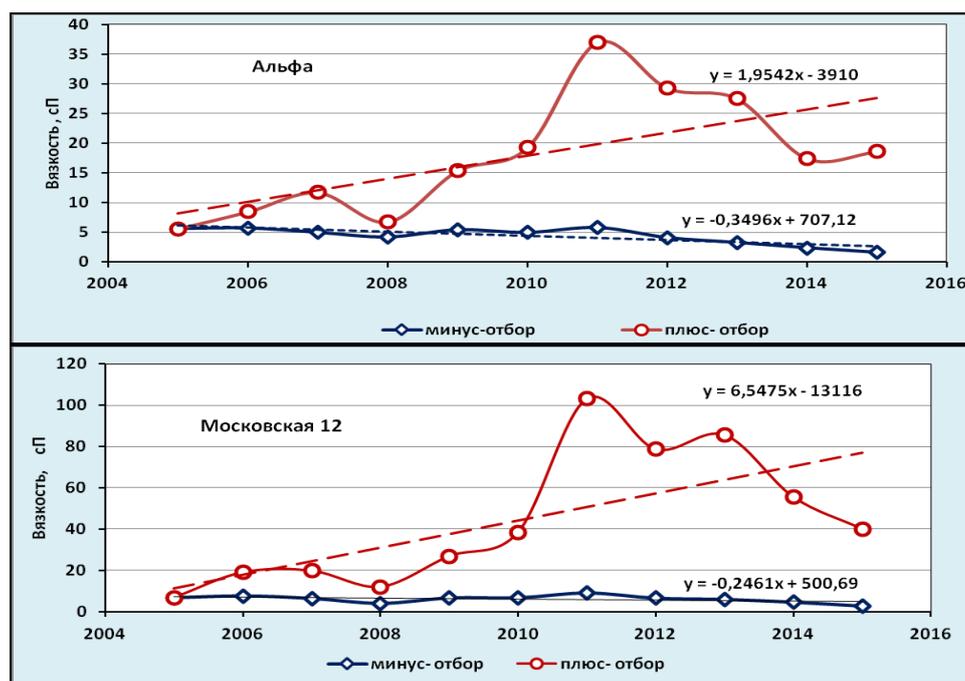


Рис.2. Дивергенция популяций из сортов Альфа и Московская 12 по ВВЭ после 10 циклов разнонаправленного отбора

Причиной вышеупомянутой асимметричности могли быть разные факторы: случайный дрейф генов из-за малой выборки при отборе, инбредная депрессия, различие в селекционных дифференциалах, генетическая асимметрия. Последняя в нашем случае наилучшим образом объясняет асимметричный эффект отбора. Мы полагаем, что гены, ответственные за высокую вязкость водного экстракта, являются доминантными по своей природе, имеют высокую изначальную частоту в популяции и проявляют сильный аддитивный эффект, в силу чего успех при плюс-отборе достигается быстрее и сильнее, чем при минус-отборе. Признак низкой вязкости, наоборот, детерминируется рецессивными аллелями с относительно низкой их частотой в исходной популяции и более слабым аддитивным эффектом. Данное заключение подтверждают результаты наших исследований признака ВВЭ в системе диаллельных скрещиваний (Гончаренко А.А и др. 2012), которые показали, что генетическая вариация признака экстрагируемой вязкости детерминируется доминантными генами с аддитивным действием.

Дивергентный отбор по ВВЭ коррелятивно затронул многие другие селекционно важные признаки. В наших опытах он контрастно отразился на целом комплексе технологических и хлебопекарных признаков и свойств. Особенность этой контрастности проявилась в том, что при плюс-отборе признаки качества зерна улучшались, а при минус-

отборе – ухудшались (табл.2). В среднем по обоим сортам высоковязкие популяции отличались от низковязких более высокой натурой зерна (на 7,9 %), большей массой 1000 зерен (на 23,4 %), имели более высокое число падения (на 90 с), высоту амилограммы (в 5,4 раза) и температуру клейстеризации крахмала (на 3,2°C).

Таблица 2

**Оценка технологических и хлебопекарных свойств популяций ржи с различной вязкостью водного экстракта (2015)**

Признаки	Альфа		Московская 12		Среднее	
	НВ	ВВ	НВ	ВВ	НВ	ВВ
Вязкость экстракта, сП	1,6	18,6	2,6	40,0	2,1	29,3
Натура зерна, г/л	675	752	738	773	706	762
Масса 1000 зерен, г	25,8	34,6	31,4	36,0	28,6	35,3
Число падения, с	140	231	170	260	155	245
Высота амилограммы, е.а.	60	275	50	320	55	297
Температура клейстериз., °С	61,0	64,0	63,0	66,3	62,0	65,2
Отношение Н/D	0,10	0,32	0,15	0,41	0,13	0,37
Объем выход хлеба, см <sup>3</sup>	304	316	314	286	309	301
Подовый хлеб, балл	2,0	5,0	3,5	5,0	2,8	5,0
Формовой хлеб, балл	2,0	4,5	4,4	5,0	3,2	4,8
Содержание белка, %	15,1	14,3	14,6	14,2	14,8	14,2
Содержание крахмала, %	50,2	53,2	55,6	55,8	52,9	54,5

Значительные различия между дивергентными популяциями обнаружены и по хлебопекарным качествам зерна (рис.3). Селекция популяций в сторону высокой ВВЭ положительно повлияла на формоустойчивость подового хлеба (показатель Н/D увеличился в 2,8 раза), а также на качество формового хлеба, который у этой группы популяций имел среднюю оценку 4,8 балла и выделялся выпуклой формой, упругим, эластичным и мелкопористым мякишем. Наоборот, хлеб из зерна низковязких популяций отличался плоской или вогнутой формой, сильно расплывался, имел влажный, липкий и заминающийся мякиш с крупными порами или пустотами. Мы объясняем это тем, что из-за низкого содержания водорастворимых пентозанов крахмал у этих популяций не способен связывать всю влагу теста и поэтому образует много липких декстринов.



Рис 3. Лабораторная выпечка подового и формового хлеба из зерна низковязких (НВ) и высоковязких (ВВ) популяций сорта Альфа после 10 циклов дивергентного отбора

Таким образом, результаты исследований позволяют заключить, что дивергентный отбор по ВВЭ вызвал сильную дивергенцию популяций в пределах сорта и носит ассоциативный характер. Отбор в плюс-направлении обусловил увеличение признака ВВЭ в 3,3-6,0 раз, а отбор в минус-направлении – снижение в 2,6-3,5 раза. Обнаружен существенный сдвиг по многим другим признакам. Высоковязкие популяции характеризовались достоверно более высокой урожайностью и лучшим качеством зерна, чем низковязкие. Наибольший коррелятивный эффект достигался по натуре зерна, числу падения, высоте амилограммы, температуре клейстеризации, формоустойчивости теста, качеству хлебного мякиша. Эти результаты полностью соответствуют выводам других исследователей о высоких хлебопекарных свойствах зерна гибридных сортов ржи, полученных от скрещивания высоковязких инбредных линий [11]. Следовательно, отбор на высокую вязкость водного экстракта может быть рекомендован как эффективный метод селекции ржи на улучшение хлебопекарных качеств зерна.

Целенаправленный отбор низковязких генотипов требует особого рассмотрения. Прежде всего он привлекает тем, что позволяет создавать сорта ржи кормового типа, отличающиеся низким содержанием водорастворимых пентозанов и лучшей переваримостью питательных веществ корма. Однако данное направление селекции вызывает ряд трудностей, поскольку сопряжено с относительно низкой урожайностью селекционируемых популяций и в этом случае селекционерам предстоит разрушить многие коррелятивные связи, закрепленные длительным естественным отбором в пользу высоковязких генотипов. С учетом высокой средовой вариации признака вязкости мы полагаем, что отбор в этом направлении должен быть масштабным, интенсивным и многократным, особенно по таким признакам как урожайность, натура зерна, масса 1000 зерен, число падения. Относительно низкая эффективность отбора низковязких генотипов в известной мере обусловлена низкой частотой генов этого признака в мировом генофонде ржи (Кобылянский В.Д, Солодухина О.В., 2013) Следовательно, низковязкие доноры у ржи необходимо целенаправленно создавать, используя для этого современные методы селекции и ДНК-технологии.

#### Литература

1. Henry R.J. A comparison of the non-starch carbohydrates in cereal grains // J. Sci. Food and Agric. – 1985. – V. 36. – № 12. – P.1243-1253.
2. Rakowska M. The nutritive quality of rye // Vortr. Pflanzenzucht. -1996. – V. 35, – P. 85-95.
3. Weipert D. Pentosans as selection traits in rye breeding // Vortr. Pflanzenzucht. – 1996. – V.35. – P. 109-119.
4. Boros D., Bedford M.R. Influence of water extract viscosity and exogenous enzymes on nutritive value of rye hybrids in broiler diets // J. Animal and Feed Sciences. – 1999. – V. 8. – P.579-587.
5. Гончаренко А.А Перспективы улучшения кормовой ценности зерна ржи методами селекции. // Достижения науки и техники АПК – 2012. – № 11. – С.7-10
6. Bengtsson S., Aman P. Isolation and chemical characterization of water-soluble arabinoxylans in rye grain // Carbohydrate Polymers. – 1990. – V.12 (3). – P. 267-277.
7. Boros D., Marquardt R.R., Slominski B.A., Guenter W. Extract viscosity as an Indirect Assay for water-soluble Pentosan Content in Rye // Cereal Chem. – 1993. – V.70 (5) – P. 575-580.
8. Rybka K., Boros D., Rachynska-Bojanowska K., Rakowska M., Sawicka-Zukowska R., Jedrychowska B. Viscosity of rye grain components // Molecular Nutrition and Food Research. – 1988. – V.32 (8) – P.723-804.
9. Madej L. Breeding approach to the improvement of feeding quality of rye grain // Hod. Rosl., Aklimat. i Nasienn. - 1994. – V. 38 (5). – P.91-94.
10. McLeod J.G., Gan Y., Scoles G.J., Campbell G.L. Extract viscosity and feeding quality of rye // Vortr. Pflanzenzucht. – 1996. –V. 35: – P. 97-108.
11. Kolasinska I., Boros D., Madej L., Cygankiewich A. Quantitative characteristic of rye inbred lines // Proceeding of the EUCARPIA Rye Meeting. - Juli 4-7, 2001. -Radzikow, Poland. – P. 315-318.

## NEW DIRECTIONS IN SELECTION OF A WINTER RYE ON TARGET USE

A. A. Goncharenko

MOSCOW RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE «NEMCHINOVKA»

*Abstract: Results of 10 cycles of divergent selection on viscosity of a water extract (VWE), lead on the basis of varieties of a winter rye the Alpha and Moscow 12 are stated. Efficiency of selection depend both on a genotype of a variety, and from a direction of selection. Selection in*

*plus-direction was more effective, than in a minus-direction. After 10 cycles of selection the potential of attribute VWE has increased at high-viscosity populations in 3,3-6,0 times, and at low-viscosity populations has decreased in 2,6-3,5 times. Asymmetry the answer it was showed in 1-st cycle of selection and it was kept in all subsequent cycles. High-viscosity populations had the best baking qualities of grain. Their superiority is the strongest was showed at nature of grain (on 7,9 %), weight of 1000 grains (on 23,4 %), the falling of number (on 90 s), height amylogram (in 5,4 times), temperature gelation of starch (on 3,2°C). Low-viscosity populations gave strongly blurring bread with macroporous a sticky and restive crumb. Prospects of new directions of selection with the purpose of creation of baking and fodder varieties of a winter rye on the basis of selection of genotypes with high and low VWE are analyzed.*

**Keywords:** winter rye, variety, water-soluble pentosans, viscosity of a water extract, divergent selection, populations, baking qualities of grain.

УДК 631.6:633.88

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФИТОПРЕПАРАТОВ

**И. В. САВЧЕНКО**, академик РАН

**Л. Н. ЗАЙКО, Ф. М. ХАЗИЕВА, А. Н. ЦИЦИЛИН** кандидаты биологических наук

**В. Ю. МАСЛЯКОВ**, кандидат географических наук

ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ  
И АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ»

E-mail: vilarnii@mail.ru

*В статье рассматриваются вопросы мобилизации и изучения природного биоразнообразия лекарственных и ароматических растений путем их сохранения *ex situ* и *in situ*. На этой основе создаются высокопродуктивные, устойчивые к абиотическим и биотическим стрессам сорта лекарственных и ароматических растений для формирования сырьевой базы инновационных лекарственных фитопрепаратов.*

**Ключевые слова:** лекарственные и ароматические растения, генетические ресурсы, гербарий, экспедиция, сорт, продуктивность, биорегуляторы, метаболом, семена.

В современных условиях в России остро стоит вопрос создания и производства эффективных и безопасных лекарств, среди которых доля фитопрепаратов и биологически активных субстанций из растений составляет 60-65 %. Россия обладает мощным потенциалом для производства фитопрепаратов. Флора России насчитывает 12 тыс. видов высших растений, из которых 2000 видов используется в народной медицине, 326 – в традиционной медицине. Но хищническое использование дикорастущих лекарственных растений, которое началось с 90-х годов прошедшего столетия и продолжается до настоящего времени, привело к катастрофическому истощению природных ресурсов таких ценных видов как женьшень, родиола розовая, левзея софлоровидная, лапчатка белая, горичвет весенний и др.

Поэтому очень важно сохранить для будущих поколений многообразие лекарственной флоры [1]. С этой целью в ВИЛАР проводятся многоплановые исследования по сохранению, изучению и мобилизации генетических ресурсов лекарственных растений [2].

Изыскания проводятся в рамках реализации Программы фундаментальных исследований «Науки о жизни» и критических технологий «Геномные, протеомные и постгеномные технологии», «Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний», «Технологии биоинженерии и геномной инженерии».

Исследования включены в выполнение раздела X «Сельскохозяйственные науки» по пункту 155 программы «Растениеведение, сохранение, интродукция, создание сортов,

штаммов – продуцентов лекарственных и ароматических растений и технологий получения предшественников и биологически активных веществ, их модификация, а также создание препаратов для улучшения качества и продолжения жизни человека в рамках мероприятий реализации Программы исследований государственных академий наук до 2020 года, утвержденных распоряжением правительства от 03.12.2012 года № 2237-р и № 2217-р от 31.10.2015 г.

Исследования института в соответствии с этими основополагающими документами направлены на изучение:

- биоразнообразия с целью мобилизации, изучения и сохранения ресурсов ЛАР;
- создания устойчивой сырьевой базы для производства лекарственных фитопрепаратов.

Исследования проводились в природных условиях, в различных местообитаниях ЛАР во флоре Средней России, на базе Ботанического сада лекарственных и ароматических растений, оранжерейно-тепличного комплекса (5 боксов и оранжерея), экспериментального поля ВИЛАР, фармакопейного участка и трех филиалов, расположенных в разных эколого-географических зонах России (Предкавказье, Черноземной и резко сухой зоне Поволжья).

Проведен информационный анализ исследований ЛАР в научных учреждениях России. Установлено, что лекарственным растениеводством занимаются около 150 научных учреждений, где изучается 170 видов ЛАР. Исследования проводятся по сырьевой базе, экологии, технологии возделывания, селекции – 110 видов, анализу БАВ – 154 вида, созданию фитопрепаратов – 43 вида.

Для фитохимических исследований экспедициями ВИЛАР в 2015 году заготовлены дикорастущие виды лекарственных растений: ива остролистная (листья) – 8 кг, подмаренник настоящий – 3 кг, репешок обыкновенный (корневища) – 3 кг, донник лекарственный – 5 кг, кубышка желтая (корневища) – 5 кг, зюзник европейский – 15 кг, цикорий обыкновенный – 5 кг.

Разрабатывается методика дешифрирования аэрофотоснимков лекарственных растений, полученных при помощи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), устанавливаются дешифровочные признаки для подмаренника настоящего (*Galium verum* L.), лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim), иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), дягиля лекарственного (*Angelica archangelica* L.), хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.), мордовника шароголового (*Echinops sphaerocephalus* L.), крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) в масштабах 1:200, 1:500. Установлено, что по цветотону, стереоизображению, текстуре выделяются заросли лекарственных растений, расположенные в контрастных экологических условиях.

По научному формированию и сохранению биокolleкций генофонда – исследования ведутся по нескольким направлениям.

В институте имеется уникальный гербарий лекарственных растений. Гербарий, который состоит из 6 фондов, представленных 78600 листами. В основном фонде – 198 семейств, 1633 рода, 10748 видов. Зарубежный фонд представлен образцами растений из Австралии, Америки, Азии, Западной Европы. Выделен отдельно Монгольский Гербарий. Гербарий мхов и лишайников представлен 3000 видов. Имеется дублетный фонд гербария – 2000 листов. В институте сформирован гербарий Д. П. Сырейщикова – 7537 листов, которому более 100 лет. Разработана стандартная операционная процедура по работе с гербарной коллекцией.

Генколлекция Ботанического Сада лекарственных растений содержит 1272 вида ЛАР из 93 семейств, в том числе – 256 видов – древесно-кустарниковых, 921 вид травянистых, имеется коллекция редких и исчезающих видов. В оранжерейно-тепличном комплексе – сохраняется 373 вида тропических и субтропических растений, 108 видов фитонцидных растений, 112 видов, используемых в гомеопатии. Разработаны паспорта на 392 вида растений Ботанического Сада лекарственных растений, где приведена оценка по 32 показателям. Коллекционные фонды пополнены 9 видами. Проводятся регулярные

фенологические наблюдения за растениями Ботанического Сада лекарственных растений. Сотрудниками Ботанического Сада совершено шесть экспедиций (Южный Урал, Северный Кавказ, Австрия, Китай, Южная Америка), в результате чего собрано 144 вида семян и посадочного материала.

Создаются, изучаются и сохраняются коллекции лекарственных растений в филиалах института, расположенных в разных эколого-географических зонах России. В Предкавказье на южных черноземах на Северо-Кавказском филиале (ст. Васюринская Краснодарского края) собран и изучается генофонд из 289 лекарственных растений. В Белгородском филиале, расположенном в степной зоне Европейской части страны изучается генофонд 87 видов лекарственных растений, а в резко сухостепной зоне Поволжья (Самарская обл.) в Средне-Волжском филиале изучается 101 вид растений.

В семенном коллекторе Ботанического Сада сохраняется 407 видов семян. Получено 85 делектусов: 63 – из дальнего зарубежья, 22 – из России. В Ботаническом Саду постоянно проводится практика студентов РГАУ МСХА им. К.А.Тимирязева (1-5 курс – плодоовощеводы, РУДН – 3 курс – фармацевты), колледжей (фармацевты, озеленители).

Проводились исследования по введению в культуру зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.), зюзника высокого (*Lycopus exaltatus* L.f.), дурнишника обыкновенного (*Xanthium strumarium* L.).

Изучалось влияние экзогенных биорегуляторов и средств защиты на интенсивность роста, развития лекарственных растений, адаптации к стрессовым факторам и их урожайности. Получены экспериментальные данные по вегетативному размножению зюзника европейского и комплексному применению регуляторов роста и органоминеральных удобрений на рост, развитие и урожайность. Подобран комплекс регуляторов роста для повышения всхожести семян и усиления роста растений зюзника высокого (гиббереллин + Циркон).

Исследования по способам размножения зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) показали, что наиболее перспективным является вегетативный, при котором отмечается превышение к контролю по высоте на 29 %, количеству побегов на 51 %, урожайности лекарственного сырья на 64 %. Применение росторегулятора Циркон с микроудобрением Абсолют оказывает положительное действие на рост и развитие зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.), обеспечивая повышение урожайности сырья на 32-38 %.

Выявлено, что для повышения всхожести семян зюзников необходима их обработка силиплантом или баковой смесью иммуноцитифит + энерген. Наиболее высокая продуктивность растений отмечается при схеме посадки 60x15 см. Установлено, что существенные преимущества по продуктивности и качеству урожая сырья имеет зюзник европейский.

Мониторинг вредителей лапчатки белой выявил, что максимальный вред ей наносят паутинный клещ и ржавчина. Против них была разработана система защиты с использованием препаратов биоцидной (фунгицид и бардосская смесь, инсектицид фитоферм) и небиоцидной природы (регулятор роста циркон, микроудобрения феровит, органоминеральное удобрение Абсолют).

На змееголовнике молдавском и шалфее лекарственном применение ретарданта Харди (2 мл на 1 литр) увеличивало содержание эфирных масел на 20-40 %, а у змееголовника наблюдалось увеличение содержания розмариновой кислоты на 27 % и розмариinata глюкозы на 30 %.

Впервые изучен состав отдельных компонентов метаболома змееголовника и его изменение в связи с применением биоретарданта. По результатам исследований подготовлена агроресурсосберегающая технология возделывания маклеи сердцевидной, включающая систему использования современных росторегуляторов, микроудобрений, что позволяет увеличить приживаемость рассады на 18 %, снизить норму расхода гербицида «Корсар» на 20 %, «Зелека Супер» на 50 %, повысить урожайность на 15-23 %, выход алкалоидов – на 18-34 %. Получен исходный материал для создания новых сортов

лекарственных растений – эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* Moench.), арники облиственной (*Arnica foliosa* Nutt.).

Совместно с исследователями из биотехнологической лаборатории г. Турку (Финляндия), методом газо-жидкостной хроматографии с масс-спектрометрической детекцией в образцах эфирных масел (ЭМ) душицы обыкновенной сорта Зима обнаружено 120 индивидуальных соединений, 73 из них были идентифицированы, из которых 12-доминируют (72 % – сабинен, линалоол, терпинен -4-ол, бета-кариофилен и др.). В целом, выявлены количественные и качественные отличия состава ЭМ 9 сортообразцов душицы. Установлено, что высокое содержание ЭМ в большей степени характерны для низкорослых и компактных биотипов сортов душицы обыкновенной. По результатам исследований разработана методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность арники облиственной, получено 2 патента. Созданы новые сорта ЛАР – ослинник двулетний (*Oenotera biennis* L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.).

Ослинник двулетний (*Oenotera biennis* L.) – перспективная лекарственная культура, включенная в фармакопеи многих зарубежных стран. Основным сырьем являются семена, содержащие до 20 % и более жирного масла, в состав которого входят пальмитиновая, стеариновая, олеиновая и другие кислоты. Возможно использование масла в дерматологии и косметологии. Созданный сорт ослинника двулетнего на 40 % меньше повреждается земляной блошкой, чем другие сорта.

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) – широко применяется в медицинской практике в виде настоев, отваров и в составе разных сборов. Запатентованы комплексные средства с душицей обыкновенной, обладающие антимикробным, противовоспалительным, седативным действием, а также для профилактики и лечения заболеваний печени и желчевыводящих путей. Новый сорт душицы превосходит стандарт по содержанию эфирных масел на 70 %.

Переданы в Госкомиссию 2 заявки на включение в Госреестр ромашки аптечной (*Matricaria recutita* L.), лапчатки белой (*Potentilla alba* L.).

Ромашка аптечная (*Matricaria recutita* L.) – ее соцветия пользуются стабильным спросом на рынке. Они содержат до 1 % эфирного масла, основным компонентом которого является альфа-бизаболол, хамазулен и др. Новый сорт ромашки характеризуется крупными соцветиями (в 1,5 раза больше стандарта), хорошо пригодна к механизированной уборке.

Лапчатка белая (*Potentilla alba* L.) – это растение применяется для лечения заболевания щитовидной железы – тиреотоксикоза. Подземная часть растения (корневища с корнями) содержит углеводы (крахмал), иридоиды, сапонины, фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды (кверцетин), дубильные вещества (галлотанин) до 17 % (максимум в фазу цветения). Надземная часть (трава) содержит иридоиды, сапонины, фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды (рутин), дубильные вещества до 6 %. В листьях обнаружены фенолкарбоновые кислоты и их производные, флавоноиды (кверцетин, кемпферол, цианидин). Препараты на ее основе – эффективные и доступные профилактические средства. Урожайность корней лапчатки белой составляет от 7,5 ц/га (контроль) до 41,9 ц/га сырой массы. Разработана технологическая карта лапчатки белой (*Potentilla alba* L.), обеспечивающая получение более 4 т/га растительного сырья (корневищ).

В результате исследований определены посевные качества 430 образцов семян ЛАР (418 видов), заложенных на хранение с 1984 года при разных температурных режимах. Установлено, что оптимальной температурой хранения для семян ЛАР при длительном хранении (более 30 лет) является -18° С.

По результатам исследований разработаны паспорта на коллекции семян, хранящихся при температуре хранения -10°С и -18° С.

Проводятся исследования по изучению продуцентов биологически активных соединений, культивирование *in vitro* тканей и клеток высших лекарственных растений и микроорганизмов.

### Литература

1. Атлас лекарственных растений России. Под общ. ред. академика РАМН и РАСХН, проф. В.А.Быкова, – М., 2006. 346 с.
2. Дикорастущие лекарственные растения России. Коллектив авторов. – М.: «Щербинская типография», 2015. 344 с.

### SCIENTIFIC BASIS FOR A SUSTAINABLE RAW MATERIAL BASE FOR MEDICINAL HERBAL REMEDIES

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

**I. V. Savchenko, L. N. Zayko, F. M. Chasieva, A. N. Tsytsylin, V. Yu. Maslyakov**

**Abstract:** *The article deals with mobilization and explore the natural biodiversity of medicinal and aromatic plants by their conservation ex siti and in siti. On this basis, it is highly productive resistant to abiotic and biotic stresses varieties of medicinal and aromatic plants for the formation of the raw material base of innovative medicinal herbal remedies.*

**Keywords:** medicinal and aromatic plants, genetic resources, herbarium, expedition, grade, productivity, bioregulators, metabolome, seed.

УДК 502/504; 577.4; 631; 633.2; 911.53

### УПРАВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВА И СТАБИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

**В. М. КОСОЛАПОВ**, член-корр. РАН

**И. А. ТРОФИМОВ**, доктор географических наук

**Л. С. ТРОФИМОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Е. П. ЯКОВЛЕВА**, старший научный сотрудник

ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ КОРМОВ ИМ. В. Р. ВИЛЬЯМСА»

*Управление земельными ресурсами тесно связано со сбалансированным взаимодействием растениеводства, земледелия, животноводства рационального природопользования. Оно базируется на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических, географических и экологических факторов.*

**Ключевые слова:** управление, земельные ресурсы, растениеводство, земледелие, многолетние травы, плодородие почв.

Управление земельными ресурсами тесно связано со сбалансированным взаимодействием рационального природопользования, кормопроизводства, растениеводства, земледелия, животноводства. В современных условиях развития АПК, при острой нехватке средств и материальных ресурсов, решение проблемы обеспечения продовольственной и экологической безопасности России должно базироваться на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических, географических и экологических факторов. Обширность территории России и большое разнообразие природно-климатических условий, ландшафтов, почв являются нашими важнейшими стратегическими ресурсами. Умение наилучшим образом использовать это свое преимущество, управлять этими возобновляемыми ресурсами, опираясь на их природные особенности, создавать и использовать ландшафтно-дифференцированные сорта и технологии – необходимые условия создания сильного и устойчивого сельского хозяйства [1, 2].

Управление агроэкосистемами и агроландшафтами, их продукционной, средообразующей и природоохранной функциями, является важнейшей государственной

задачей в целях сохранения, воспроизводства и обеспечения продуктивного долголетия сельскохозяйственных земель России, самой основы производственного базиса сельского хозяйства. Оно необходимо для сохранения и воспроизводства среды обитания человека и животных. Решение этой проблемы – ключевое звено в обеспечении продовольственной безопасности страны, развития селекции, семеноводства и стабильного производства продукции растениеводства.

Стратегией рационального сельскохозяйственного природопользования является целенаправленная оптимальная пространственно-временная организация сбалансированных агроландшафтов, которая должна быть наиболее адекватной их природной структуре и динамике.

Управление агроландшафтами направлено на создание их экологически устойчивой структуры и обеспечение нормального функционирования, увеличение доли природных и сеяных кормовых угодий в структуре агроландшафтов, разработку и реализацию комплекса биомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий по предотвращению эрозии, дефляции и восстановлению плодородия почв, залужению или залесению эродированных и дефлированных земель, возделывание многолетних трав на эрозионноопасных и дефляционноопасных пахотных землях, расширение посевов засухоустойчивых и солеустойчивых культур, регулирование солевого и солонцового процессов и др.

Функционирование агроландшафтов проявляется в продуктивности земельных угодий, ее устойчивости, стабильности по годам и развитии негативных процессов. Если функционирование агроландшафтов нарушено и продолжает ухудшаться, необходимо принять соответствующие меры. Прежде всего, необходимо нормализовать структуру агроландшафта, укрепить его экологический каркас (создать элементы прочности), оптимизировать антропогенные нагрузки.

Кормопроизводство, занимающее более  $\frac{3}{4}$  сельскохозяйственных угодий и более  $\frac{1}{4}$  части территории Российской Федерации, является одним из основных стабилизирующих факторов, с помощью которого можно обеспечить не только продуктивность, но и устойчивость агроландшафтов.

Значение кормопроизводства заключается не только в производстве кормов для животных, но и в обеспечении продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных земель и агроландшафтов, повышении плодородия почв, рациональном природопользовании и охране окружающей среды. Кормопроизводство – один из ведущих факторов управления сельскохозяйственными землями и агроландшафтами России. Кормопроизводство основано на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов и играет ведущую роль в управлении продукционным процессом и средообразующим потенциалом агроэкосистем и агроландшафтов [3–5].

Современная система управления агроландшафтами должна включать управление его инфраструктурой и управление антропогенными нагрузками на отдельные его элементы (земельные угодья). Создание оптимальной пространственно-временной структуры агроландшафта обеспечиваются оптимизация видового состава сельскохозяйственных культур и структуры посевных площадей, размещения сельскохозяйственных культур (пропашные, зерновые, однолетние и многолетние травы) по элементам агроландшафта, применение современных технологий и системы севооборотов. Повышение плодородия почв обеспечивается за счет оптимального насыщения посевных площадей бобовыми и бобово-злаковыми многолетними травами. Увеличение на пахотных землях доли многолетних трав осуществляется при сокращении доли пропашных, зерновых культур и однолетних трав [6–10].

Управление луговыми агроэкосистемами включает создание и рациональное использование высокопродуктивных сенокосов и пастбищ. Средообразующий потенциал луговых агрофитоценозов в агроландшафтах формируется благодаря дерновому процессу, проходящему в условиях сохранения дернины без перепашки в течение длительного

времени, результатом которого является увеличение в почве органического вещества, гумуса, азота, ряда минеральных элементов.

Управление продукционным процессом в растениеводстве обеспечивается не только хорошим сортом, качественными семенами, удобрениями и агротехникой. Продуктивность – это производное всей системы агроландшафта, т. е. его инфраструктуры – соотношения пашни, луга, леса, а также оптимальной структуры посевных площадей, севооборотов, достаточной доли многолетних трав. Продуктивность и устойчивость агроэкосистем и агроландшафтов во многом зависят от многолетних трав. Их доля в севооборотах сегодня недостаточна для того, чтобы обеспечить эффективную защиту сельскохозяйственных земель от воздействия эрозии, дефляции и дегумификации.  $\frac{1}{3}$  наших сельскохозяйственных земель уже деградирует под влиянием эрозии, дефляции, дегумификации, а пашня теряет 1–2,5 т/га гумуса ежегодно.

Управление сельскими территориями России, земельными ресурсами, селекцией, семеноводством, растениеводством, земледелием, животноводством и рациональным природопользованием в современных условиях предполагает, прежде всего, разработку и реализацию следующей системы мер:

- совершенствование структуры земельных угодий, направленное на укрепление экологического каркаса агроландшафта (увеличение доли элементов, повышающих прочность и устойчивость агроландшафтов к негативным факторам – природных кормовых угодий, лесов, охраняемых участков экосистем);

- оптимизация структуры посевных площадей и совершенствование севооборотов сельскохозяйственных культур, направленных на повышение экологической устойчивости пашни (увеличение доли посевов многолетних трав в севооборотах);

- совершенствование систем земледелия, разработка и освоение адаптированных ресурсосберегающих экологически безопасных приемов, технологий и технических средств обработки почвы и выращивания сельскохозяйственных культур;

- выработка и реализация, а также оптимизация норм антропогенных нагрузок на агроландшафты в целом и на отдельные элементы их пространственной структуры (пашни, пастбища, сенокосы, леса).

Адаптивная интенсификация растениеводства и земледелия, агроэкосистем и агроландшафтов предполагает управление продукционным процессом посредством интенсификации биологических ресурсов:

- рациональное размещение культур на территории землепользования с целью реализации адаптивного потенциала видов и сортов;

- оптимальное насыщение посевной площади и севооборотов культурами, обеспечивающими высокую экономическую эффективность, производство качественной продукции, функционирующие на основе биологического азота, обладающие почвозащитными и почвоулучшающими свойствами;

- применение в земледелии безотходных технологий по использованию производимого органического вещества для воспроизводства бездефицитного баланса вещества и энергии почвы;

- рациональное применение материально-технических ресурсов, обеспечивающее интенсификацию биологических процессов (биостимуляторы, биопрепараты, мелиоранты, минеральные удобрения, средства защиты растений и т.д.);

- создание и использование сортов, особенно бобовых культур, адаптированных к зональным почвенно-климатическим условиям. В настоящее время имеются перспективные сорта клевера лугового и люцерны устойчивые к кислотности, что позволит значительно уменьшить затраты на известкование.

При обосновании структуры посевных площадей необходимо учитывать следующие требования [1, 9, 10]:

- рациональное размещение культур в системе адаптивных севооборотов по оптимальным предшественникам;

– максимально возможное насыщение структуры посевных площадей и севооборотов культурами, функционирующими на основе биологического азота;

– оптимизация в структуре посевных площадей доли многолетних трав, как основного источника воспроизводства гумуса в почве и улучшения ее физических свойств. Так, при наличии в севообороте 45-50 % многолетних трав воспроизводство гумуса в почве обеспечивается без внесения органических удобрений. При использовании для воспроизводства гумуса растительных остатков сельскохозяйственных культур, соломы, органических удобрений и сидеральных культур в севообороте необходимо наличие 25-30 % многолетних трав.

#### Литература

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство – важный фактор роста продуктивности и устойчивости земледелия / Земледелие. 2012. № 4. – С. 20-22.
2. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. История науки. Василий Робертвич Вильямс / – М: Россельхозакадемия, 2011. – 76 с.
3. Трофимов И.А., Косолапов В.М., Трофимова Л. С., Яковлева Е.П. Глобальные экологические процессы, стратегия природопользования и управления агроландшафтами / Материалы Международной научной конференции (Москва, 2–4 октября 2012 г.) / Отв. ред. В. В. Снакин. М: Academia, 2012. – С.107-114.
4. Трофимов И.А., Косолапов В.М., Савченко И.В., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Лебедева Т.М. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий и стратегия управления агроландшафтами Волго-Вятского экономического района // Кормопроизводство. 2009. № 1. – С. 2-10.
5. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство в развитии сельского хозяйства России // Адаптивное кормопроизводство. 2011. № 1. – С. 4-8. [Электронный ресурс], ГНУ ВИК Россельхозакадемии, <http://www.adaptagro.ru>.
6. Трофимова Л. С., Трофимов И. А., Яковлева Е. П. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий Северного Кавказа // Степной бюллетень. 2013. № 37. – С. 21-24.
7. Трофимова Л. С., Трофимов И. А., Яковлева Е. П. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий Волго-Вятского природно-экономического района России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 2. – С. 39-42.
8. Трофимова Л. С., Трофимов И. А., Яковлева Е. П. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий Северо-Западного природно-экономического района Российской Федерации // Кормопроизводство. 2010. № 8. – С. 10-13.
9. Новоселов Ю.К., Шпаков А.С., Новоселов М.Ю., Рудоман В.В. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния России // Кормопроизводство. 2010. № 7. – С. 19-22.
10. Шпаков А.С., Воловик В.Т. Развитие полевого кормопроизводства в России // Земледелие. 2009. № 6. – С. 22-24.

#### LAND MANAGEMENT FOR DEVELOPMENT BREEDING, SEED PRODUCTION AND STABLE CROP PRODUCTION

V. M. Kosolapov, I. A. Trofimov, L. S. Trofimova, E. P. Yakovleva

FSBSI «ALL-RUSSIAN WILLIAMS FODDER RESEARCH INSTITUTE»

**Abstract:** *Land management is closely related with the balanced interaction of crop production, agriculture, animal husbandry, environmental management. It is based on maximum use of climatic resources, biological, geographical and environmental factors.*

**Keywords:** management, land resources, crop production, farming, perennial grass, soil fertility.

## ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ К ПОЛЕГАНИЮ В СВЯЗИ С ВЫСОТОЙ СТЕБЛЯ, УСТОЙЧИВОСТЬЮ К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ

А. М. МЕДВЕДЕВ, член-корр. РАН

Н. Г. ПОМА, кандидат биологических наук

В. В. ОСИПОВ, С. А. ЖИХАРЕВ, кандидаты сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «МОСКОВСКИЙ НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

E-mail: mosniish@yandex.ru

*За последнее десятилетие в селекции озимой тритикале достигнуты впечатляющие результаты, потенциальная продуктивность современных сортов, полученных российскими учеными, превысила 12 т/га, а реализованный сбор зерна на полях, например, Немчиновки с использованием сортов Гермес и Нина превзошел 11 т/га. В мировой коллекции ВИР, насчитывающей более 4,5 тыс. образцов выявлены генотипы с высокой продуктивностью и экологической устойчивостью к факторам внешней среды, что ставит их в ряд с селекционным материалом, который с успехом может быть использован в селекционной работе.*

*Проблемами в улучшении тритикале являются: недостаточная устойчивость к полеганию растений, наиболее опасным патогенам; повышение качества зерна и зеленой массы. В связи с отмеченным, особую актуальность представляет поиск образцов, генов, обеспечивающих создание более совершенных, адаптивных генотипов с уровнем урожайности свыше 15 т/га высококачественного зерна.*

**Ключевые слова:** сорт, озимая тритикале, устойчивость, короткостебельность, урожай, качество.

Научная селекция тритикале в сравнении с другими зерновыми культурами имеет небольшую историю, однако ее достижения неоспоримы. Безусловны и проблемы, которые мешают получению в каждом регионе России высоких и устойчивых урожаев зерна и зеленой массы. В их решении поможет селекция с привлечением в гибридизацию разнообразного генетического материала. Изучение большого набора сортообразцов озимой тритикале (около 300 номеров) и выделение генотипов, отличающихся невысоким неполегающим стеблем, выдерживающим в жестких условиях переувлажнения почвы урожай зерна в объеме более 12 т/га, является основной целью экспериментов. Задача исследований состоит в оценке параметров морфологических, биологически значимых количественных признаков, включая высоту растений, устойчивость растений к полеганию, наиболее опасным патогенам, экстремальным абиотическим факторам среды, урожайность и составляющие ее элементы. Исследования направлены и на решение проблемы повышения качества зерна тритикале.

**Материал и методика исследований.** Изучение генофонда озимой тритикале, а также проведение некоторых селекционных изысканий проводилось в Московском НИИСХ «Немчиновка» и в ВСТИСП (Московская область) в соответствии с методикой ВИР (1974, 1993), Госсортокомиссии (1983), Б. А. Доспехова (1985). Климат района проведения экспериментов умеренно континентальный с продолжительной зимой и достаточно теплым летом. Среднегодовая температура воздуха в сумме составляет 1800<sup>0</sup>С. Почва опытных участков дерново-подзолистая, суглинистая, окультуренная с рН почвенного раствора 5,5-7,0, содержанием гумуса 1,8-2,5 %. В почву за вегетационный период внесено 120 кг NPK в действующем веществе, предшественник черный пар. Образцы высевались на делянках 1-2 кв.м. с чередованием стандартов (тритикале Гермес, озимая пшеница Московская 39) через 20 номеров. Учетная площадь делянок в контрольном питомнике 2-3 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности, в КСИ – 35-50 м<sup>2</sup> с трехкратным повторением вариантов.

**Результаты и их обсуждение.** Исследования (2012-2015 гг.) были направлены на комплексную оценку коллекционных образцов ВИР, а также лучших сортов селекционеров России и ближнего зарубежья, линий, выделенных от скрещивания или полученных в наших опытах другими методами. Особое внимание уделено выявлению относительно короткостебельных образцов с повышенной устойчивостью к полеганию.

Как известно, в обширной мировой коллекции тритикале большинство образцов относится к высокостебельным генотипам (Куркиев, 2008; Ковтуненко и др., 2010). Номера, обладающие относительно коротким стеблем (до 90-95 см), не всегда формируют высокий урожай зерна (Медведев, 1998; Медведев, Медведева, 2007; Соколенко, Комаров и др., 2014).

В наших экспериментах лишь немногочисленные образцы (5-6 %) формировали относительно короткий стебель и могли претендовать на включение их в селекционный процесс. В таблице 1 показаны результаты испытания коллекционных сортообразцов озимой тритикале в контрольном питомнике. Всего изучено более 40 номеров, приведены 18 контрастных форм по происхождению и показателям продуктивности.

Характерно то, что почти выделенные по короткостебельности (90-95 см) образцы урожайностью уступали высокопродуктивному стандарту Гермес, но превосходили озимую пшеницу Московская 39. Исключение составляет сорт Легион (ДЗНИИСХ), сбор зерна которого составил в среднем за 2 года 74 ц/га (у стандарта Гермес – 70,5, озимой пшеницы Московская 39,0-62,8 ц/га). По элементам, составляющим урожайность (число зерен в колосе, масса 1000 зерен, масса зерна с колоса) также большинство образцов с короткой соломиной уступает стандарту.

В то же время, они превосходят Гермес и другие высокостебельные сорта по устойчивости к полеганию и поражению растений снежной плесенью.

Наиболее высокий урожай в опыте – 87,5 ц/га оказался у сорта селекции ВСТИСП Ефремовская. Высота стебля была 108 см, масса зерна с колоса – 3,7 г, масса 1000 зерен – 55,3 г, число зерен в колосе – 52. Полегание растений сорта отмечалось в очень редких случаях (дождь с ураганом). Соломина Ефремовской выглядит упругой, ее диаметр (нижнее междоузлие) оказался более широким (на 20 %), чем у стандарта Гермес.

Следовательно, поиск устойчивых к полеганию генотипов тритикале может осуществляться не только среди сортообразцов с короткой соломиной, но и средне- и высокостебельных форм с определением ее диаметра, упругости, сопротивляемости к горизонтальным нагрузкам.

Определенный интерес представляют результаты изучения образцов, линий тритикале с разной высотой стебля в питомнике конкурсного испытания (КСИ), полученные разными методами, включая внутривидовую гибридизацию и экологический мутагенез, последний широко используется в селекции тритикале на Дону (Грабовец, Крахмаль, 2006).

Лучшие результаты в среднем за два года оказались у среднестебельных сортов. При сборе зерна у стандарта Гермес в объеме 67.9 ц/га на делянках линии 5 (отбор из яр. тр. К-3515 Аргентина) он составил 71,3; линии 7 (сорт Ефремовская) – 75,8 ц/га; линии 9 (отбор из оз.тр. ПКП 116) – 70,5 ц/га. Генотипы с высотой стебля 85- 95 см по урожаю зерна уступали стандарту и лучшим среднестебельным линиям. Как и в опыте с контрольным питомником, преимущество в конкурсном сортоиспытании короткостебельных генотипов над высокостебельными состояло в устойчивости растений к полеганию, бурой ржавчине, наличии более озерненного, продуктивного колоса.

Таблица 1

**Результаты изучения озимой тритикале по комплексу при знаков в контрольном питомнике**

Сортообразцы, номер каталога ВИР, происхождение.	Вегетационный период, дни	Высота растения см.	Устойчивость к снежной плесени балл.	Устойчивость к полеганию, балл.	Число зёрен в колосе шт	Масса 1000 зёрен г.	Масса зерна с колоса г.	Урожай ц/га		
								2012 г.	2013 г.	Средний за 2 года
Стандарт Гермес, Московский НИИСХ	318	118	5	7	53	50,30	2,8	89,00	52,00	70,50
Стандарт 2 Московская 39, Московский НИИСХ	319	101	7	7	40	45,90	1,7	81,00	44,50	62,8
Немчиновский 56, к-3861, Московский НИИСХ	319	122	7	7	48	49,50	2,8	90,00	55,00	72,50
Докучаевский 13, к-3768, Воронеж.обл.	322	115	7	7	44	59,40	2,6	100,50	62,00	81,25
Цекад 90, к-3906, Новосибирская область	321	115	7	9	60	59,00	3	110,00	56,00	83,00
Легион, к-3860, Ростовская область	321	90	9	9	55	50,00	3,3	91,00	57,00	74,00
АД 3/5, к-566, Украина	320	96	5	7	43	43,40	2,3	60,80	35,00	47,90
Докучаевский 8, к-3766, Воронеж.обл.	320	125	5	7	43	54,60	2,5	89,00	62,00	75,50
Ягуар, к-3594, Украина	319	102	7	9	56	54,00	2,4	91,00	55,00	73,00
К-2049, Польша	314	97	9	9	40	42,40	2,5	78,00	60,00	69,00
Каприз, к-3584, Ростовская область	314	112	7	9	44	48,60	2,6	78,00	64,50	71,25
Линия к-2025, Болгария	312	95	7	9	45	42,40	2,3	55,60	45,50	50,55
Н-23370/95, к-3583, Ростовская область	314	100	7	9	54	50,00	2,7	80,20	48,00	64,10
Линия из яр. Тр., к-2025, Польша	317	100	9	9	55	49,80	2,7	79,00	54,80	66,90
Линия из оз. Тр.,Кызласова	317	105	7	9	54	50,60	2,7	82,00	56,40	69,20
Краковяк, к - 3844, Польша	322	94	3	9	42	44,40	2,1	68,80	42,60	55,70
Ефремовская, ВСТИСП	319	97	9	9	52	55,30	3,7	110,00	65,00	87,50
Слож. Гибрид, к-3480, Воронеж. бласть	320	95	9	9	46	42,00	2,3	70,20	40,00	55,10
Слож. Гибрид, к-3481, Воронеж.область	320	90	9	9	38	40,40	1,8	60,20	35,60	47,90
НСР 0,05								4,45	3,36	

Результаты конкурсного испытания озимой тритикале, в Московской области в 2012 и 2013 годах

№ п/п	Сорт и происхождение	Высота растений, (см)	Урожай зерна (ц/га)		Средне за 2 года	Вегетационный период (дней)	Перезимовка (балл)	Устойчивость к полеганию (балл)	Число зёрен в колосе (шт.)	Масса 1000 зёрен (г)	Масса зерна с колоса (г)	Поражение растений бурой ржавчиной (балл)
			2012 г.	2013 г.								
1	Гермес (St1) Московский НИИСХ	118	80,60	55,30	67,9	316	7	7	50	47,90	2,50	5
2	Оз. Пшеница Московская 39 (St2) Московский НИИСХ	101	63,80	34,70	49,2	318	7	9	38	43,20	1,80	5
3	Линия 1 отбор из яр. тр. К-2042 Польша	96	66,80	38,00	52,4	314	7	9	49	42,70	1,90	1
4	Линия 2 отбор из яр. тр. К-2044 Польша	86	69,20	34,90	48,0	315	7	9	53	45,20	2,10	1
5	Линия 3 отбор из Двурочки 6 (ВСТИСП)	97	67,50	48,70	58,1	313	9	9	50	50,70	2,30	3
6	Линия 4 отбор из F3 (Гермес х Авангард)	83	81,20	32,00	56,6	313	9	9	55	47,30	2,10	1
7	Линия 5 отбор из яр. тр. К-3515 (Аргентина)	98	82,00	60,70	71,3	312	9	9	53	51,00	2,70	1
8	Линия 6 отбор из яр. тр. Д-84 (2006)	92	77,20	53,00	65,1	313	7	7	51	51,70	2,30	3
9	Линия 7 отбор из Двурочки 4,35 сорт Ефремовская	105	86,60	65,00	75,8	313	9	9	64	60,00	3,40	1
10	Линия 8 отбор из оз. тр. КП-130	90	82,40	52,40	67,4	312	7	9	55	52,50	2,70	1
11	Линия 9 отбор из оз. тр. КП-125	105	78,80	62,30	70,5	314	7	9	49	48,80	2,60	1
12	Линия 10 отбор из оз. тр. КП-116	94	68,40	46,30	57,2	316	7	9	51	46,50	2,40	3
13	Линия 11 отбор из Д-17 (2006)	85	78,00	49,00	64,0	315	9	9	52	49,30	2,50	3
	НСР 0,05		2,4	3,2								

**Сортообразцы озимой тритикале, выделившиеся в 2014-2015гг. по короткостебельности, устойчивости к полеганию и другим признакам, Немичновка, МосНИИСХ**

№ п/п	Номер по каталогу	Название сорта	Происхождение	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию	Перезимовка, балл	Анализ колоса			Урожайность г/м <sup>2</sup>	Поражение снежной плесенью, балл
							Число зерен, шт.	Масса зерна, г	Масса 1000 зерен, г		
1	St.1	Гермес	МосНИИСХ	125	5	7	48	3,30	60,5	1160	3
2	St.2	Московская 39	МосНИИСХ	110	5	7	41	1,9	49,6	825	3
3		Дон	ДНИИСХ	85	9	9	54	3,00	56,0	1070	1
4	3860	Легион	ДНИИСХ	90	9	9	47	2,99	65,0	1320	1
5		Сколот	ДНИИСХ	90	9	9	50	3,17	63,2	1260	1
6		Ацтек	ДНИИСХ	91	9	9	51	3,04	60,0	1550	1
7		Дозор	КНИИСХ	90	9	7	52	2,95	66,0	1320	3
8		НД 51934	Вор.НИИСХ	105	9	9	46	2,85	62,2	1085	3
9		AMQRQL/YVON/Rex/Al	Польша	100	9	9	53	3,23	61,5	12740	3
10	3584	Каприз	ДНИИСХ	127	7	5	51	3,05	61	1125	1
11		Линия 9005/3	Самарский НИИСХ	110	9	9	49	2,48	63,6	1125	1
12		Линия 9018/13	Самарский НИИСХ	105	9	9	38	2,34	61,7	1125	1
13		Донслав	ДНИИСХ	95	9	9	47	3,17	66,2	1435	1
14		Алесь	Р.Беларусь	110	9	9	45	2,85	58,9	1425	1
15		Идея	Р.Беларусь	112	9	9	50	3,09	61,9	1315	1

**Выделенные по комплексу хозяйственно-ценных признаков среднерослые сорта озимой тритикале Немчиновка, МосНИИСХ, 2015 г.**

№ п/п	Номер по каталогу	Название сорта	Происхождение	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию	Перезимовка, балл	Анализ колоса			Урожайность, г/м <sup>2</sup>	Поражение снежной плесенью, балл
							Число зерен, шт.	Масса зерна, г	Масса 1000 зерен, г		
1	St.1	Гермес	МосНИИСХ	125	5	7	48	3,30	60,5	1160	3
2	St.2	Московская 39	МосНИИСХ	110	5	7	41	1,9	49,6	825	3
3		Доктрина 110	Вор.НИИСХ	120	7	7	50	3,30	65,5	1260	3
4		Ардалион	Ставр.НИИСХ	115	3	5	48	2,96	60,6	1290	5
5		Вокализ	ДНИИСХ	110	9	9	52	3,28	65,3	1475	1
6		Корнет	ДНИИСХ	110	9	9	45	3,80	61,6	1310	3
7		Адась	Р. Беларусь	110	7	7	61	3,78	60,9	1300	5
8		Эра	Р. Беларусь	105	9	9	48	2,93	68,1	1540	3
9		СП2, Д57	Тамбов НИИСХ	110	9	9	47	2,67	60,0	1195	3
10		Нина	МосНИИСХ	112	9	9	50	3,64	73,5	1210	3

В условиях особой нестабильности, аномальности погодных факторов в 2014-2015 году появилась необходимость анализа параметров метеоданных этого года с обсуждением поведения сортов с разной высотой стебля в полевых условиях (устойчивость к стрессам), с учетом величины элементов продуктивности. Как видно из графиков рис. 1 и рис. 2, составленных на основе наблюдений Немчиновской метеостанции, температурный режим, начиная с сентября 2014 года, характеризуется, в сравнении со среднесуточными показателями, повышенным приходом тепла и его недостатком в осенние месяцы, что в определенной мере затрудняло формирование корневой системы, кущение растений. В зимний период отмечены аномальные, резкие колебания температуры воздуха с сильными морозами (до  $-25^{\circ}\text{C}$ ) в декабре, а затем оттепелями в этом же месяце, а также в январе и феврале 2015 года. В целом среднесуточная температура воздуха в период декабрь-апрель оказалась значительно выше среднесуточной нормы. Оценивая характер выпадения осадков в течении осени, зимы и лета, важно указать на резкое варьирование их величины по периодам, срокам полного отсутствия и острого дефицита в марте и апреле, переувлажнение почвы в мае и июне. Так, в мае 2015 года выпало 188,2 мм осадков при норме 52 мм.

Сверхдостаточные дожди отмечались также в июне и июле, что, конечно, способствовало формированию мощной вегетативной массы растений и, в конечном итоге сверхвысокого сбора зерна.

При средней сохранности растений при перезимовке (по образцам – 30-75 %), усиленном весеннем кущении (5-6 стеблей) лучшие высокостебельные сортообразцы, особенно отечественной селекции, сформировали максимальный урожай, не зафиксированный по объему за все годы наблюдений за посевами озимой тритикале (1967-2015 гг.) (табл. 2).

Сбор зерна свыше 120 ц/га в 2015 г. оказался у сортов Доктрина 110 (126 ц/га) и Ефремовская (138 ц/га). В 2012 и 2013 гг. урожай у этих сортов составлял соответственно 78,0 и 52,0; 110,0 и 65,0 ц/га. Близко к стандарту по сбору зерна в 2015 г. стоят сорта Немчиновский 56, Ягуар и АД Кишиневский. У отмеченных генотипов очень высокими оказались показатели продуктивности колоса, перезимовки растений, что характеризует их как ценный исходный материал для селекционных изысканий.

Еще более ценный сортимент выделен из состава современных короткостебельных образцов и линий отечественных селекционеров (табл. 3). Лучшими показателями сбора зерна (свыше  $1050\text{ г с }1\text{ м}^2$ ) характеризуются сорта Легион, Сколот, Ацтек, Дозор, ряд линий с укороченным стеблем Тамбовского, Воронежского, Самарского НИИ сельского хозяйства. Наиболее продуктивным ( $1550\text{ г/м}^2$ ) оказался сорт Ацтек селекции Донского ЗНИИСХ.

В таблице 4 демонстрируются результаты изучения среднерослых сортов селекционеров России с достаточно высокой устойчивостью к полеганию, поражению растений снежной плесенью и сбором зерна  $1200\text{-}1540\text{ г с }1\text{ м}^2$ : Вокализ, Корнет (ДЗНИИСХ), Ардалион (Ставропольский НИИСХ), Нина (МосНИИСХ), СП2Д57 (Тамбовский НИИСХ), Адашь и Эра (Р. Беларусь). Их можно отнести к перспективным генотипам, которые можно предложить селекционерам для использования в создании более совершенных сортов.

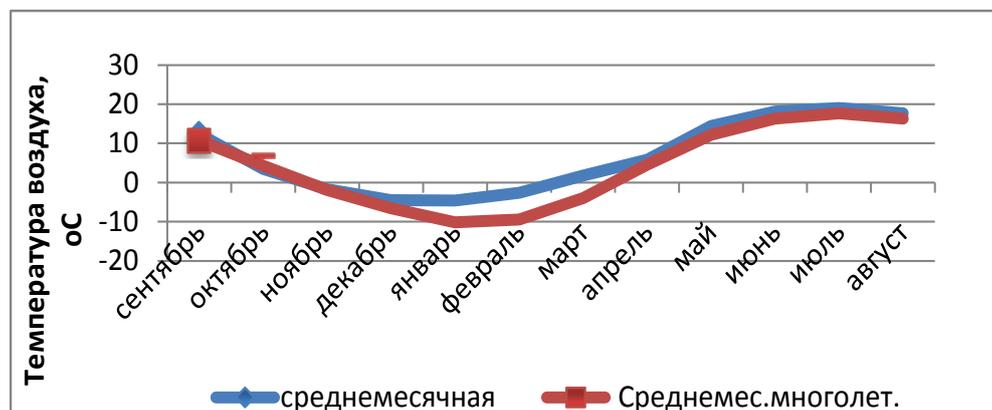


Рис. 1. Температурный режим вегетационного периода 2014-2015 гг. (°C)

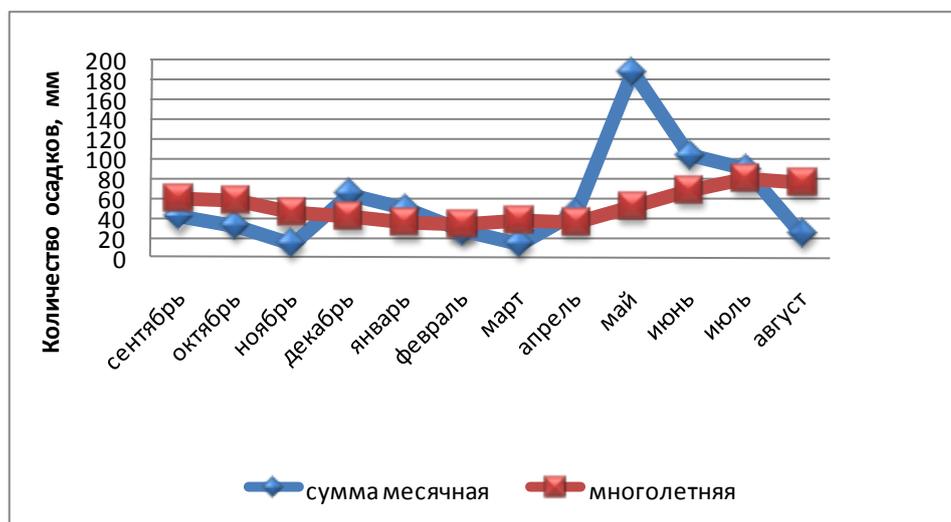


Рис. 2. Количество осадков за вегетационный период 2014-2015 гг., мм

**Заключение.** Анализ многолетних данных по изучению в Московской области большого набора сортообразцов озимой тритикале из 15 стран мира, а также лучших сортов и линий селекционеров России, позволяет сделать вывод, что отдельные из них по комплексу наиболее важных признаков могут быть рекомендованы для применения в селекционной практике.

#### Литература

1. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Особенности селекции тритикале на Дону в условиях меняющегося климата. В сб. Тритикале. Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов. – Ростов-на-Дону: ДЗНИИСХ, –2014. – С.37-43.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 331с.
3. Медведев А.М., Медведева Л.М. Селекционно-генетический потенциал зерновых культур и его использование в современных условиях. – Московское отделение ВИР им. Н.И. Вавилова – Москва, 2007. – 483 с.
4. Медведев А.М., Комаров Н.М., Соколенко Н.И. Основные проблемы селекции тритикале и возможные пути их решения. // Тритикале России. Ростов-на-Дону. 2000. – С.41-45
5. Мережко А.Ф. Вировская коллекция тритикале и ее значение для Российской селекции. // Тритикале России. Ростов-на-Дону.2000. – С.29-34.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, кукуруза и кормовые культуры – М., 1989. – 194 с.
7. Пома Н.Г., Сергеев А.В. Проблемы селекции тритикале в Центральном регионе России. – Сборник трудов НИИСХ ЦРНЗ, 2008. – С.58-62.

### THE STABILITY OF WINTER TRITICALE AGAINST LODGING IN CONNECTION WITH STEM HEIGHT, RESISTANCE TO STRESS FACTORS AND PRODUCTIVITY

A. M. Medvedev, N. G. Poma, V. V. Osipov, S. A. Zhiharev

FGBNU «THE MOSCOW RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE «NEMCHINOVKA»

**Abstract:** Over the last decade in breeding winter triticale impressive results were achieved, the potential productivity of modern varieties, obtained by Russian scientists, exceeded 12 t/ha, and implemented the grain harvest in the fields, for example, Nemchinovka using Hermes varieties and Nina surpassed 11 t/ha. The VIR world collection of more than 4500 samples identified genotypes with high productivity and environmental sustainability to environmental factors, which puts them in a row with selective material that can be successfully used in breeding. The problems in improving triticale are: lack of lodging resistance of plants, the most dangerous pathogens; improving the quality of grain and green mass. In this regard, it noted, of particular relevance is the search for samples of genes, ensuring the creation of more advanced, adaptive genotypes with the level of productivity of 15 tonnes/ha of high-quality grain.

**Keywords:** variety, winter triticale, stability, shortness of stem, yield, quality.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

**А. И. ГРАБОВЕЦ**, член-корр. РАН

**М. А. ФОМЕНКО**, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «ДОНСКОЙ ЗНИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

E-mail: grabovets\_ai@mail.ru

*При усилении проявления засух важно определиться с основными способами создания генетической изменчивости. В нашем случае это была ступенчатая гибридизация и химический мутагенез. Обязательной частью программы было выявление гетерогенных популяций с продолжительным формообразованием. Основное внимание было направлено на отбор форм с высокой эффективностью фотосинтеза. Был использован индекс эффективности работы листьев. В качестве одного из главных направлений был отбор генотипов с высоким уборочным индексом. Использование в качестве маркера массу зерна с растения позволяло давать комплексную оценку перспективности материала при селекции пшеницы в условиях засух. Посев селекционного питомника необмолоченными колосьями давал возможность анализировать 30-40 тыс. генотипов на начальных этапах селекции, что важно для выявления трансгрессий.*

**Ключевые слова:** засуха, пшеница, методы, селекция, маркеры.

При анализе динамики проявления засух в степи Дона (Россия) в пятидесятые годы XX века наблюдали два засушливых периода, в шестидесятые-девяностые – по 3-4, с 2000 г. – по 5. Существенные сдвиги произошли даже за период 2000-2015 гг. Если в 2000 г. среднесуточная температура воздуха в 5 – 9 месяцах по данным метеопоста Северо-Донецкой СХОС в среднем за месяц составила 20,4°C, то в 2015 – 22,0°, среднемесячная максимальная температура соответственно – 25,7 и 27,7°C. Повышение температуры воздуха плюс изменение циркуляции воздушных масс обусловили снижение среднегодового количества осадков на 20 мм. Произошло перераспределение выпадения их основного количества с летних месяцев на осенне-зимние. При вегетации растений в летний период 30 и более дней отсутствуют осадки, одновременно отмечаются высокие температуры воздуха. Естественно в подобной ситуации возникла необходимость в дальнейшем совершенствовании принципов и технологий селекционного процесса по пшенице.

Эта проблема многогранна. Высказываются различные суждения по формированию идиотипа модели засухоустойчивого сорта. Существует мнение об одинаковой физиологической природе морозо- и засухоустойчивости. Ксероморфная структура пшеницы способствует лучшей ее устойчивости к засухе в течение всей вегетации.

Много работ посвящено методам изучения максимально эффективного использования доступной влаги растениями, определению значимости глубины проникновения в почву корневой системы [1, 2]. Отмечается необходимость создания генотипов с высокой удерживающей способностью воды листьями [3], важность учета времени цветения, высоты растений, относительного постоянства по годам массы 1000 зерен и др.[4]. Существует много методов определения засухоустойчивости, однако масса зерна с единицы площади, величина уборочного индекса являются наиболее объективными интегрированными показателями эффективности адаптации генотипа к засухе [1, 2, 5].

Существует суждение о возможности улучшения селекционного материала путем его насыщения местными засухоустойчивыми генотипами. Наряду с этим большое внимание уделяется созданию в результате рекомбинации новых генотипов с более выраженными свойствами, чем у родителей (трансгрессии по скороспелости, продуктивности и др. [6]). Материала по этой проблеме достаточно.

Однако существует определенная разрозненность и фрагментарность суждений по этой проблеме у физиологов, биохимиков, селекционеров, не представляющая единой методологии прикладной селекции. Причем в каждой почвенно-климатической зоне проблема решается по-разному [6, 7]. Целью статьи является презентация методологии ведения практической селекции пшеницы в степи с недостаточным и неустойчивым увлажнением почвы.

**Методика.** Селекция пшеницы ведется в основном общепринятыми методами – педигри, балк-метод. Генетическая изменчивость создается при использовании местных или инорайонных генотипов с коадаптированными к местным условиям комплексами генов при скрещивании между собой или с третьим сортом с желаемыми признаками [8]. Создаются популяции различного происхождения с повышенной гетерогенностью. При работе с ними обращается внимание на длительность формообразования на фоне действия лимитирующих стрессоров; на использовании явления коадаптации и трансгрессивной изменчивости; на индуцировании изменения канализованности взаимодействия генов (мутагенез, отдаленная гибридизация и др.).

Применяется многократный отбор, начиная с ранних поколений. Второй особенностью являются большие объемы проработки созданного материала в разных питомниках, особенно на ранних этапах селекционного процесса,

Экологические испытания проводим в 7 научных учреждениях различных областей и зон. Оценки и наблюдения вели в соответствии с методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию (1971, 1989) и Методическими указаниями по изучению мировой коллекции пшеницы ВИР (1977). Эффективность работы листьев определяли по [9].

**Результаты и обсуждение.** Решение этой проблемы заключается в оптимизации трех крупных исследовательских блоков: 1) какими методами создать и индуцировать генетическую изменчивость по этому направлению; 2) с какими элементами метаболизма (особенности взаимосвязи генотипа и фенотипа) требуется создать идиотип растения, 3) какой должен быть наиболее результативный инструментальный по реализации задач двух первых блоков (технология селекции, маркеры при отборах на продуктивность, устойчивость к засухе, общей адаптивности и др.).

Исследования 1995-2014 гг., целью которых было усиление степени выраженности засухоустойчивости у пшеницы, позволили определить особенности формирования популяций (гибридизация, мутагенез), индуцирования свободной генетической изменчивости. Это было уже нами ранее рассмотрено [8] и более подробное изложение этих суждений не входит в нашу задачу.

Прежде всего, следует отметить важность формирования на базе ступенчатой гибридизации гетерогенных популяций с продолжительным по годам формообразованием. Непременным условием является использование в качестве одного из родителей генотипа с коадаптированными к местным условиям комплексами генов (табл. 1). Такого типа комбинации в наших исследованиях преобладали. Естественно были отдельные положительные итоги при привлечении обеих родителей инорайонной селекции. Важно в условиях давления аридности климата и отборов на каждой ступеньке гибридизации постепенно поднимать адаптивность вновь создаваемых генотипов пусть на небольшой, но более высокий уровень. Рекомбинация генов на базе мейотического кроссинговера хромосом в условиях давления засухи часто способствует возникновению трансгрессий со значимой частотой и степенью проявления. Это собственно и является целью работы. Трансгрессии могут проявиться в любом поколении отбора, начиная с F2.

Для иллюстрации в табл.1. приведены данные, где в качестве одного из родителей используется местный сорт Северодонецкая юбилейная, который кроме высокой устойчивости к засухам, характеризуется повышенной зимостойкостью, устойчивостью к майским заморозкам, отличный по качеству зерна. В расщепляющихся популяциях при необходимости отборы проводили до F7. Причем отбор вели непрерывно. Каждое поколение это уже было новое событие, отличное от начальной комбинации в F2.

Таблица 1

**Частота и степень трансгрессии по продуктивности при отборах в F3-F7, СП\*, 2001-2007 гг.**

Поклоение отбора	Изучено семей, количество	Частота трансгрессии, %	Степень трансгрессии, %		Сорта, включенный в Государственный реестр
			среднее	пределы варьирования	
Северодонецкая юбилейная / Дон 95					
F3	396	2,5	32	13-53	
F5	288	5,0	17	2-44	Тарасовская 70
1099/97 DZ –21, Румыния // 9372/78 / Астра /// Одесская 133 //// Северодонецкая юбилейная					
F3	396	2,5	45	13-83	
F5	300	5,7	33	4-67	Магия
Северодонецкая юбилейная / Зерноградка 9					
F3	492	3,9	33	13-83	
F4	324	0	-	-	
F5	426	6,0	23	8-52	Миссия
F6	600	4,0	22	8-42	Донэра
F7	200	2,0	21	4-38	

СП\* – селекционный питомник

Для иллюстрации в табл. 1. приведены данные, где в качестве одного из родителей используется местный сорт Северодонецкая юбилейная, который кроме высокой устойчивости к засухам, характеризуется повышенной зимостойкостью, устойчивостью к майским заморозкам, отличный по качеству зерна. В расщепляющихся популяциях при необходимости отборы проводили до F7. Причем отбор вели непрерывно. Каждое поколение это уже было новое событие, отличное от начальной комбинации в F2.

Еще более значимые подвижки в изменении наследственности по засухоустойчивости были получены при использовании химического мутагенеза (препарат 1,4 бис диазоацетилбутан). В производстве были сорта яровой твердой пшеницы с длиной вегетационного периода 110-115 дней, уступающие по урожаю из-за щуплости зерна яровому ячменю до 30 %. Из-за позднего выколашивания налив зерна у них проходил при дефиците влаги в почве. Были созданы новые генотипы с длиной вегетации 90 дней и которые уже на 15-20 % превышали по урожаю зерна ячмень (сорта Вольнодонская, Донская элегия и др.). Общеизвестные негативы, связанные со скороспелостью, удалось компенсировать за счет удвоения продуктивного кущения и оптимизации водопотребления.

Теперь следует определиться – какой же фенотип нужен. При засухе важны все особенности онтогенеза растения. Однако на наш взгляд следует определиться с ёмкостью поглощения ассимилянтов у растения, в которую они должны депонироваться при фотосинтезе. При этом необходима не только гарантия стабильности урожая но и обусловленность дальнейшего роста его потенциала в процессе селекции. Следовательно, вес (размеры) надземной массы имеет определенное значение и при засухах. Прогресс в селекции на продуктивность осложнил задачу в отношении ее веса. В 1985-1995 гг. величина корреляции между надземной биомассой и урожаем зерна составляла  $r=0,65\pm 0,03$ , в 1996-2011 –  $r=0,56\pm 0,04$ . Средняя высота соломины в конкурсных испытаниях в условиях степи понизилась с 95 см (1985-1995) до 86 (1996-2011), а вес воздушно сухой надземной биомассы соответственно с 1700 г/м<sup>2</sup> до 1460.

При существующем дефиците влаги проблему создания засухоустойчивого высоко продуктивного сорта можно решать несколькими путями. Одним из них является формирование в процессе селекции биоценоза без обязательно большой ассимиляционной поверхности, но с обязательно высокой продуктивностью фотосинтеза.

Согласно данным исследований за 1990-2011 гг. в условиях степи Дона более адаптивные высокопродуктивные генотипы при засухах имели отношение *площади листьев к чистой продуктивности фотосинтеза*, в среднем равное 1,4-2,5. Следует отметить, что у

конкретных сортов сказывается большое влияние компенсационных генетических взаимосвязей в системе площадь листьев – интенсивность фотосинтеза. Они обуславливали существенную флуктуацию значений этого индекса: у линии Лют.442 при урожае 5,04 т/га он составлял 2,05, у Лют. 310 – 51, 1 и 1,75, у Тарасовской 70 – 5,05 и 2,4.

Громоздкость вышеприведенного метода в практической селекции побудила применить менее трудоемкий индекс *эффективности работы листьев – ЭРЛ (отношение урожая к площади листьев)*. В 2000-2003 гг. было выявлено, что у адаптированных сортов при засухах он равен 1,5-1,9, в благоприятные годы – 1,1-1,25. Этот индекс конечно относительный. Помимо листьев в фотосинтезе принимают участие не листовые органы растения (стебель, колос, листовые влагалища и др.). Несмотря на значимость не листовых органов растения все же преобладающее значение в формировании урожая имеет листовой аппарат. Поэтому индекс ЭРЛ оказался более информативным в плане определения интенсивности фотосинтеза у листьев конкретного сорта.

Определенное значение имеет продолжительность жизни листьев при засухах. Однако при этом не менее важно определить характер накопления ассимилянтов в зерне и выявить за счет каких процессов это происходит. С использованием метода водной культуры выявили [8], что у одной группы линий, независимо от погодных условий, урожай формировался за счет ранее накопленных веществ до колошения (один из вариантов ухода от засухи при худших предшественниках). У другой группы большой вклад в прирост сухих веществ в зерно вносила фотосинтетическая деятельность листьев и после выколашивания. Поэтому, видимо, нужно выявить параметры моделей сортов для первого типа условий вегетации и для второго.

Следующим вариантом является создание и выявление форм с повышенным уборочным индексом (далее УИ) Согласно суждения многих авторов [10, 11]. Уборочный индекс, в основном, обусловлен генотипом и в меньшей степени подвержен случайным фенотипическим изменениями. В основном это так.

Однако в исследованиях 1985-1995 гг. при более оптимальном обеспечении фитоценозов влагой, большей их высоте, иногда полегании посевов, коэффициент корреляции между урожаем и УИ в среднем равнялся  $r=0,14 \pm 0,06$ . В 1996-2011 гг., по мере нарастания аридности климата, снижения высоты соломины (что важно для экономии влаги), его значимость, судя по коэффициенту корреляции ( $r= 0,57 \pm 0,03$ ), существенно выросла.

Причем отмечен разный характер проявления свободной генетической изменчивости комплексного признака УИ по анализируемым периодам. В 1985-1995 гг. спектр изменчивости значения УИ (при среднем его уровне – 25-30 %) в расщепляющихся популяциях у генотипов варьировал более шире, чем во втором периоде. В последнем это проявлялось в заметно меньшей степени. Кроме того, в результате давления отборов значение УИ повысилось в среднем до 32-35 %. У отдельных рекомбинантов он составило 39- 50 % (табл.2).

Таблица 2

**Уборочный индекс в сочетании с другими признаками у сортов и линий озимой пшеницы в конкурсных испытаниях 2011-2013 гг.**

Сорт, линия	Урожай, т/га	Уборочный индекс, %	Вес надземной массы г/м <sup>2</sup>	Количество стеблей к уборке, шт/1 м <sup>2</sup>	Высота растений, см.
Северодонецкая юбилейная	6,02	36	1680	568	101
Миссия	6,18	33	1870	606	94
Тарасовская 70	6,19	39	1585	580	92
Сорта и линии нового поколения					
Губернатор Дона	6,63	48	1379	750	84
Донэра	6,96	45	1560	680	86
1851/10	6,40	48	1340	780	73
1677/10	6,35	50	1280	824	66

Судя по данным таблицы 2, большие урожаи зерна, благодаря увеличению уборочного индекса, можно получать и при относительно меньшем весе надземной массы. Хотя, если обратить внимание на данные у линии 1677/10, есть предел уменьшения. Несмотря на высокий УИ, урожай зерна у нее не повысился. Снижение высоты растений ниже 70 см не способствовало дальнейшему росту урожая. Здесь ограничивающим фактором стала уменьшенная емкость накопления ассимилянтов. В каждой почвенной зоне этот предел будет разным.

С физиологической точки зрения рост урожая у сортов нового поколения объясняется увеличившейся густотой стеблестоя. Быстрое формирование плотного растительного покрова, уменьшение его веса обусловило заметное снижение потерь влаги с поверхности почвы, а также при её использовании для роста и развития растений. Это положительно сказалось на уменьшении водопотребления при формировании единицы сухого вещества. Хотя не меньшее значение еще имеет определенное расположение листьев в пространстве, обуславливающее характер транспирации.

К сожалению УИ можно определить после уборки урожая. Однако для каждого селекционера важно это проводить в процессе вегетации, чтобы отбраковывать на корню неперспективный материал. Оказалось, что это реально. Показатель уборочного индекса находится в корреляционной взаимосвязи разной степени сопряженности с рядом элементов структуры урожая. В среднем за 1976-2011 гг. коэффициент корреляции у пары УИ – масса зерна с колоса составил  $0,20 \pm 0,07$ , УИ – масса зерна с растения –  $0,37 \pm 0,03$ , УИ- количество зерен в колосе –  $0,42 \pm 0,08$ . Таким образом, отбирая семьи с большим количеством зерен в колосе, высокой массой зерна с колоса или растения, автоматически выделяем генотипы с требующимся УИ.

Исследования также показали, что масса зерна, несмотря на значительное количество существующих методов определения засухоустойчивости, в преломлении к нашему случаю является завершающим контролером всего процесса при селекции на устойчивость к засухе. При сравнении объективности при отборах массы с колоса или с растения, большую значимость в нашей зоне имел второй признак. В среднем за 1985-1995 коэффициент корреляции между урожаем и массой зерна /растение составил  $r=0,57 \pm 0,04$ , в 1996-2011 –  $r=0,71 \pm 0,02$ , тогда как между парой урожай – масса зерна /колос соответственно  $r=0,32 \pm 0,06$  и  $r=0,53 \pm 0,04$ . В отдельные влажные годы масса зерна с колоса превалировала.

Реализовать все выше высказанные суждения и создать сорта (их в Государственном реестре РФ 2016 г – 22) удалось за счет большого объема проработки материала в селекционных питомниках (30-40 тыс. генотипов). Посев не обмолоченными колосьями позволил существенно сократить затраты на селекцию и исключить засорение материала при обмолоте. Благодаря анализу огромного числа перекомбинаций, в гетерогенных популяциях удается ежегодно выделять высокопродуктивные рекомбинанты с требующимися параметрами генотипа. Проиллюстрируем это данными таблицы 3.

Таблица 3

**Селекционная ценность комбинаций в селекционном питомнике в зависимости от поколения отбора, 2015 г.**

Поколение отбора	Изучено семей	Убрано семей	Число семей, превышающих стандарт + НСР	Число семей, превышающих ср. урожай опыта + НСР	Отобрано семей для дальнейшей работы
F3	9760	575	482	319	3
F4	17020	1012	777	577	135
F5	6780	410	314	224	60
F6	5150	417	326	258	93
F7*	910	87	78	58	25
F8*	680	61	53	46	15
F9*	720	68	58	37	14
F10*	1020	89	75	48	32
F11*	520	62	55	41	16
Сумма	32800	2206	1736	1289	390

\* – повторные отборы в старших поколениях

В таблице 3 приведены данные по результатам выделения высокоадаптивных трансгрессивных рекомбинантов, числу изучаемых семей на начальном этапе селекционного процесса в младших поколениях, итоги повторных отборов из гетерогенных популяций. Основное число перспективных линий выделено в F4-F6 поколениях. Однако, хотя и в меньшем количестве, не мене ценный константный материал отобран и в старших поколениях из повторных отборов. Здесь под действием длительных по времени различных ингредиентов засух происходят изменения в метаболизме фенотипа и так как геном пшеницы динамичен, видимо происходит его дрейф. В итоге последовательной коадаптации аллелей генов открываются новые возможности по улучшению адаптивных свойств пшеницы. Из популяции Северодонецкая юбилейная / Зерноградка 9 (табл.1) в F5 был выделен сорт Миссия (полуинтенсивный, накапливающий в зерне более 15 % белка), в F3, F6 – Донэра (интенсивный, с потенциалом урожая более 9 т/га и содержанием белка в зерне 14,2 %).

Таким образом, при усилении проявления засух важно определиться с основными направлениями исследований: способами создания генетической изменчивости, особенностями биохимического фенотипа новой формы, элементами модели сорта, направлениями и маркерами при селекции, технологией ее проведения.

#### Литература:

1. Ричардс З.А., Кондон А.Г., Ребецке Г. Дж. Признаки, по которым улучшают урожайность в условиях засухи. Сб: Применение физиологии в селекции пшеницы. / Киев-Логос. 2007. – С.184-207.
2. Passioura J.B. Grain yield harvest index and water use of wheat/ j. Australian Inst.Agric. Sci.-43. – P.117-120.
3. Clarke J.M., McCaig T.N. Excisedleaf water retention capability as fn indicator of drought resistance of *Triticum* genotypes/ Can. J. Plant Sci. 1982. – 62. – P.571-578
4. Набоков Г.Д.Селекция озимой пшеницы на морозостойкость и скороспелость: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Кубанский ГАУ. – Краснодар. 2000. – 25 с.
5. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Масса зерна – интегральный показатель адаптивности озимой пшеницы при селекции на засухоустойчивость / Известия Оренбургского ГАУ. – Оренбург. 2014. – 5(49). – С.16-20.
6. Мережко А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений / Л.-ВИР. 1984. – 67 с.
7. Неттевич Э.Д. Повышение потенциала продуктивности зерновых культур и скороспелость // Сельскохозяйственная биология. 1982. – № 1. – С.9-12.
8. Грабовец А.И. Селекция озимой пшеницы в степи среднего Дона: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны – Немчиновка. 1995. – 25 с.
9. Осипов Ю.Ф., Фадеева О.И., Федулов Ю.П. Рекомендации по разработке моделей сортов озимой пшеницы в зоне Северного Кавказа // Сб.: Применение физиологических методов при оценке селекционного материала и моделировании новых сортов сельскохозяйственных культур. – М. – ВАСХНИЛ. 1983. – С.26-31
10. Кумаков В.А. К физиологическому обоснованию модели сорта яровой твердой пшеницы. Саратов. 1990. – 22 с.
11. Беспалова Л.А. Реализация модели полукарликового сорта академика П.П. Лукьяненко и ее дальнейшее развитие. Сб.: Пшеница и тритикале. Мат. научн.-практ. конференции «Зеленая революция П.П. Лукьяненко» / Краснодар. – 2001. – С.60-71.

### IMPROVING WHEAT BREEDING METHODOLOGY IN CONDITIONS OF INSUFFICIENT HUMIDIFYING

**A. I. Grabovets, M. A. Fomenko**

FGBNU «DON ZONAL RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

**Abstract:** *With increased manifestations of drought it is important to determine the main ways of creating genetic variability. In our case it was speed hybridization and chemical mutagenesis. Mandatory part of the program was to identify heterogeneous populations with long forming. The focus was directed to the selection of highly efficient form of photosynthesis. Work performance index was used. As one of the main focuses was the selection of genotypes with high harvest index*

*To use as a bullet mass of grain from plants allowed to give a comprehensive assessment of the prospects of breeding material of wheat under conditions of drought. Sowing breeding kennel unthreshed ears gave an opportunity to analyze 30-40 thousand genotypes at the initial stages of breeding, which is important for identifying transgressions.*

**Keywords:** drought, wheat, methods, breeding, markers.

## НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО ВЕДЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО И ЛОКАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

**С. Н. ШЕВЧЕНКО**, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «САМАРСКИЙ НИИСХ»

Сельскохозяйственное производство продолжает работать в сложных условиях:

- усилилась засушливость вегетационного периода и повторяемость интенсивных засух;
- продолжают процессы деградации почвенного покрова;
- сохраняется низкий уровень материально технического обеспечения хозяйств.

В этих условиях основное внимание наш институт обращает на разработку современных систем земледелия региона, направленных на повышение устойчивости производства зерна и другой продукции, на основе диверсификации культур, формированию региональных программ сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, использование возросшего агроресурсного потенциала новых сортов, создание и освоение нового поколения экономных почво- и влагосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых и масличных культур с элементами прецизионного земледелия

В сложившихся социально-экономических условиях предполагается обязательно учитывать востребованность производимой продукции конъюнктуре рынка, естественные ограничения, биологические и технологические риски.

Важнейшими показателями развития производства являются: эффективность, конкурентоспособность, реализация принципов адаптивной интенсификации, позволяющих получать высокую оплату от вкладываемых средств.

При анализе климатических условий за 110 летний период было установлено, что увеличение осадков произошло преимущественно во вневегетационный период. В вегетационный период (май-август) засушливость климата сохранилась. По данным Безенчукской метеостанции произошло перераспределение количества осадков за весенне-летний период (рис. 1).

Так в мае ГТК за последние 22 года (1992-2013 гг.) по сравнению с началом прошлого века уменьшился на 23,1 %, в августе остался на прежнем уровне, а наиболее благоприятные условия стали складываться в июне и июле, что улучшило условия роста и развития поздних яровых культур.

Обобщенные многолетние данные свидетельствуют об ухудшении условий для возделывания ранних яровых культур и возрастании роли диверсификации культур, на что обращал особое внимание наиболее видный знаток сухого земледелия академик Н.М. Тулайков. В своем наставлении самарским землевладельцам после острой засухи 1921 г. он писал: «Спасти сельское хозяйство этого региона, от губительного влияния засух, можно только за счет введения в посевы широкого разнообразия культурных растений».

Поэтому предлагаемая задача диверсификации культур представляется нам основополагающей при разработке современных адаптивных систем полеводства, повышения его устойчивости.

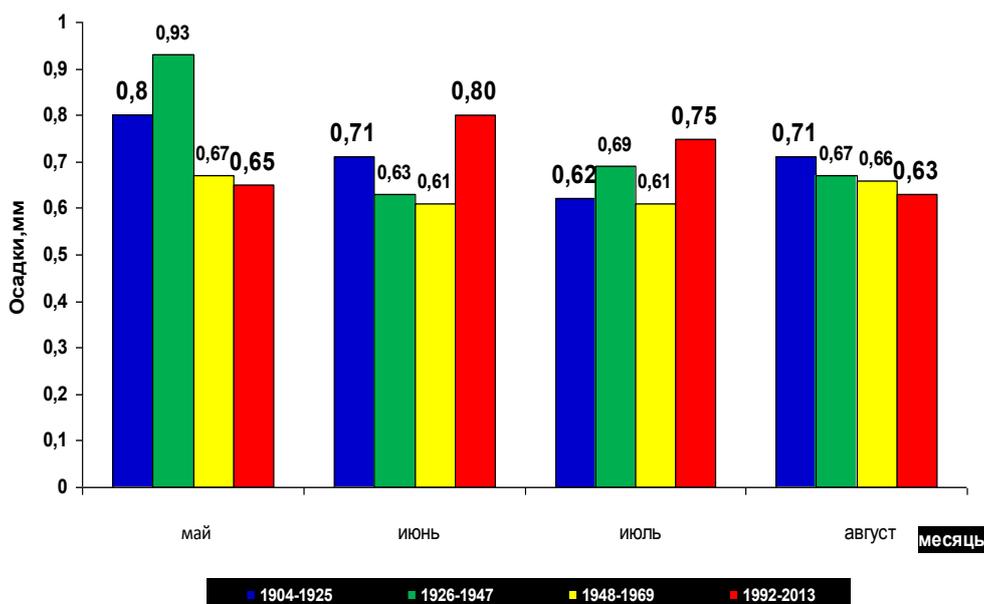


Рис.1. ГТК за май-август 1904-2013 гг. (данные Безенчукской метеостанции)

Подтверждением важности правильного выбора культур с учетом их биологических требований для сохранения высокого потенциала продуктивности пашни в неблагоприятных условиях 2013 г., свидетельствуют данные агроэкологического испытания культур и сортов. При этом на самых эффективных культурах текущего года (озимой пшеницы, подсолнечник) установлено существенное увеличение условно-чистого дохода (10,8-28,3 %) от применяемых средств интенсификации (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность наиболее продуктивных сельскохозяйственных культур в 2013 г.  
(данные экологического испытания)**

Культуры	Сорта и гибриды	Оригинатор	Урожайность, ц/га
Озимая рожь	Безенчукская 87	Самарский НИИСХ	58,0
	Саратовская 7	НИИСХ Юго-Востока	65,3
Озимая пшеница	Светоч	Самарский НИИСХ	39,0
	Жемчужина Поволжья	НИИСХ Юго-Востока	41,1
Кукуруза	Нерисса	Singenta	44,1
	Респект	Singenta	45,1
Яровая твёрдая пшеница	Безенчукская 210	Самарский НИИСХ	17,9
	Краснокутка 13	Краснокутский ГСС	15,7
Яровая мягкая пшеница	Тулайковская 110	Самарский НИИСХ	17,1
	Ульяновская 100	Ульяновский НИИСХ	17,6
Подсолнечник	Босфора	Singenta	23,3
	Бузулук	ВНИИМК	20,4

Важнейшим звеном обеспечения устойчивого производства зерна являются озимые культуры. Продуктивность этих культур в 1,8-2 раза выше яровых зерновых культур, они обеспечивают гарантированно высокие сборы зерна в сравнении с яровыми в годы засухи (в 2 – 4 раза), за счет эффективного использования накопленных к началу весенней вегетации запасов влаги и питательных веществ.

В Самарской области планируется довести площадь озимых до 600-650 тыс. га, что обеспечит получение 1,6-1,8 млн. т зерна.

По итогам изучения селекционного материала в последние годы в ГНУ Самарский НИИСХ выявлены исключительно засухоустойчивые, зимостойкие и устойчивые к болезням сорта. В частности, с комплексной устойчивостью к болезням сорт Бирюза, созданный совместно с Краснодарским НИИСХ, в годы сильных эпифитотий бурой ржавчины

обеспечивает прибавку в урожае зерна к восприимчивым стандартам от 9,1 до 12,5 ц/га. Засухоустойчивый сорт Светоч формируют урожай зерна на 3,4-5,7 ц/га больше стандарта Безенчукская 380 (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность озимой пшеницы на демонстрационном опыте Самарского НИИСХ (2000-2012 гг.)**

Сорта	средний	прибавка к стандарту	колебания
Безенчукская 380	30,7	ст-т	54,3-17,9
Малахит	33,7	+3,0	54,2-15,2
Светоч	35,7	+5,0	59,3-19,0
Бирюза	35,4	+4,7	70,7-14,6
Санта	32,0*	+4,5	47,3-17,1

Для решения проблемы более успешного производства фуражного зерна, по нашим данным, необходимо расширить посевы озимой тритикале, адаптировать к местным погодным условиям сорта озимого ячменя.

В связи с увеличением спроса на семена и зерно твердой пшеницы не надо забывать об этой культуре. В результате селекционной работы в Самарском НИИСХ выведены пластичные, высокопродуктивные, засухоустойчивые сорта с высоким качеством зерна, соответствующие мировому уровню (рис. 2).

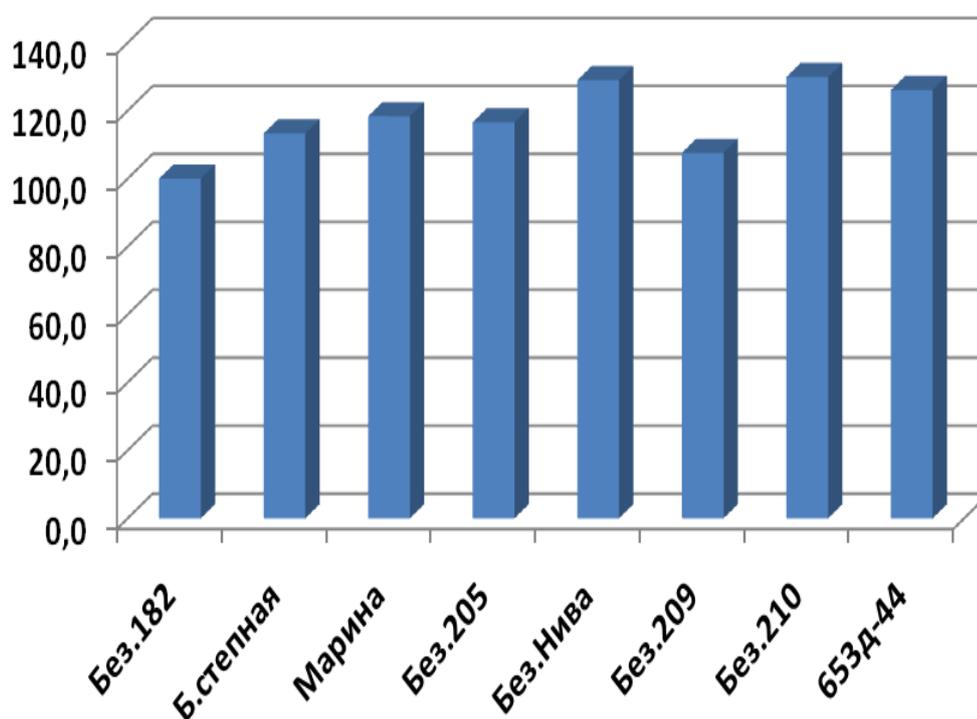


Рис.2. Урожайность сортов яровой твёрдой пшеницы в % к Безенчукской 182 (2007-2012 гг.).

Значительный прирост данной и других культур невозможен без комплексного использования средств интенсификации. В последние годы при возделывании яровой твёрдой пшеницы основным фактором интенсификации была борьба с вредителями. В среднем за последние 3 года (2011-2013 гг.) данный элемент технологии обеспечил прибавку урожая на 3,3 ц/га (26,6 %). Наибольшая прибавка урожая отмечена на варианте с совместного применения удобрений и средств защиты от болезней, вредителей и сорняков – 6,2 ц/га или 50 % при условно чистом доходе 2515 руб/га.

В Самарском НИИСХ ведутся исследования по обоснованию концепции прецизионного земледелия.

**на первом этапе:**

- проведено сплошное агрохимическое обследование полей тестового полигона Географической сети опытов с удобрениями и реперных участков;
- подготовлены агрохимические паспорта стационарного тестового полигона ГНУ Самарский НИИСХ и разработаны электронные картограммы обеспеченности почв элементами питания и проведена оцифровка полей тестового полигона.

**на втором этапе:**

- по данным полевых испытаний, установлена возможность корректировки в высокоточных технологиях роста и развития растений эффективности использования почвенно-климатических ресурсов региона;
- определены направления наилучшего использования земель хозяйства и прогнозная урожайность при среднемноголетней влагообеспеченности посевов

**на третьем этапе:**

- получены однолетние данные мониторинга фитосанитарного состояния посевов, нормативы изменения продуктивности под влиянием факторов интенсификации, прогнозы урожайности сельскохозяйственных культур

На основании проведенных исследований были разработаны оптимальные параметры агроценозов, средообразующих и регулируемых факторов в агротехнологиях, как один из элементов прецизионного земледелия.

Для балансирования зернофуража КРС, рационов свиней и птицы необходимо более 500 тыс. т зернобобовых культур и 165 тыс. т белковых отходов масложировой промышленности. В настоящее время программа белкового обеспечения по зерновым выполняется на 40,9 %.

На наш взгляд, необходимо увеличить площади возделывания зернобобовых культур, главным образом за счёт сои и гороха, до 200-250 тыс. га, в т.ч. в виде смесей гороха с зерновыми компонентами и повысить урожайность сои с 8 до 12 ц/га, а гороха и его смесей с 13,4 до 20 ц/га.

Диверсификация существующего набора высокобелковых культур в регионе вполне возможна за счет увеличения посевных площадей под соей до 50 тыс.га. Эта культура для Средневолжского региона новая, востребована пищевой и кормовой промышленностью. Учитывая большой научный и практический интерес к сое, институт по совместной программе с Ершовской опытной станцией НИИСХ Юго-Востока развернул селекцию в Безенчуке с целью создания сортов, адаптированных к условиям региона и продвижения ее посевов на север. Значительная роль в решении проблемы кормового белка должна быть отведена сортам гороха нового поколения (усатого морфотипа и различным типом роста стебля). В Самарском НИИСХ создано 5 таких сортов (Самарец, Флагман 5, Флагман 7, Флагман 9 и Флагман 10) которые включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ с допуском к использованию по Средневолжскому региону.

На основании исследований предлагается агроклиматическое районирование зернобобовых культур на территории Самарской области (табл. 3).

Таблица 3

**Агроклиматическое районирование зернобобовых культур на территории Самарской области**

Агроклиматическая зона области	Сорта	Научно-обоснованные площади посева, тыс. га
Северная	Горох: Флагман 9, Флагман 10, Флагман 12	40
	Соя: Самер 3	10
Центральная	Горох: Флагман 9, Флагман 10, Флагман 12	40
	Соя: Самер 1, Самер 2, Самер 3	35
Южная	Горох: Самариус, Самарец, Флагман 12, Нут	40
	Соя: Самер 2	5

Последние годы подтвердили правильность взятого курса по корректировке структуры посевных площадей, направленной на расширение и диверсификацию не только озимых, но и других культур с посевом их в оптимальном соотношении. Так одной из самых рентабельных культур последние годы является подсолнечник, однако площади его должны быть рациональными. Для повышения эффективности производства данной культуры необходима интенсификация производства переход на новые производственные системы «Экспресс сан» и «Клеарфилд» и др. Так испытание производственной системы Экспресс сан в 2013 году позволило получить урожайность гибрида подсолнечника в стационаре отдела земледелия на уровне 2,3-2,9 т/га. Необходима диверсификация масличных культур. Введение в структуру посевных площадей льна масличного, озимого рыжика, сафлора красильного. На основании исследований Самарским НИИСХ предлагается научно обоснованное распределение масличных культур в Самарской области (рис. 3).

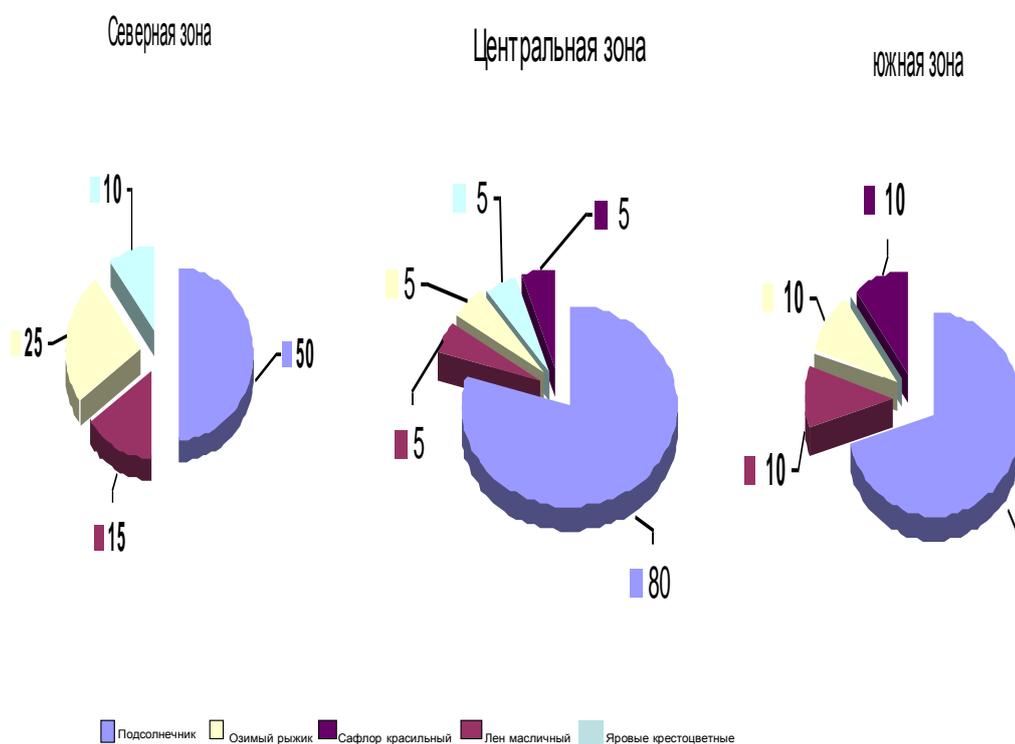


Рис. 3. Научно обоснованное распределение масличных культур в Самарской области, %

Для каждого конкретного сочетания почвенных, гидротермических, инсалиционных, биотических факторов в идеале мы должны иметь оптимальный набор сельскохозяйственных культур и сортов. Первой задачей при размещении культур и формировании системы сортов является вычленение основных мегазон, характеризующихся общими природно-климатическими чертами. При этом мы считаем, что наряду с естественными границами природно-климатических (лесостепной и степной для Самарской области) и ландшафтно-почвенных зон, следует учитывать и ряд других факторов, в том числе экономико-географического порядка. Основываясь на опыте ландшафтно-почвенного районирования Самарской области, мы выделяем семь основных мегазон и предлагаем межзональное размещение сельскохозяйственных культур (рис. 4).

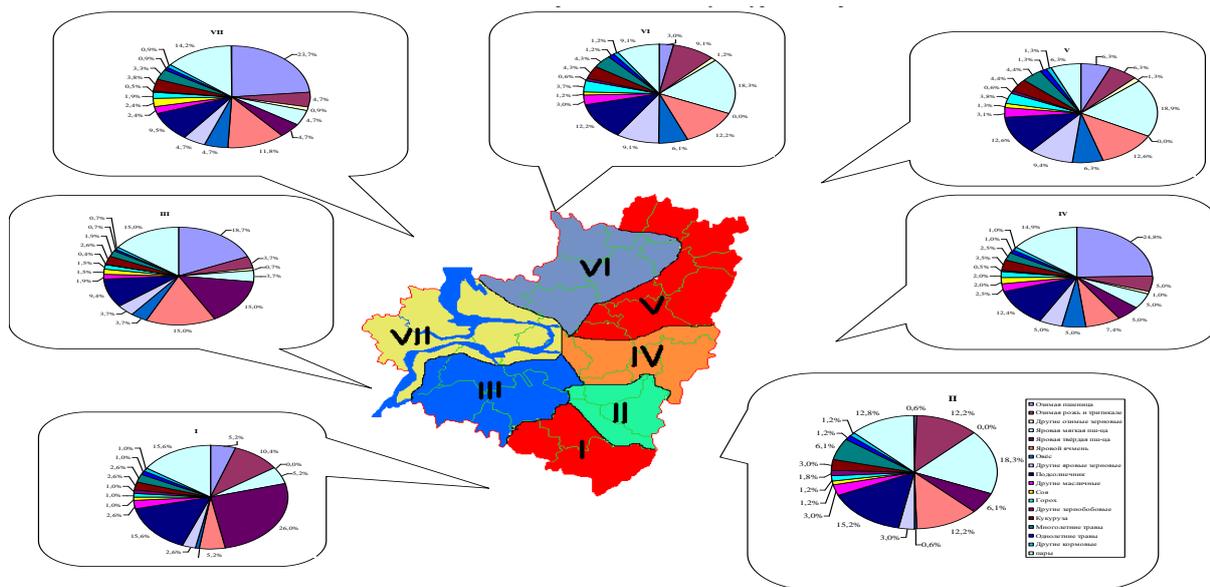


Рис.4. Межзональное размещение сельскохозяйственных культур в Самарской области

На основе многолетних исследований разработаны и предложены меры по совершенствованию структуры посевных площадей в Самарской области с учётом систематического проявления засух, глобального и регионального изменения климата.

Они предусматривают:

- диверсификацию зерновых культур с увеличением посевов озимых культур в 1,7-1,8 раза, расширение их набора за счёт введения в посевы озимого ячменя и озимой тритикале;
- повышение удельного веса засухоустойчивых фуражных культур (тритикале, кукурузы, сорго и др.);
- диверсификацию масличных культур. Оптимизация посевных площадей подсолнечника, введение льна масличного, озимого рыжика, сафлора;
- реализацию возросшего агроресурсного потенциала новых сортов зерновых и кормовых культур, более эффективное размещение созданной системы сортов в пределах отдельных мегазон.

Освоение предлагаемых мероприятий позволит обеспечить:

- производство основных видов сельскохозяйственной продукции до уровня, обеспечивающего продовольственную безопасность Самарской области по всем видам продукции полеводства;
- повышение устойчивости производства зерна и другой продукции полеводства;
- прекращение процессов деградации почвенного покрова, создание предпосылки для сохранения и расширенного воспроизводства почвенного плодородия.

## SCIENTIFIC SUPPORT FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION IN THE SOUTHEAST OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA IN THE GLOBAL AND LOCAL CLIMATE CHANGE

S. N. Shevchenko

FGBNU «SAMARA AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE»

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ АДАПТИВНОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА ПОВОЛЖЬЯ

А. И. ПРЯНИШНИКОВ, И. В. САВЧЕНКО\*, А. И. ШАБАЕВ

ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

\*ФГБНУ «ВНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ»

*Показано, что устойчивость сельскохозяйственного производства в регионах с частым проявлением засух достигается рациональным использованием имеющихся ресурсов влаги. Главная задача аграрной науки в этом направлении – создание прорывных инновационных продуктов, позволяющих вывести растениеводство на новый уровень системных наукоемких решений. Обобщены работы НИИСХ Юго-Востока по развитию научных основ систем «сухого земледелия», методологических подходов в создании высокоадаптивных сортов, при этом акцентируется внимание на широту проведения современных исследований. Приводятся результаты селекции последних лет по таким направлениям, как селекция на широкую экологическую пластичность, типизированные условия выращивания полевых культур, их целевое использование, иммунитет, гетерозисную селекцию, что позволяет полнее использовать потенциал возделываемых культур. Представлены основные направления работы института и предложены алгоритмы поэтапного освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия – от организации территорий до использования дифференцированных технологических приемов, снижающих негативное влияние засух в Поволжье.*

**Ключевые слова:** адаптивная селекция, сорт, качество, иммунитет, зимостойкость, семеноводство, адаптивно-ландшафтное земледелие.

Значительные территории страны, используемые в аграрном секторе, периодически подвергаются воздействию засух различной интенсивности. Так в 2009 году засуха охватила 16 регионов России, в 2010 г. – 43, 2012 – 20, текущем году – 8. Согласно исследованиям академика А.А. Никонова, засуха чаще всего поражает Среднее и Нижнее Поволжье, бассейн реки Урал [1, 2]. По данным НИИСХ Юго-Востока, начиная с 1891 года по настоящее время, в этом регионе отмечалось 70 засух различного типа и интенсивности с частотой в 56 процентов [1]. В последний 35-летний период их повторяемость увеличилась до 70 процентов, при этом заметно повысилась доля весенне-летних (в 1,3 раза) и устойчивых засух (на 43 процента).

Засуха в регионе – объективная реальность. Вот почему задачей сельского хозяйства становится не ее преодоление, а реализация комплекса элементов систем земледелия, позволяющих минимизировать причиняемый засухой ущерб [3]. Повышение устойчивости производства должно достигаться рациональным использованием имеющихся ресурсов влаги, а главной задачей аграрной науки – создание прорывных инновационных продуктов, позволяющих вывести сельскохозяйственное производство на новый уровень системных наукоемких решений [4].

Создание сортов с высоким уровнем адаптивности считается приоритетным для стабилизации растениеводства. Классический пример – селекционное улучшение яровой пшеницы, где удалось за прошедшее столетие сформировать целое направление по выведению сортов, обладающих повышенной сосущей силой корней (25-32 атм.). За счет чего растения более эффективно используют почвенную и атмосферную влагу, превышая по урожайности первые селекционные сорта в два раза, а в острозасушливые годы – втрое и более [5].

Улучшение адаптивности растений связано с постепенным накоплением положительных свойств, и сопряжено с развитием методологических подходов, которые за прошедшие сто лет в НИИСХ Юго-Востока прошли длительный эволюционный путь – от индивидуального отбора из местных сортов до использования современных методов биотехнологии. Развитию методологии создания сортов сопутствовала реализация главных блоков селекционных программ, ориентированных на широкий спектр задач, важных для производства.

**Селекция на широкую экологическую пластичность** – одно из основополагающих селекционных направлений Саратовской школы. Этому способствует местоположение института, располагающегося на стыке лесостепной, степной и полупустынной зон. Проведение широкомасштабных мультилокационных испытаний в различных географических точках позволяет выделению перспективного материала. Примером реализации такого подхода можно считать новый сорт яровой мягкой пшеницы Саратовская 74, который выделен в результате широких экологических испытаний Нижнего и Среднего Поволжья (табл.).

Таблица

**Урожайность зерна яровой мягкой пшеницы в мультилокационных опытах «Географическое испытание» в 2009 г.**

Сорт, Линия	Урожайность зерна, ц/га									Среднее
	НИИСХ ЮВ									
	Саратов			Сем хоз., пар	Кр. Кут, пар	Ер-шов, Пар	ОПХ Соляное		Самарский НИИСХ	
	ОКИ, озим.	ОКИ, пар	ГИ, пар				Пар	оз.		
Сар. 74	5,0	25,1	18,7	6,8	2,8	14,2	8,2	3,5	24,3	10,6
Сар. 55,ст.	3,1	12,8	12,2	1,0	2,4	8,7	4,2	1,7	-	5,8
Сар. 73	4,6	17,9	14,4	2,7	3,6	12,4	5,4	3,6	21,1	8,4
F	13,89	16,19	6,01	28,59	6,20	4,03				
НСР	1,9	3,3	3,3	2,2	0,9	3,1			2,9	

*Примечание: размещение опытов: Саратов – ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока, Семхоз - ОПХ «Центральное», К.Кут – Краснокутская опытная станция, Ершов – Ершовская опытная станция; предшественник: пар – черный пар, оз. – озимая пшеница, ОКИ – основное конкурсное сортоиспытание, ГИ – экологическое сортоиспытание.*

Результатами также следует признать сорта, полученные совместными программами в других селекцентрах: Краснодарском НИИСХ по яровой твердой пшенице – Красар, Лилек, Николаша; Калужском НИИСХ по озимой пшенице – Касар; ПХ «Пушкинское» – соргосуданковый гибрид Болдинский.

**Вертикальная селекция на типизированные условия вегетации.** Систематизация главных лимитирующих факторов, на основе анализа взаимодействия генотип-средовых взаимодействий, позволила типизировать «сценарии» развития погодной обстановки, сопутствующие формированию продуктивности растений озимой пшеницы. Для целей эффективного отбора выявлены различия в структуре хозяйственно-ценных признаков в типизированные годы (рис. 1).

Так, в благоприятные годы на первый план выступают показатели, характеризующие продуктивные свойства сортов на уровне биоценоза (число стеблей и масса зерна с 1 м<sup>2</sup>), в неблагоприятные – растения (число зерен и масса зерна с главного колоса и растения) [6].

В связи с меняющейся погодной обстановкой определена частота определенных типов лет, а конкретизация оценки позволила сформулировать алгоритмы отбора перспективного материала по элементам продуктивности и формировать систему взаимодополняющих сортов – Губерния, Виктория 95, Жемчужина Поволжья, Калач 60, Саратовская 17 и др.

В период с 1991 по 2000 год производство озимой пшеницы в Саратовской области определялось сортами Мироновская 808 и Донская безостая. В последующие 10 лет основу системы, используемых в производстве сортов, стали составлять сорта местной селекции. Переход к системе сортов позволил снизить колебания урожаев этой культуры на 12% (рис. 2) при ежегодном росте урожайности на 1,1 %.

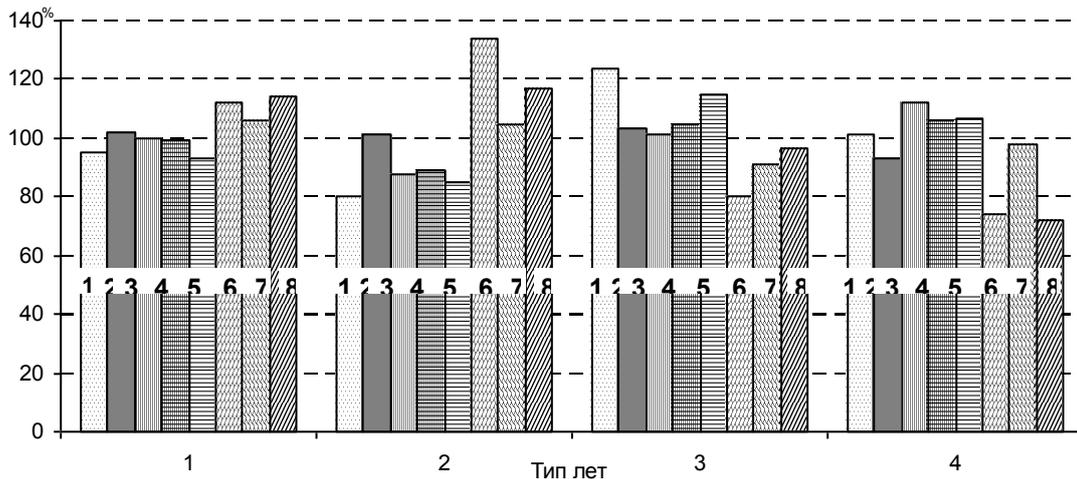


Рис. 1 Структура продуктивности озимой пшеницы по типам лет  
 1- продуктивная кустистость, 2- масса 1000 зерен, 3- число зерен в колосе, 4- масса зерна с колоса, 5- масса зерна с растения, 6- масса зерна с 1 м<sup>2</sup>, 7- доля главного колоса в продуктивности растения, 8- число стеблей на 1 м<sup>2</sup>

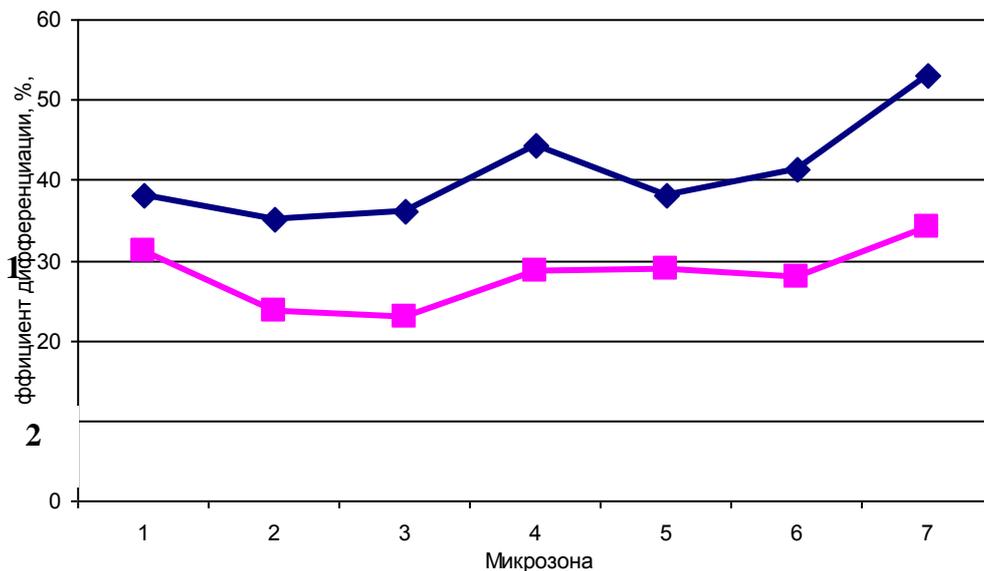


Рис. 2. Изменчивость урожайности озимой пшеницы по микрозонам Саратовской области по периодам лет: 1 – 1991-2000 гг., 2 – 2001-2010 гг.

**Селекция на целевое использование** сортов. С 2012 г. получил допуск к использованию первый в России сорт белозёрной ржи **Памяти Бамбышева**. В настоящее время в Госсортсети проходит испытания другой сорт светлозерной озимой ржи – **Солнышко**. Отличительной чертой этих сортов являются высокие показатели содержания белка (до 1 % и более, чем у традиционного зерна ржи) и его переваримость, что делает перспективным использование зерна ржи для приготовления диетических хлебцев и при производстве комбикормов. Диетическая ценность светлого зерна ржи обеспечивается меньшим содержанием ингибитора трипсина. Данное

сорт. С 2012 г. получил допуск к



Рис. 3. Хлеб из муки светлозерной ржи **Солнышко**

направление селекции для целевого использования продуктов питания важно не только в связи с развитием рынка, но и требованиями в решении проблемы здоровья населения.

В этом направлении можно отметить новый сорт зернового сорго **Белочка**. Сорт Белочка имеет белое зерно, пригодное не только для кормовых, но и пищевых целей. На основе зерна Белочки в институте разработана рецептура приготовления безглютеновой каши и малоглютенового хлеба для диетического питания людей, не переносящих употребление клейковинных белков в составе пшеничных продуктов [7]. Сорт Белочка внесен в Госреестр с 2015 г.

В селекции подсолнечника с 2013 года допущен к использованию крупноплодный сорт кондитерского назначения **Сластена**. В последние годы для повышения технологичности возделывания подсолнечника, улучшения семян и качественного состава масла, отобраны и включены в селекционный процесс: синтетик с повышенным до 80-90 % содержанием олеиновой кислоты в масле; высокоолеиновые самоопыленные линии; линии с массой 1000 семян 120-160 г.; линии с толерантностью к гербицидам имидазолиновой группы.

**Гетерозисная селекция.** В 2015 г. получили допуск к использованию три гибрида подсолнечника – **Континент, Дуэт и Эверест**. Создание гибридов с эффективным семеноводством на основе автофертильных, высокопродуктивных родительских линий, генетических маркеров морфологических признаков. Так, в семеноводстве гибрид Континент отличает маркированная белоцветковая материнская линия, что позволяет существенно облегчить технологию сортовых прочисток на участках гибридизации и улучшить качество получаемых гибридных семян. Гибрид Эверест характеризуется широкой экологической пластичностью. Обладает высокой экономической эффективностью в семеноводстве, за счет повышенной урожайности семян гибрида на участках гибридизации, что достигается за счет использования в качестве материнской линии простого стерильного гибрида. Гибрид Дуэт, создан совместно с ВНИИ масличных культур. Дуэт ультраскороспелый низкорослый гибрид интенсивного типа. Предназначен для возделывания в Поволжье, Урале, Сибири в регионах с дефицитом тепла. В южных регионах страны может быть использован для посева в поздние сроки в качестве страхового гибрида.

Диверсификация культур, использование потенциала культур различных по биологии групп – еще один блок решений, призванных снизить воздействие засухи на производство. На основании экспериментальных данных Институтом показано, что построение севооборотов по принципу компенсационности позволяет повысить устойчивость производства зерна до 30 процентов. Подчеркивается средоулучшающий фактор диверсификации культур, позволяющий уйти от монокультуры зерновых культур и подсолнечника, разнообразить видовой состав возделываемых культур, улучшить фитосанитарное состояние почвы, повысить вероятность получения экологически чистого зерна. При высокоразвитом животноводстве эта роль выполнялась кормовыми культурами, однако при значительном снижении поголовья за последние десятилетия, в этом блоке возникает ряд вопросов по их использованию и реализации потенциала различных видов вследствие климатических особенностей региона – малое количество осадков, суровые условия перезимовки, специфика предприятий. Среди «диверсификационных» культур региона выделяются востребованные на рынке, бобовые (нут), нетрадиционные масличные культуры – лен масличный, рыжик, сафлор, ряд видов лекарственных растений (расторопша и др.).

За последние 10 лет амплитуда производства зерна в Саратовской области колеблется от 1,03 млн.т до 3,88 млн.т. И одной из главных причин существенных колебаний, помимо неблагоприятных погодных условий, является значительное увеличение посевных площадей под подсолнечником с 700 тысяч га в 2000 году до 1,1 миллиона га в 2015. Именно этот фактор становится главной причиной технологических нарушений основного элемента системы «сухого земледелия», направленного на сохранение и рациональное использование влаги, которым считается черный пар. Увеличение площадей под подсолнечником смещает приоритеты использования в качестве предшественника под озимые культуры ранних паров, что приводит к пестроте всходов, вызванной высокой их зависимостью от осадков осеннего

периода, и увеличению рисков с посевом озимых культур в зоне из-за недостатка влаги в посевном слое почвы на момент посева озимых.

**Адаптивно-ландшафтное земледелие.** Высокая расчлененность рельефа, незарегулированность паводковых и ливневых вод на склоновых землях приводят к эрозии почв и непродуктивным потерям значительного количества зимних и летних осадков. За последние 5 лет средний слой ливневых осадков возрос до 24,1 мм со средне-максимальной интенсивностью 0,77 мм/мин, что в склоновых агроландшафтах часто вызывает ускоренную эрозию почв и приводит к недопустимой потере плодородия почв, особенно на паровых и пропашных полях и посевах поздних культур.

Все это вызывает экологическую напряженность в большинстве регионов Поволжья и определяет необходимость повышения адаптивности систем земледелия с учетом крутизны склонов и типов агроландшафтов: плакорно-равнинный полевой (плато, приводораздельные склоны крутизной до  $1^{\circ}$ ); склоново-ложбинный почвозащитный (пологие склоны крутизной  $1-3^{\circ}$  с ложбинами, без оврагов); склоново-овражный буферно-полосный (водосборы больших склоновых оврагов, склоны  $3-5^{\circ}$ ), балочно-овражный контурно-мелиоративный (балки с береговыми оврагами, склоны  $5-8^{\circ}$ ), крутосклоновый лесолуговой (склоны больше  $8^{\circ}$ , густая сеть оврагов и промоин), пойменно-водоохранный (долины рек, лиманы и суходолы), противодефляционный (супесчаные и песчаные почвы, ветроударные склоны), мелиоративно-ирригационный (орошаемые земли) и гидрографическая сеть [8].

Экологические условия и биоклиматический потенциал в агроландшафтах существенно различаются (от 50 до 110 баллов), что определяет научные принципы адаптивного и регламентируемого использования противоэрозионных приемов и мелиораций в земледелии.

Регламент предусматривают строгое соблюдение степени допустимой антропогенной нагрузки (процент распаханности), размещение экологических рубежей и дифференцированное применение ресурсосберегающих технологий. Критерий распаханности определяется рельефом: с увеличением крутизны склонов пашня уменьшается с 80 до 10 %; лесо-гидромелиоративные мероприятия – типом агроландшафта; севооборот и соотношение угодий – степенью эродированности и почвозащитными свойствами культур, агротехнологии – крутизной склона, типом почв и ресурсосберегающими свойствами агроприемов

В комплексе систем земледелия, направленных на повышенную адаптацию производства, институтами Поволжского региона разработаны и предложены основные принципы сухого адаптивно-ландшафтного земледелия:

- строгое соблюдение регламента использования земель с учетом агроэкологических условий типов агроландшафтов, крутизны склонов, водно-физических и агро-химических свойств почвенного покрова;

- всемерное накопление, сохранение и рациональное использование влаги, которые осуществляются путем освоения комплекса элементов систем земледелия;

- оптимизация структуры посевных площадей с учетом почвенно-климатических, организационно-экономических и материально-технических особенностей конкретного хозяйства. Введение в севообороты культур по принципам плодосмена, экологической взаимодополняемости, взаимострахования (различных биологических групп, отличающихся по продолжительности вегетации), восстановителей плодородия почв (многолетних трав, зернобобовых и других видов растений);

- совершенствование влаго – ресурсосберегающей почвозащитной системы обработки почвы с рациональным сочетанием отвальных, безотвальных и минимальных обработок, способствующих улучшению ее водно-физических свойств, с использованием для этой цели новой отечественной и зарубежной техники, соблюдением зональных рекомендаций по возделыванию сельскохозяйственных культур (рис. 4), оптимизацией системы агротехнических приемов, позволяющих повысить эффективность использования влаги, удобрений, средств защиты растений и в целом производственного потенциала хозяйств;

- разработка и внедрение дифференцированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на склоновых землях с почвозащитной целью, сокращающих

сток воды и смыв почвы (проведение полевых работ поперек склонов, залужение водоотводящих ложбин, создание буферных полос, гребневых кулис, глубокое щелевание почвы поперек склонов и т. д.);

– развитие защитного лесоразведения как наиболее дешевого, безопасного и эффективного вида мелиорации, являющегося необходимой и составной частью региональной адаптивно-ландшафтной системы земледелия, представляющей основу противодеградационного комплекса при реализации национальной приоритетной программы развития сельского хозяйства;

– восполнение недостающих питательных веществ в почве за счет удобрений с целью поддержания элементов питания в оптимальном соотношении для каждого вида растений; биологизация земледелия с применением полной и пожнивной сидерации; размещение культур по предшественникам, улучшающим почвенное плодородие, ликвидирующим односторонний вынос питательных веществ, улучшающих фитосанитарное состояние почвы и посевов;

– применение интегрированной системы защиты растений от вредных организмов на основе фитосанитарного мониторинга, протравливание семян согласно фитозащиты, усиление контроля за карантинными объектами, применение пестицидов на посевах с учетом ЭПВ.

Примером комплексного освоения адаптивно-ландшафтного земледелия являются ОПХ «Новоникулкинское» (Ульяновский НИИСХ), «Елизаветинское», «Центральное» (НИИСХ Юго-Востока), «Чулпан» (Татарский НИИСХ). В рамках дифференцированных способов основной обработки почвы НИИСХ Юго-Востока впервые для склоновых агроландшафтов Поволжья разработана и предложена ресурсосберегающая гребнекулисная технология возделывания зерновых культур [9, 10, 11]. Ведутся работы по созданию орудий для противозероэрозийной обработки почвы, использование которых на склоновых землях обеспечит компенсацию экологических потерь от плоскостной и технологической эрозии за счет перемещения верхнего слоя почвы постоянно вверх по склону. На текущий момент доработаны техническое задание и конструкторская документация, изготовлен улучшенный макетный образец ресурсосберегающего орудия для выполнения модернизированной технологии основной обработки почвы в условиях Поволжья.

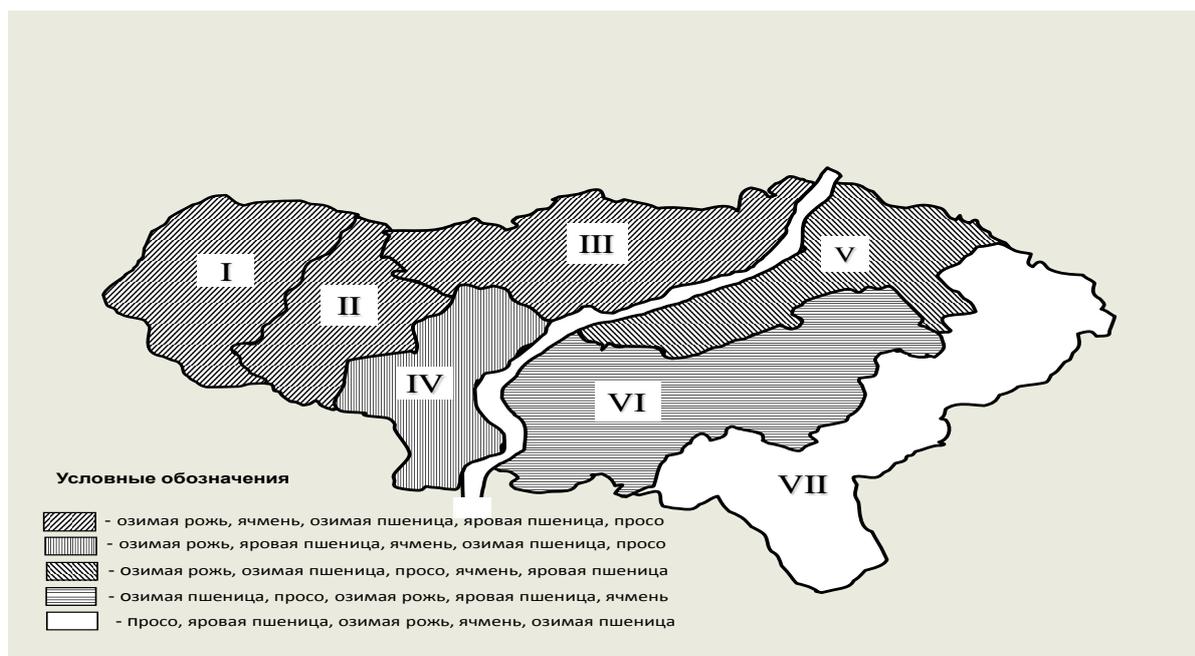


Рис.4. Агроэкологическое районирование Саратовской области по степени устойчивости урожаев основных зерновых культур

В НИИСХ Юго-Востока по программам точного земледелия ведутся работы по вопросам прецизионного поступления и накопления в почве органических остатков культурами агробиоценозов в различных экологических условиях Поволжья, что позволяет прогнозировать баланс органического вещества почвы, стабилизировать экологическую устойчивость почвенной системы и увеличить продуктивность пашни на 30-40 %. Впервые на черноземных и каштановых почвах региона развернут теоретически обоснованный локальный почвенно-экологический мониторинг, который позволит ежегодно получать данные активности различных биосферных процессов.

### Литература

1. Левицкая Н.Г., Шаталова О.В., Иванова Г.Ф. Засухи в Поволжье и их влияние на производство зерна. / Аграрный вестник Юго-Востока, 2010, № 3-4. – С.71-74.
2. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата./Резюме коллективной монографии. Редакторы: Иванов А.Л., Усков И.Б. – СПб.: 2009. – 95 с.
3. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). – М.: «Агрорус», в 3 томах, 2008.
4. Савченко И.В., Прянишников А.И., Шабаев А.И. Научное обеспечение устойчивого сельскохозяйственного производства в условиях нарастающей аридизации климата. / Доклады Российской академии сельскохозяйственной науки. № 6, 2014. – С.18-20.
5. Васильчук Н.С. Селекция яровой твердой пшеницы. – Саратов: 2001. – 123 с.
6. Прянишников А.И. Методологические особенности адаптивной селекции озимой пшеницы на урожайность и качество в Нижнем Поволжье. Автореф. дисс. ... доктора с.-х. наук. Немчиновка, 2006. – 48 с.
7. Прянишников А.И., Андреева Л.В., Кулеватова Т.Б. и др. Качество зерна – источник здоровья нации. / Достижения науки и техники АПК. № 11, 2010. – С. 6-17.
8. Шабаев А.И., Жолинский Н.М., Цветков М.С. Конструирование агроландшафтов и агроэкологический регламент адаптивных систем земледелия в Поволжье / Земледелие, 2014, № 2 – С. 7-10
9. Шабаев А.И., Жолинский Н.М., Азизов Н.М., Соколов Н.М. Ресурсосберегающая почвозащитная обработка в агроландшафтах Поволжья. / Земледелие, 2007, № 1. – С. 20-22.
10. Кузина Е.В., Шабаев А.И. Преимущества гребнекульной обработки почвы при возделывании зерновых культур / Научный журнал «Научная жизнь», № 1, 2015. – С. 61-69.
11. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы в агроландшафтах Поволжья. / Методические рекомендации. Саратов, 2008. – 64 с.

## SCIENTIFIC BASES OF ADAPTIVE CROP PRODUCTION OF THE VOLGA REGION

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

FGBNU «AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF SOUTH-EAST»

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

**Abstract:** *It is shown that stability of agricultural production in regions with frequent exhibiting of droughts is reached by rational use of available resources of moisture, and the main task of an agrarian science in this direction is release of outstanding innovative products, allowing to lead plant growing on new level of system high technology decisions. Results of works of Southeast Research Institute of Agriculture on development of scientific bases of systems of "dry farming", methodological approaches in release of highly adaptive varieties are generalized, the attention to width of up-to-date researches is thus focused. Results of selection of last years in such directions as selection on the wide ecological plasticity, the typified conditions of cultivation of field crops, their target use, immunodefence, heterosis selection are resulted. All this allows to use potential of cultivated crops more full. The basic directions of work of the institute are presented and algorithms of stage-by-stage development of adaptive-landscape systems of agriculture (from the organization of territories up to use of the differentiated processing methods), droughts reducing negative influence in the Volga region are offered.*

**Keywords:** adaptive selection, varieties, grain quality, immunity, hardiness, seed production, farming system, adaptive-landscape agriculture.

## У ИСТОКОВ СЕЛЕКЦИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В РОССИИ

**З. А. ЗАРЬЯНОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»  
E-mail: office@vniizbk.orel.ru

*Селекционная работа с клевером луговым была начата Шатиловской сельскохозяйственной опытной станцией одной из первых в России. Здесь была проведена работа по изучению биологии этой культуры, разработаны методы селекции и создан первый в России сорт клевера лугового Среднерусский, уникальный по хозяйственно-биологическим характеристикам, с 1931 года до настоящего времени допущенный к использованию в 3 регионах РФ (3, 5, 7). Представлены итоги непрерывной 104-летней селекционной работы с клевером луговым в Орловской области, дана характеристика новых районированных сортов.*

**Ключевые слова:** клевер луговой, биология, селекция, семеноводство, сорта.

Возделывание клевера лугового имеет давнюю историю. Упоминания об этой культуре встречаются в трудах Колумеллы и Плиния. Распространение клевера лугового в Европе началось с 14 века в северной Италии и Испании и было связано с введением в земледелии многопольных севооборотов с травосеянием. В 17 веке клевер начали культивировать в Англии, в 18 веке – в Германии. Имея средиземноморское происхождение, клевер не сразу прижился в России. Попытки его возделывания из привозных европейских семян предпринимались с середины 18 столетия и были неудачными из-за постоянного вымерзания посевов в условиях сурового климата России. Известно, что высеваемый в тот период в России клевер давал по 2 укоса за лето, следовательно, был скороспелым, южного происхождения. Несмотря на неудачи, находились хозяева, из года в год пытающиеся выращивать клевер, в том числе для получения семян, что за 100 с лишним лет привело к его акклиматизации на территории России и образованию типа этой культуры, отличного от европейского [1].

Переход от трёхпольной системы земледелия к севооборотам, начавшийся в России к концу 19 века, увеличил потребность в семенах клевера лугового и необходимость изучения этой культуры. Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция, созданная в 1896 году одной из первых в России, к изучению клевера лугового приступила с самых первых лет своей деятельности. На опытном поле и в ботаническом саду станции, начиная с 1899 г., изучались густота посева его семян в чистом виде и в смеси с тимофеевкой, способы посева, приёмы ухода за посевами, бессменные посева, влияние на последующие культуры в севообороте. С 1908 г. изучались популяции клевера лугового различного происхождения [2].

Селекция клевера лугового на Шатиловской опытной станции была начата в 1912 г., одной из первых в России, почти одновременно с её развёртыванием в 1911 г. на Московской селекционной станции основоположником отечественной селекции Д.Л. Рудзинским. Клевер являлся одной из первых четырёх культур (наряду с озимой рожью, озимой пшеницей и овсом), выбранных заведующим селекционным отделом П.И. Лисицыным для селекционной работы. Длительный и плодотворный период работы на станции позволил П.И. Лисицыну первым не только в России, но и в мире изучить биологию клевера и добиться результатов в селекции [3, 4, 5, 6, 7].

Изучение П.И. Лисицыным биологии клевера лугового было связано с тем, что по этому вопросу не было в то время никаких научных данных ни в России, ни в Америке, ни в Европе [6]. Начиная с 1908 г. им изучались популяции клевера лугового из различных районов России и зарубежного происхождения. На основании полученных данных П.И. Лисицыным было установлено, что культурный клевер луговой (красный) делится на два типа. Одни из них поздно зацветают, даёт за вегетации один укос зелёной массы или один урожай семян, является достаточно зимостойким, имеет длинные ветвистые стебли с 8-10 междоузлиями.

Это клевера центральной и северной России (рязанские, тульские, пермские популяции) и северной части Швеции. Клевер второго типа давал за вегетацию два полноценных укоса зелёной массы или один укос зелёной массы и один урожай семян, имел менее длинные и маловетвистые стебли с 5-7 междоузлиями, был малозимостойким. К этой группе относились клевера южнороссийского, западноевропейского, английского и американского происхождения. Позднеспелые клевера за один укос давали более высокий урожай кормовой массы, чем раннеспелые за два укоса [5, 6].

Деление культурных клеверов на типы, впервые открытое на Шатиловской опытной станции П.И. Лисицыным почти 100 лет назад, принято до настоящего времени. На его основе разработана современная методика апробации клевера лугового. Этими исследованиями был дан ответ на вопрос, почему в отдельных хозяйствах клевер полностью вымерзал, а в других хорошо переносил условия перезимовки. П.И. Лисицын считал, что это было связано с использованием завозных европейских и южнорусских семян культуры. Поэтому он был сторонником использования местных клеверов, как наиболее устойчивых к неблагоприятным климатическим факторам, прошедших длительную акклиматизацию и сформировавших в результате многолетнего естественного отбора из богатой наследственной основы устойчивые экотипы [5, 6, 7, 8].

Другим вопросом, связанным с биологией клевера лугового, было изучение его зимостойкости. Было установлено, что глубина погружения корневой шейки в почву не влияет на его зимостойкость, а различия по этому признаку между скороспелыми и позднеспелыми клеверами являются незначительными [5].

На станции П.И. Лисицыным изучались ход и характер цветения отдельных популяций клевера лугового, реакция хода цветения на погодные условия, особенности семян клеверов различного происхождения и их отличия друг от друга по особенностям прорастания. Была установлена связь времени цветения клевера с основными ценными признаками: числом развитых междоузлий, числом ветвей стебля, длиной и весом стеблей и его составных частей, процентом листьев в общем весе растения, числом стеблей в кусте. Было изучено содержание протеина в фракциях и отдельных растениях популяции. Отмечена высокая вариабельность показателей, что предполагает эффективность отбора [5].

Было изучено влияние удобрений на время цветения клевера. Установлено, что под влиянием удобрения, внесённого в ранний период роста растений, изменяется время цветения популяции. Для быстрого размножения ценного селекционного материала была разработана техника размножения клевера черенками [5, 6].

Полученные данные по биологии клевера лугового позволили П.И. Лисицыну разработать методику и технику селекционной работы с этой культурой. В качестве основного метода селекции использовался индивидуально-семейственный отбор, применялась также гибридизация. Были установлены лучшие способы посева испытываемых семей, время анализа, количество анализируемых кустов, необходимых для характеристики всего состава популяции, количество анализируемых стеблей в кусте, необходимых для характеристики отдельных кустов. Опыты проводились в полевых условиях и в теплице. Лучшим исходным материалом для селекционной работы с клевером луговым П.И. Лисицын считал местные популяции, прошедшие длительное воздействие естественного отбора в определённых почвенно-климатических условиях. Среди них по зимостойкости и урожайности была выделена популяция Елецкого уезда Тульской губернии. На её основе был создан сорт клевера лугового Среднерусский. Этот сорт был передан в Государственное сортоиспытание в 1925 г., районирован в 1931 г., явившись первым отечественным сортом клевера лугового. Сорт Среднерусский до настоящего времени является конкурентноспособным по продуктивности, зимостойкости, долголетию и включён в Государственный реестр для возделывания в Центральном (3), Центрально - Чернозёмном (5) и Средневолжском (7) регионах Российской Федерации [5, 6, 7, 8].

Многочисленные отборы, проведённые в местной тульской популяции, показали сложность селекционной работы с клевером луговым. Предпринималась попытка

девятикратного отбора по расслоению популяции тульского клевера на раннеспелую, среднеспелую и позднеспелую фракции. Было установлено, что при прекращении отборов происходит постепенный возврат созданных номеров к исходной популяции по времени цветения и архитектуре растений. Также не дали положительных результатов и были прекращены отборы, проводимые отдельно по вегетативным и генеративным признакам [5, 6].

Для привлечения в селекцию нового исходного материала на станции с 1922 г. приступили к изучению дикорастущих клеверов. Они интересовали П.И. Лисицына как в связи с непосредственным использованием для возделывания, так и с научной точки зрения в качестве исходных форм для скрещивания, изучения изменчивости, биологических особенностей и деления на типы. До 1935 г. Шатиловской опытной станцией самостоятельно и в содружестве с другими научно – исследовательскими учреждениями под руководством П.И. Лисицына в различных районах СССР было собрано в 35 экспедициях более 400 дикорастущих образцов. Изучение коллекции дикорастущих клеверов позволило выделить образцы, обладающие сочетанием признаков, не встречающихся у культурных клеверов. Были отобраны скороспелые образцы, зацветающие на 5 недель раньше сорта Среднерусский и в то же время высокозимостойкие. В горах Алтая и на Кавказе были найдены дикорастущие клевера, имеющие длинные, ветвистые стебли с 19 междоузлиями. Некоторые дикие образцы клевера, собранные в горах Памира, на Алтае, в Крыму, Закавказье, обладали свойством самоопыления, отсутствующим у культурных клеверов. На берегах рек Иртыш и Обь были найдены образцы, устойчивые к заражению раком клевера. Опыты с дикорастущими клеверами показали, что они могут использоваться только как исходный материал для селекции и среди них нет готовых образцов для непосредственного внедрения в производство в связи с их малорослостью, низкой урожайностью кормовой массы, развалистой формой куста и другими недостатками. С участием дикорастущих клеверов на станции было создано большое количество нового селекционного материала. Особенно выделялась комбинация от скрещивания позднеспелого сорта Среднерусский и раннеспелого дикорастущего образца с берегов реки Мезени [6, 8, 9].

Вместе с селекционной работой на опытной станции велось семеноводство клевера лугового. Опыты показали, что наиболее урожайным являлся Среднерусский или Шатиловский клевер. Шатиловская Госсемкультура, директором которой являлся П.И. Лисицын, производила до 50 т семян этого клевера ежегодно. Благодаря деятельности П.И. Лисицына и Шатсемкультуры, которую он возглавлял, других Госсемкультур, в 1927-1929 гг. заявки на семена клевера в стране были удовлетворены на 100 % и даже производилась их продажа за границу. Семена Среднерусского клевера очень ценились в Западной Европе и Америке (6, 7).

Работа с клевером луговым на Шатиловской опытной станции имела комплексный характер. Были изучены энтомологические условия возделывания культурного красного клевера на семенные цели. Исследовались вредители семенных посевов клевера и полезные насекомые-опылители. Была изучена биология клеверного долгоносика и эвритомы, определён характер повреждений, наносимых ими растениям. Было предложено весеннее подкашивание семенных посевов клевера как способ защиты от насекомых – вредителей [10].

В 1915-1917 гг. изучалось опыление красного клевера шмелями. Установлено, что в опылении клевера принимают участие 22 вида шмелей, среди которых были как представители лесной зоны, так и степей. Изучались места и способы гнездования шмелей, работоспособность различных видов на опылении клевера, а также паразиты шмелиного гнезда. В 1925-1930 гг. проводилось изучение медоносных пчёл как опылителей красного клевера. Промеры длины трубки венчика цветка клевера и хоботка пчёл, анализ содержимого зобиков и обножки, а также мёда и перги показали, что местная русская пчела способна опылить не менее 50 % цветков клевера и собрать с его цветков до 70 % пыльцы и до 30 % нектара. Изучение сахаристости нектара показало, что по этому показателю клевер не уступает многим другим медоносным растениям. Установлено, что повышению выделения нектара и его сахаристости, а следовательно посещаемости цветков пчёлами, способствует

внесение фосфорно – калийных удобрений. Насыщение клеверных посевов пчёлами путём их вывоза непосредственно в поле (3 улья на 1 га) увеличивало урожайность семян в 2 с лишним раза в сравнении с участками без пчёл (соответственно 190 кг/га и 75 кг/га) [2, 11, 12].

В 1929 г. П.И. Лисицын был приглашён на работу в Москву в качестве заведующего кафедрой селекции и семеноводства полевых культур Тимирязевской сельскохозяйственной академии. С 1932 г. им была продолжена работа с клевером луговым в Институте зернового хозяйства нечернозёмной полосы (Немчиновке), а с 1936 г. – в клеверной группе Всесоюзного института кормов. За капитальный труд «Вопросы биология красного клевера» (1947 г.), куда вошли также работы, выполненные на Шатиловской опытной станции, П.И. Лисицын в 1948 г. был удостоен Государственной (Сталинской) премии СССР первой степени [6, 7].

В 1935-1950 гг. селекционную работу с клевером луговым на станции продолжил Б.П. Лисицын, сын П.И. Лисицына. Основное внимание им было сосредоточено на выведении сортов клевера лугового двуукосного типа с высокой зимостойкостью. Это была нелёгкая задача, так как среди культурных клеверов сочетания этих признаков тогда не встречалось. В поисках нужного исходного материала Б.П. Лисицын изучал коллекцию дикорастущих клеверов. Готовых образцов для возделывания обнаружено не было, но были выделены формы, характеризующиеся высокой зимостойкостью и скороспелостью. Велась гибридизация этих образцов с культурными клеверами с последующими отборами. Особенно большая работа проводилась по отбору семей из гибрида Среднерусский х дикорастущий с реки Мезени. Выделению перспективного материала способствовали экстремальные погодные условия. В суровые зимы 1938-1939 гг. и 1939-1940 гг. на безснежных участках были отобраны две семьи – № 4 и № 5, превысившие стандарт Среднерусский по зимостойкости на 45 и 50 % соответственно. В конкурсном сортоиспытании семья № 5 превосходила по кормовой продуктивности двуукосные сорта других научно - исследовательских учреждений. Этот селекционный номер под названием Шатиловский гибрид планировалось передать в Государственное сортоиспытание. Однако Великая Отечественная война 1941-1945 гг., в период которой станция была полностью разрушена, а затем переход селекционера Б.П. Лисицына работать на Моршанскую селекционную станцию, сокращения работ по селекции клевера из-за критики травопольной системы земледелия, а также частой смены селекционеров, эти намерения не были осуществлены [9, 13].

В 1939-1940 гг. Б.П. Лисицыным проведено углубленное обследование и изучение местных стародавних популяций клевера лугового Орловской области. Отобрать наиболее ценные староместные клевера помогли суровые зимы 1938-1939 гг. и 1939-1940 гг. Почти все клевера в области вымерзли. Была выделена, как наиболее зимостойкая, популяция клевера лугового Болховского района Орловской области. Станция провела изучение этой популяции и организовала её передачу в Государственное сортоиспытание. В 1951 г. этот клевер, относящийся к позднеспелому одноукосному типу, был районирован в Орловской области под названием Болховский местный. В 1945-1946 гг. по инициативе станции и лично Б.П. Лисицына для быстрого обеспечения колхозов и совхозов Орловской области семенами клевера были организованы семенные рассадники. В 160 хозяйств выслали по 5 кг семян сорта Среднерусский для посева на участках размножения площадью в 1 га. Это позволило значительно расширить посевы клевера лугового в области [9].

В начале 50-ых годов селекционная работа с клевером луговым на станции значительно сократилась. Отрицательное действие оказала послевоенная разруха, отсутствие высококвалифицированных кадров, частая смена исполнителей темы, критика травопольной системы земледелия. Селекцию клевера в этот период вели: В.А. Грущенко (1949-1950 гг.), К.С. Демиденко (1952 г), Г.Б. Демиденко и А.Ф. Колесник (1953 г.). В конкурсном сортоиспытании изучалось не более 3-4 сортов, в основном староместные клевера из хозяйств области. Была попытка создания новых сортов методом вегетативной гибридизации (В.А. Грущенко). За привой брался клевер, за подвой люцерна, лядвенец рогатый, эспарцет. Этот метод не дал положительных результатов [7, 13].

В 1957-1958 гг. станция начала восстанавливать селекционно - семеноводческую работу с клевером луговым. Для создания нового селекционного материала стали применять метод свободного межсортового переопыления, основанного на избирательной способности растений к оплодотворению. Для переопыления подбирались лучшие селекционные сорта различного происхождения, предварительно изученные в условиях станции и выделившиеся по хозяйственно – полезным признакам. Селекционную работу с клевером луговым в этот период вели: Т.Ф. Борисова (1957-1963 гг.), Е.И. Котоврасова (1964-1965 гг.), В.Е. Гуляева (1966-1967 гг.). Ими было изучено большое количество коллекционных образцов, полученных из ВИР, от научно- исследовательских учреждений, из хозяйств Орловской и других областей. Ежегодно путем межсортовых скрещиваний создавался, а затем изучался новый селекционный материал [7, 13].

С 1968 по 1974 гг. селекционную работу с клевером луговым на станции возглавлял Н.А. Рюриков, исполнителем с 1969 г., а затем руководителем с 1974 по 1976 гг. являлся И.А. Соколовский. Эти селекционеры использовали в своей работе метод создания сложных гибридных популяций путём свободного переопыления, а также искусственные скрещивания с привлечением географически отдаленных и дикорастущих клеверов. Исследование коллекционного материала показало, что в тот период не было сортов, стабильно превышающих стандарт Среднерусский по продуктивности, зимостойкости, устойчивости к болезням. Поэтому было решено вернуться к селекционной работе с этим сортом с целью выделения раннеспелых биотипов. В дальнейшем они были проработаны на искусственно созданных провокационных фонах с удалением снежного покрова в течение зимы и с насыпанием снега и задержкой его таяния весной на 1-2 недели. Таким образом отбирались лучшие семьи по зимостойкости и устойчивости к выпреванию. На основе лучших отобранных на провокационных фонах биотипов из сорта Среднерусский, коллекционного и селекционного материала с их последующим переопылением был создан новый сорт клевера лугового Орловский среднеранний [7, 13].

В 1978-1988 гг. селекционную работу с клевером луговым на станции вела Л.Н. Балахнина, А.Н. Зимин, Н.А. Крамских. Ими было продолжено изучение коллекции ВИР и местных популяций. Созданные ранее селекционные номера проходили проработку в питомниках и оценивались в конкурсном сортоиспытании. В эти годы было завершено конкурсное сортоиспытание нового сорта Орловский среднеранний, проведено его размножение и в 1987 г. осуществлена передача в Государственное сортоиспытание [7].

С 1988 г., в связи с реорганизацией и переводом станции, селекционная работа с клевером луговым была продолжена в Орловском НИИСХ автором данной статьи. В 1993 г. ею была создана лаборатория селекции клевера, что позволило значительно расширить объём исследований. Ежегодно в коллекционных питомниках изучались сорта клевера лугового отечественного и зарубежного происхождения. Были выделены сорта, превышающие стандарт Среднерусский по семенной продуктивности на 30-40 %. Лучшие из отобранных сортов использовались для создания новых гибридов и сложногогибридных популяций. Среди коллекционного материала были выделены сорта с наличием двусемянности боба в разной степени выраженности. Изучалась эффективность использования этого признака для создания селекционного материала с повышенной семенной продуктивностью. Проведённый индивидуально - семейный отбор по признаку полиэмбрионии позволил повысить содержание двусемянных бобов в головках на 8,6-10,2 %, обсеменённость соцветий – на 10,8-14,8 %, завязываемость семян – на 21,5-24,5 % в сравнении с исходным материалом [7].

Было проведено производственное испытание нового сорта клевера лугового Орловский среднеранний, находящегося в Государственном сортоиспытании, организовано его семеноводство, размножение и внедрение в хозяйства области. В 1995 г. этот сорт был районирован в Центрально-Чернозёмном (5) регионе Российской Федерации [14].

Наряду с позднеспелыми сортами, возделываемыми в Орловской области, производству требовались раннеспелые сорта клевера лугового, характеризующиеся быстрым отрастанием весной и после укосов, формирующих 2 полноценных укоса зелёной массы за вегетацию или

полноценный первый укос зелёной массы и урожай семян со второго укоса. Создание таких сортов стало возможным с расширением методов селекции клевера лугового. Использование метода искусственного мутагенеза позволило ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (М.Ю. Новосёлов) получить мутанты клевера лугового, сочетающие не встречающиеся ранее у культурных сортов клевера лугового признаки – раннеспелость и высокую зимостойкость. По линии творческого объединения селекционеров «Клевер» этот материал поступил в различные научно-исследовательские учреждения, в том числе в Орловский НИИСХ, продолжающий работы Шатиловской СХОС после её реорганизации. На основе проработки мутантного исходного материала в селекционных питомниках на зимостойкость, экологическую устойчивость к болезням, кормовую и семенную продуктивность был создан сорт клевера лугового Орлик. Урожайность зелёной массы этого сорта составляет 45-52 т/га, сена – 9,0-11,5 т/га, семян – 0,2-0,3 т/га, содержание сырого протеина – 15,7-16,2 %. Этот сорт в 1995 г. был передан в Государственное сортоиспытание совместно с ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, которое успешно прошёл и был районирован с 2000 г. в Центрально-Чернозёмном (5) и Средневолжском (7) регионах РФ [14].

Данные конкурсного сортоиспытания 1990-2000 гг. показали, что наиболее высокой урожайностью кормовой массы в условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона обладают тетраплоидные сорта и селекционные номера клевера лугового. Поэтому велась систематическая работа с этим материалом, полученным методом полиплоидии. Совместно с ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса и Сибирским НИИ кормов на основе генетической паритетной смеси раннеспелых тетраплоидных селекционных номеров различного происхождения с последующим индивидуальным отбором был создан сорт клевера лугового Памяти Лисицына, обладающий высокой продуктивностью кормовой массы и повышенной зимостойкостью. Сорт относится к раннеспелому двуукосному типу, урожайность зелёной массы составляет 51-56 т/га, сена – 11-12 т/га, семян – 0,12 т/га, содержание сырого протеина в сухой массе – 15,3-16,2 %, облиственность – 53,4-56,8 %. С 2005 г. этот сорт включен в Государственный реестр сортов для возделывания в Средневолжском (7) регионе, с 2006 г. – в Центрально – Чернозёмном (5) регионе РФ [15].

В настоящее время в Государственном сортоиспытании находится новый сорт клевера лугового Сувенир. Сорт является сложногибридной синтетической популяцией, полученной на основе переопыления исходного материала с высокой комбинационной способностью по ряду хозяйственно ценных признаков. Зимостойкость нового сорта после первой перезимовки составляет 91,3-96,2 %, после второй перезимовки – 83,5-87,5 %. Характеризуется высокой интенсивностью весеннего отрастания, имеет крупную розетку, полупрямостоячий куст, состоящий из 41-60 стеблей. Длина стеблей в укосной спелости достигает 115-130 см. Урожайность зелёной массы сорта Сувенир в среднем за год составляет 48,8 т/га, сена - 12,1 т/га, семян – 0,28 т/га. В сухой массе нового сорта содержится в среднем 15,6 % сырого протеина, сбор которого с единицы площади достигает 1,9 т/га. Оригинатором сорта является ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, продолживший работу Шатиловской СХОС с 1999 г. в связи с присоединением к нему Орловского НИИСХ [16].

Создание и районирование сортов клевера лугового различной спелости даёт возможность сельхозпроизводителям использовать всё имеющееся разнообразие этой культуры. В зависимости от поставленных задач, они могут выбрать для возделывания позднеспелый одноукосный сорт Среднерусский, среднеспелый двуукосный сорт Орловский среднеранний, раннеспелый двуукосный сорт Орлик или раннеспелый, многоукосный, наиболее урожайный по кормовой массе и долголетний тетраплоидный сорт Памяти Лисицына. При желании возможно возделывание всех 4 сортов, что даст возможность составить на основе клевера зелёный конвейер с непрерывным поступлением высокопитательной кормовой массы в течение летнего периода.

Наряду с селекционной работой ведётся семеноводство сортов клевера лугового селекции Шатиловской опытной станции и ВНИИЗБК (Среднерусский, Орловский среднеранний, Орлик, Памяти Лисицына, Сувенир). Ежегодно обеспечиваются заявки ГСИ на

семена этих сортов, ведётся их внедрение в производство. За период 1988-2015 гг. произведено более 50 т оригинальных семян этих сортов, поступивших для внедрения в производство Орловской и других областей РФ.

### Литература

1. Лисицын П.И. Очерки из истории русского культурного клевера // Известия Шатиловской областной с-х. опытной станции. – Орел, 1922. – Т. 3, № 1. – С. 1-30.
2. Шатиловская областная опытная станция и краткий обзор её работ за XXV лет (1899-1923 гг.). // Труды Шатиловской с-х. опытной станции. – (Серия общая. Вып. 17). – Орёл, 1923. – 92 с.
3. Письмо Н.И. Вавилова П.И. Лисицыну // Развитие научных идей академика Петра Ивановича Лисицына: Сборник трудов. – М.: ООО «Полиграфсервис», 2003. – С. 385-388.
4. Новосёлова А.С. Краткая история клеверосеяния в России // Клевер в России. – Воронеж: Изд. им. Е.А. Болховитинова, 2002. – С. 7-14.
5. Лисицын П.И. Вопросы биологии красного клевера. – М.: Сельхозгиз, 1947. – 343 с.
6. Лисицын П.И. Избранные сочинения. В 2 т. - Т. 1. Красный клевер. – М.: Госуд. изд. с-х. литературы, 1951. – 534 с.
7. Зарьянова З.А. Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция в лицах и публикациях. – 2-е изд., перераб. и доп. – Орёл: ОАО «Типография «Труд», 2013. – 592 с.
8. Лисицын П.И., Оболенский Н.Н., Комарова А.А. Красный клевер СССР // Труды селекционного отделения Шатиловской опытной станции. - М.-Л.: Госуд. изд. колхозной и совхозной литературы, 1934. – 216 с.
9. Лисицын Б.П. Красный клевер // 70 лет Орловской (Шатиловской) государственной областной сельскохозяйственной опытной станции (1896-1966): Сборник научно - исследовательских работ. – Вып. 3. - Орел: Приокское кн. изд., 1966. – С. 203-213.
10. Щербаков Ф.С. Энтомологические условия семенной культуры красного клевера на севере русского чернозема: Часть 1. Клеверные долгоносики - апионы; их биология и хозяйственное значение // Труды Шатиловской областной с-х. опытной станции. - (Серия 6. Энтомологический отдел. Вып. 2). – Орёл, 1922. – № 8. – 225 с.
11. Андреева Н.В. Роль пчелы в опылении средне – русского культурного красного клевера // Известия Шатиловской областной с-х. опытной станции. – Орел, 1927. – Т. 2, № 4. – С. 300-304.
12. Хренникова В.Е. Использование русской пчелы для опыления Среднерусского клевера // Известия Северо-Чернозёмной (б. Шатиловской) с-х. опытной станции. – М., 1933. – Т. 3, № 4.
13. Рюриков Н.А., Соколовский И.А., Володина Р.Ф. Селекция полевых культур. Клевер красный // 75 лет Орловской (Шатиловской) областной сельскохозяйственной опытной станции (1896-1971). – Спец. вып. – Орел: Орловское отд. Приокского кн. изд., 1972. – С. 53-55.
14. Зарьянова З.А. Новые сорта клевера лугового для юга Нечернозёмной зоны // Вестник ОрёлГАУ. – 2006. - № 2-3. – С. 51-52.
15. Зарьянова З.А., Новосёлов М.Ю., Полюдина Р.И. Новый сорт клевера лугового Памяти Лисицына // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: Сборник научных материалов. – Орёл: ПФ «Картуш», 2008. – С. 419-425.
16. Зарьянова З.А., Цуканова З.Р., Кирюхин С.В. Новый сорт клевера лугового Сувенир // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – Выпуск 6 (54). – М.: Угрешская типография, 2015. – С. 156-161.

## AT THE SOURCES OF SELECTION OF RED CLOVER IN RUSSIA

Z. A. Zaryanova

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

**Abstract:** Selection work with red clover has been begun by Shatilovsky agricultural experimental station as one of the first in Russia. Here the work on studying of biology of this crop has been led, methods of selection were developed and the first in Russia variety of red clover Srednerussky, unique under economic-biological characteristics was created, since 1931 year till now admitted for use in 3 regions of Russian Federations (3, 5, 7). Results of continuous 104-year-old selection work with a red clover in the Oryol region are presented, characteristics of new regionized varieties is given.

**Keywords:** red clover, biology, selection, seed-growing, varieties.

## ЗЕРНОБОБОВЫЕ И ПШЕНИЦА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ БЕЛКА ДЛЯ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И КОРМОВ В РФ

**Г. А. ДЕБЕЛЫЙ, А. С. МЕРЗЛИКИН**, доктора сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА «НЕМЧИНОВКА»

E-mail: mosniish@yandex.ru

*Приведены результаты аналитической работы по итогам сельскохозяйственного 2014 года в стране. Показана динамика валовых сборов зерновых и зернобобовых в Российской Федерации за последние годы. Незначительный рост зернобобовых в сравнении с зерновыми сказывается на обеспечении производства высокобелковой продукции растениеводства, сдерживает решение продовольственного обеспечения населения и сохраняет зависимость животноводства от импорта сои, соевого шрота и других высокобелковых компонентов кормов для сельскохозяйственных животных и птицы.*

*По данным Росстата и Минсельхоза РФ за 2014 и 2013 годы приводятся по регионам страны выборочные данные по урожайности озимой и яровой пшеницы, зернобобовым культурам, в том числе по гороху. Представленные материалы свидетельствуют о целесообразности возделывания практически во всех регионах страны, наряду с зерновыми, гороха, люпина и других зернобобовых культур, как источника растительного белка для продовольственных целей и для кормления животных, а также как ценных предшественников озимой и яровой пшеницы.*

*Обосновывается предложение о необходимости изменения в соотношении закупочных цен на продукцию зернобобовых культур и зерновых, как это имело место до 90-х годов XX века.*

**Ключевые слова:** пшеница, горох, зернобобовые, урожайность, продукция, сорта, рентабельность, продовольственная безопасность, импортозамещение.

В 2013 и 2014 годах хозяйства Российской Федерации добились больших успехов в производстве зерна – 92,4 и 105,3 млн. тонн. Этим достижениям в значительной мере способствовал урожай озимой пшеницы, которая в 2013 году на площади 12,3 млн. га дала по 29,9 ц/га, в 2014 году на площади 12,2 млн. га – по 35,1 ц/га. Весомый вклад в эти достижения внесли сорта яровой пшеницы, лучши из которых, несмотря на неблагоприятные погодные условия в Заволжье и Сибири, давали до 25 ц/га. По данным Росстата и Минсельхоза РФ в 2013 году озимая и яровая пшеница на площади 23,0 млн. га при средней урожайности 22,3 ц/га обеспечила валовой сбор 52,1 млн. тонн, в 2014 году при средней урожайности 25,0 ц/га валовой сбор составил 59,7 млн. тонн. Впервые в РФ в 2014 году целые области получили урожай зерновых и зернобобовых свыше 40 ц/га: Белгородская – 44,5 ц/га, Курская – 43,3 ц/га, Орловская – 39,8 ц/га, в Краснодарском крае получен рекордный урожай пшеницы (озимой и яровой) на площади 1,4 млн. га – по 54,9 ц/га [1, 2]. Вместе с тем, в эти же годы структура валовой продукции зерновых и зернобобовых культур изменялась вопреки потребностям потребительского рынка и животноводства страны. При сокращении государственной поддержки зернового хозяйства и технической оснащённости аграрного сектора крупные производители зерна, ориентированные на потребность мирового рынка, а не на внутренние нужды, большое внимание стали уделять выращиванию озимой и яровой пшеницы, направляемым на экспорт, и сократили возделывание богатых белком, но менее урожайных, сложных в технологическом плане, зернобобовых культур – люпин, горох. Исключение составляет кукуруза на зерно (идущая преимущественно на корм), посевы которой в южных регионах страны расширились (табл. 1).

Таблица 1

**Структура валовых сборов зерна в Российской Федерации (%)**

Виды зерновой продукции	В среднем за 1986-1990 гг.	2000 г.	2008 г.	2014 г.	Изменение 2014 года к 1986-1990 гг.	
					+ или –	разы
Зерновые и зернобобовые – всего	100	100	100	100	-	-
Рожь	11,3	8,3	4,1	3,1	-8,2	-3,6
Пшеница (озимая и яровая)	40,9	52,6	58,9	56,7	+15,8	+0,72
Кукуруза	3,1	2,3	6,2	10,7	+7,6	+3,45
Зернобобовые в целом	4,4	1,8	1,7	2,1	-2,3	-2,1
Горох	3,6	1,1	1,2	1,4	-2,2	-2,6

Из таблицы видно, что удельный вес продукции зернобобовых культур за последние годы существенно сократился. В натуральных показателях валовой сбор зернобобовых в 1989 году составил 5218 тыс. тонн, гороха – 4298 тыс. тонн, в 2000 году соответственно 1201 и 840, в 2008 году – 1794 и 1257 тыс. тонн, в 2014 – 2196 и 1503 тыс. тонн. Если взять среднее содержание белка в зерне бобовых культур в 24 %, то сельскохозяйственное производство недобирает 750 тыс. т полноценного растительного белка.

В структуре посевных площадей в 1986-1990 гг. зернобобовые составляли 5-6 % (горох – 4-5 %). К 2000 году их доля снизилась до 2,0 % (гороха – 1,4 %), к 2008 году до 1,4 % (1,1 %). Лишь в последние пять лет посевы зернобобовых и гороха возросли примерно на 0,5 млн. га и составили в структуре посевов в 2014 году 2,03 % (горох – 1,22 %).

Если в Российской Федерации посевы зернобобовых культур и, соответственно, валовые сборы не удовлетворяют потребности животноводства, то мировое производство продукции зернобобовых культур выросло со 151,7 млн. тонн в 1992 году до 320 млн. тонн в 2012 году, то есть в 2,1 раза [3].

Тенденция сокращения посевных площадей под зернобобовыми культурами в РФ сохраняется и сегодня, несмотря на выведение и внедрение новых высокоурожайных неполегающих сортов гороха, скороспелых детерминантных сортов люпина, совершенствование способов их возделывания (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что в 2014 году посевные площади зернобобовых культур (кроме люпина) сократились на 382,0 тыс. га. И даже, несмотря на более высокий урожай, валовой сбор высокобелкового зерна снизился на 66,0 тыс. тонн.

В настоящее время в РФ из всего собранного зерна – 90-100 млн. тонн одна треть используется на кормовые цели (около 30 млн. т). Из них только 10-15 млн. тонн идет на приготовление комбикормов, сбалансированных по белку и аминокислотам. Остальное зерно скармливается животным и птице без обогащения. Из-за низкого содержания белка (менее 110 гр. на 1 к.е.) это ведёт к перерасходу кормов и удорожанию продукции [4].

Таблица 2

**Посевные площади и урожайность зернобобовых культур в РФ**

Культуры	2013 год		2014 год	
	Площадь, тыс. га	Урожай, ц/га	Площадь, тыс. га	Урожай, ц/га
Горох	1109,5	14,0	960,0	16,8
Фасоль	4,2	17,1	4,2	17,5
Чечевица	35,8	7,2	27,4	7,9
Вика и смеси виковые на зерно	100,2	12,4	81,6	16,6
Люпин кормовой (сладкий) на зерно	35,6	14,2	56,0	15,0
Бобы кормовые на зерно	9,0	10,1	6,4	15,0
Прочие зернобобовые (нут, чина, маш и др.)	684,4	9,1	461,0	10,3
Зернобобовые, всего	1978,6	12,1	1596,6	14,6

По данным ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса (Косолапов, 2015) в структуре зернофуражных культур преобладают: пшеница – 36 %, ячмень – 32 %, овёс – 14 %, кукуруза – 6 %, рожь и тритикале – 6 %, а зернобобовые культуры, обеспечивающие корма белком, всего 5 %. В связи с этим представляет интерес рассмотрение по регионам страны сравнительной урожайности пшеницы (подавляющую часть зернового баланса) и гороха в составе зернобобовых культур, имеющего наибольшее хозяйственное использование во многих регионах страны (табл. 1).

До настоящего времени в качестве белкового компонента зернофуража использовали в основном сою или соевый шрот, которых завозят в страну до 10 млн тонн в год. В этих условиях импортозамещающую роль может и должно сыграть расширение посевных площадей и увеличение производства гороха и других местных бобовых культур [5, 6]. Тем более известен зарубежный опыт в решении такой задачи. Например, страны Евросоюза вместо посева сои расширили площадь местных бобовых культур – гороха, кормовых бобов, люпина, а также крестоцветных культур – рапса, горчицы и подсолнечника. Во Франции, Германии и Дании новые сорта гороха дают урожай зерна 45-50 ц/га. Канада, используя новые технологичные сорта гороха, довела площадь их возделывания до 1,3 млн. га при средней урожайности 25,7 ц/га.

Большие достижения в селекции гороха имеют отечественные селекционеры [3, 5]. В Госреестре селекционных достижений имеется более 100 сортов гороха посевного преимущественно отечественной селекции с потенциальной урожайностью до 4,0 и более т/га, с содержанием белка 27-28 %. В России впервые в мире выделены формы-мутанты с изменёнными листьями (усатые), с хозяйственно-ценными признаками, способствующими устойчивости посевов к полеганию, с детерминантным стеблем, неосыпающимися семенами. Созданы технологичные высокоурожайные сорта: Фараон, Спартак, Софья, Темп селекции ВНИИ зернобобовых и крупяных культур; Флагман 7, Флагман 9 – Самарского НИИСХ; Приазовский, Аксайский усатый – Донского ЗНИИСХ; Агроинтел, Губернатор – Сибирской компании; Немчиновский 100 – селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» и другие [3, 7, 8].

Новые технологичные высокоурожайные сорта гороха в 2014 году во многих регионах страны обеспечили получение 18-20 ц/га зерна. А в среднем по стране на площади 960,0 тыс. га урожай гороха составил 16,8 ц/га, превысив на 20-25 % урожайность за предыдущие годы (табл. 3).

Представленные в таблице 3 данные показывают, что из зерновых и зернобобовых культур наибольшую урожайность имеет озимая пшеница 35,1 ц/га. Средний урожай яровой пшеницы 14,7 ц/га, почти такой же как у зернобобовых – 14,6 ц/га. Средний урожай гороха по регионам РФ в 2014 году 16,8 ц/га, превышал по урожайности яровую пшеницу. Он составил почти половину урожайности озимой пшеницы. Учитывая двойную разницу в содержании белка в зерне (у пшеницы 12 %, у гороха – 24 %) они дают примерно равный выход растительного белка с одного гектара.

Наибольший урожай озимой пшеницы и гороха получен в 2014 году в ЦЧО- 47,3 ц/га и 24,9 ц/га (в среднем по трём областям) и в Южном округе 37,6 ц/га и 17,8 ц/га соответственно. В центре Нечернозёмной зоны урожайность ниже – 33,6 ц/га озимой пшеницы, 26,7 ц/га яровой пшеницы, 18,7 ц/га зернобобовых и 18,8 ц/га гороха (без учёта Орловской области). При этом более низкие урожаи пшеницы отмечены в северных областях зоны – Костромской, Ивановской, Ярославской.

В своеобразных агрометеорологических условиях республик Поволжья озимая и яровая пшеница, зернобобовые культуры и горох дали урожай зерна одного порядка – 19-22 ц/га, а в республиках Марий Эл и Удмуртии горох превысил по урожайности все другие культуры.

В Краснодарском крае при рекордном урожае озимой пшеницы 55,0 ц/га (яровой пшеницы 31,9), урожайность зернобобовых составила 24,3 ц/га, а гороха 25,6 ц/га. В Республике Адыгея при урожае озимой пшеницы 43,5 ц/га, а яровой лишь 12,0 ц/га, урожай

зернобобовых культур достиг 26,7 ц/га. При этом горох дал только 15,8 ц/га, а фасоль по 28 ц/га.

В Орловской области средний урожай зернобобовых культур составил 27,9 ц/га, гороха 30,4 ц/га (73,0 % посева). Урожайность озимой пшеницы в области достигла 46,5 ц/га, а яровой пшеницы 39,9 ц/га.

Таблица 3

**Урожай пшеницы и зернобобовых культур по регионам России в 2014 году**

Регионы РФ	Урожай, ц/га			
	пшеница озимая	пшеница яровая	Зернобобовые (горох, нут, бобы кормовые и др.)	горох посевной
<b>РФ</b>	<b>35,1</b>	<b>14,7</b>	<b>14,6</b>	<b>16,8</b>
<b>Центральный округ</b>	<b>40,9</b>	<b>30,1</b>	<b>18,5</b>	<b>19,1</b>
<i>В том числе:</i>				
Белгородская обл.	49,9	36,2	17,6	18,7
Курская обл.	46,1	38,2	23,8	24,9
Орловская обл.	46,5	39,9	27,9	30,4
в сред. по этим областям	<b>47,3</b>	<b>38,7</b>	<b>23,4</b>	<b>24,9</b>
<b>Центр Нечернозёмной зоны</b>	<b>33,6</b>	<b>26,7</b>	<b>18,7</b>	<b>18,9</b>
в т. ч. Брянская обл.	37,7	29,6	15,8	14,7
Владимирская обл.	27,0	24,0	24,6	26,8
Московская обл.	32,1	24,4	19,3	22,7
Рязанская обл.	30,8	33,6	17,6	17,1
Тульская обл.	36,0	30,9	18,8	18,7
<b>Северо-Западный округ</b>	<b>40,8</b>	<b>27,0</b>	<b>15,8</b>	<b>31,2</b>
Калининградская обл.	42,4	32,1	21,2	27,7
Псковская обл.	35,6	24,8	15,5	17,9
<b>Республики Поволжья</b>	<b>22,5</b>	<b>19,6</b>	<b>19,1</b>	<b>19,6</b>
из них: Марий Эл	18,6	14,5	17,9	21,3
Мордовия	25,2	22,2	18,8	19,6
Татарстан	22,0	20,4	19,5	19,5
Удмуртия	18,0	14,6	18,6	19,3
<b>Южный округ</b>	<b>37,6</b>	<b>13,5</b>	<b>19,1</b>	<b>17,8</b>
Республика Адыгея	43,5	12,0	26,7	15,8
Краснодарский край	55,0	31,9	24,3	25,6
Ростовская обл.	33,4	17,3	13,1	15,4
Ставропольский край	39,4	26,5	19,4	19,4
<b>Уральский округ</b>	<b>19,8</b>	<b>13,9</b>	<b>20,1</b>	<b>20,7</b>
Курганская обл.	20,3	14,6	17,9	18,1
Тюменская обл.	25,0	19,7	24,5	24,4
<b>Сибирский округ</b>	<b>24,0</b>	<b>13,7</b>	<b>11,6</b>	<b>11,6</b>
Красноярский край	19,8	21,1	12,0	11,5
<b>Дальневосточный округ</b>	<b>16,5</b>	<b>21,3</b>	<b>20,3</b>	<b>19,8</b>
Хабаровский край	-	18,4	24,1	24,0
Приморский край	16,5	20,5	20,2	19,8

При неблагоприятных погодных условиях (ранние заморозки) для яровой пшеницы на Урале и в Сибири зернобобовые культуры (в основном горох) во многих областях хорошо вызрели и дали выше урожай в Курганской и Тюменской областях, на уровне зерновых в Омской, Новосибирской, Кемеровской областях. Не ниже урожая сои проявили себя зернобобовые культуры (горох) в Дальневосточном округе – 20-24 ц/га в Хабаровском и Приморском краях. В Хабаровском крае горох дал по 24 ц/га зерна, что почти на полтонны выше урожая яровой пшеницы. В Приморском крае зернобобовые и горох превысили урожай озимой пшеницы на 20-22 %, а по продуктивности с яровой пшеницей были одинаковы. При этом сбор растительного белка оказался у зернобобовых в 2 раза выше, что чрезвычайно важно для использования продукции как на продовольственные, так и кормовые цели.

В сравнительно благоприятных метеорологических условиях 2014 года по большинству регионов РФ, можно отметить совместимость пшеницы и гороха по производству продовольственного и фуражного зерна. Тем более, что горох на зерно является ценным предшественником, как для озимой, так и для яровой пшеницы.

В отдельных регионах с благоприятными метеорологическими условиями в качестве источника растительного белка используют сою или рапс. В отличие от них большое разнообразие сортов гороха, приспособленных к различным экологическим условиям, обеспечивает более стабильную его урожайность. Сорта сои и рапса значительно позднеспелее относительно сортов гороха, а зерно их содержит повышенное содержание ингибиторов трипсина и других вредных веществ, что при использовании на корм животным требует тепловой обработки, а зерно гороха лишь дробиться или измельчается.

Рассмотренные данные об урожайности зернобобовых культур свидетельствуют о больших потенциальных возможностях и резервах роста урожайности во всех без исключения регионах страны. Новые сорта усатых сортов гороха с неосыпающимися семенами и мало полегающие позволяют получать до 5,0 и более тонн зерна с 1 га [3, 7, 8].

Наряду с этим, горох является основным предшественником озимой и яровой пшеницы в Российской Федерации. Он имеет повсеместное распространение, однако эти его достоинства в полной мере не используются, хотя он и является одной из основных импортозамещающих культур (крупяное и белковое направление).

Производство зерновых и бобовых культур при их стабильной урожайности даже на уровне 25-30 ц/га является рентабельным, позволяющим вести расширенное воспроизводство и обеспечивать условия для ведения животноводства. Это относится, прежде всего, к гороху, чечевице и нуту, идущих на продовольственные цели, в то время как зерно других бобовых преимущественно идёт на корм животным [4]. Именно этим объясняется низкая товарность продукции бобовых культур, таких как люпин и другие – на уровне 15-40 %.

Экономическая эффективность производства пшеницы и зернобобовых культур в последние годы во многом зависит от цен реализации, которые складываются на зерновых биржах или устанавливаются крупными фирмами-посредниками. Государство практически не участвует в регулировании рынка зерна, а проводимые несколько лет назад интервенции, позволявшие стабилизировать уровень цен на минимально приемлемом для сельских производителей уровне, не проводятся. Объясняется это отсутствием средств в бюджете страны и недостаточным наличием переходящих запасов зерна.

Вместе с тем, рентабельность производства зерна в стране не отвечает интересам хозяйств и не позволяет развивать эту отрасль. Так, уровень рентабельности зерна в 2008 году был равен 35,4 %, в 2009 г – 9,3 %, в 2010 – 10,1 %, в 2011 – 21,4 %, в 2012 – 26,4 %, в 2013 – 18,3 % и в 2014 году – 22,7 %. В тоже время рентабельность производства семян масличных культур (прежде всего подсолнечника) в эти годы находилась на уровне 49-85 %.

Зернобобовые культуры (горох, нут, фасоль и др.) представляют ценнейший элемент питания человека, поэтому их роль и место в системе продовольственного обеспечения должны быть восстановлены, как это имело место в период до 1990 года. Например, закупочная цена на горох продовольственный в 1990 году составляла по регионам страны от 350 до 405, а на кормовой от 300 до 355 рублей, что в 3 раза превышало средние закупочные на зерновые культуры. Рентабельность производства гороха в 1990 году в целом по стране составила 185,4 % (зерновые и зернобобовые в целом – 105,9 %). К 2001 году она снизилась до 87,9 %, к 2005 году до 3,5 %, к 2007 году поднялась до 22,6 %. В последние годы она не превышает 20 %.

Провозглашённая в стране, в связи с санкциями Запада, политика на импортозамещение давно назрела и теперь должны быть созданы условия для её реализации. Они предполагают, в первую очередь, регулирование цен на продаваемую сельскохозяйственными товаропроизводителями продукцию; проведение закупочных интервенций, в частности, на продукцию зернобобовых культур; жесткую регламентацию деятельности посреднических и торговых фирм; установление дифференцированных норм прибыли для всех отраслей

народного хозяйства; установление обязательного налога на сверхприбыль (как это принято во всём цивилизованном мире). Выравнивание экономических условий для производителей материальных ценностей (в том числе продовольственной продукции в аграрном секторе) позволит работникам сельского хозяйства быстрее решать вопросы научного, селекционно-технологического и технического перевооружения отрасли, увеличения объёма продукции растениеводства и животноводства до размеров, обеспечивающих продовольственную безопасность России.

### Выводы

1. Россия относится к тем странам, растениеводство которых располагает всеми возможностями для производства пищевого и кормового растительного белка (горох, яровая вика, в более южных регионах соя, нут, многолетние бобовые и др.) и может полностью обеспечить население ценным продовольствием, а животноводство – полноценными кормами. Ведущей культурой для этого является горох, а также другие местные бобовые культуры.

2. Зерно современных высокоурожайных технологичных сортов посевного гороха обладает высококачественным белком с хорошей разваримостью и отличными вкусовыми качествами для пищевого использования. По содержанию лизина и других аминокислот с хорошей усвояемостью зерно гороха при кормлении молодняка животных обеспечивает высокую продуктивность животных. Зерно гороха и других бобовых культур является важной составной частью полноценных комбикормов и кормосмесей.

3. Зелёная масса гороха от фазы цветения и до созревания является ценным компонентом свежих зелёных и сочных кормов, сена, сенажа, зерносенажа, силоса. Точное выполнение и соблюдение разработанных технологий их заготовки является залогом их высокого качества. Многочисленные производственные данные подтверждают эффективность использования бобово-злакового зернофуража в количестве 35 % по питательности рациона молочного скота и 40 % мясного.

4. Горох – ценная культура в севооборотах, использующая азот из воздуха, активизирующая микрофлору, отличный предшественник озимых и яровых зерновых культур, основной компонент в поукосных, пожнивных, промежуточных и смешанных посевах.

Новые сорта гороха отечественной селекции – детерминантные, усатые, неполегающие, с нерастрескивающимися бобами и неосыпающимися семенами с потенциальной урожайностью зерна до 5,0 т/га и выше обеспечивают получение 1,2-1,5 тонны с 1 га полноценного сбалансированного по биологическим кислотам растительного белка и являются прекрасным импортозамещающим элементом в сельском хозяйстве страны.

### Литература

1. Алтухов А.И. Нужно ли России производить тонну зерна на душу населения: за и против. // Аграрная Россия. – 2009, – № 2.
2. Агропромышленный комплекс России. Росинформагротех. – 2014.-667 с.
3. Медведев А.М., Васютин А.С. О проблемах и научных достижениях российских учёных по зерновым и другим сельскохозяйственным культурам. // Зерновое хозяйство России. – 2015, – № 1 (37).
4. Фицев А.И. Проблемы и перспективы производства кормового белка в России. //Кормопроизводство. – 2004. – № 3. – С. 25-29.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. I. Сорта растений. – М., – 2014. – 456 с.
6. Вишнякова М.А. О необходимости расширения видового разнообразия зернобобовых, возделываемых в Российской Федерации. // Сб. Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях. Орёл. – 2008. – С. 268-284.
7. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в Российской Федерации и за рубежом. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 213-226.
8. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в Нечернозёмной зоне РФ. 2009. - Москва-Немчиновка. – 260 с.
9. Алтухов А.И. Экономика зернового хозяйства России. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», – 2010. – 800 с.

## LEGUMES AND WHEAT IN SOLVING THE PROBLEM OF PROTEIN FOR FOOD AND FEED IN THE RUSSIAN FEDERATION

G. A. Debelyj, A. S. Merzlikin

FGBNU «THE MOSCOW RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE  
«NEMCHINOVKA»

**Abstract:** Results of analytical work following the results of agricultural 2014 year in the country. Dynamics of total yields of grain and leguminous crops in the Russian Federation during the last years is shown. Insignificant increase of pulse crops in comparison to grain crops affects support of production of protein rich production of plant growing, constrains the decision of food provide of the population and keeps dependence of animal husbandry on import of soya, soya oil-seed meal and other protein rich components of forages for agricultural animals and poultry.

According to data of Rosstat and the Ministry of Agriculture of the Russian Federation for 2014 and 2013 years the selective data on productivity of winter- and spring wheat, leguminous crops, including on peas on country regions is cited. The presented materials testify to expediency of cultivation practically in all regions of the country, along with grain, of peas, lupin and other leguminous crops as source of phytalbumin for the food purposes and for feeding of animals, and also as valuable predecessors of winter- and spring wheat.

The offer on necessity of change in the ratio of procurement prices of production of leguminous crops and grain as it took place till the 90<sup>th</sup> years of the XX<sup>th</sup> century is proved.

**Keywords:** spring wheat, winter wheat, peas, legumes, productivity, regions, products, determinate varieties, semileafless varieties, profitability, price, food security, import substitution.

УДК 365.656:631.52

**ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ  
МОРФОТИПОВ ГОРОХА МЕТОДОМ ТОПКРОССА**

**С. В. КОБЛАЙ**, научный сотрудник  
СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА  
СЕМЕНОВЕДЕНИЯ И СОРТОИЗУЧЕНИЯ, УКРАИНА

*В статье представлены экспериментальные данные оценки комбинационной способности различных морфотипов гороха методом топкросса, которые рекомендуются для включения в селекционные программы в качестве родительских пар при скрещивании.*

**Ключевые слова:** горох, морфотип, сорт, тестер, гибрид, комбинационная способность, топкросс, продуктивность.

**Цель.** Среди различного исходного материала необходимо выявить формы, которые бы не только объединяли ценный комплекс признаков, но и характеризовались способностью передавать его потомству, для создания нужных трансгрессий.

**Задача.** Оценить комбинационную способность разных сортов гороха и выявить более стабильные гибридные комбинации в зависимости от условий среды по основным количественным признакам продуктивности, а также выделить с помощью этого метода перспективные формы для дальнейшего их использования в селекционных исследованиях.

**Условия и методы исследований.** Исследования проводили в 2007–2008 годах, которые отличались контрастными погодно-климатическими условиями на полях экспериментальной базы ГП «Дачное» Селекционно-генетического института – Национального центра семеноведения и сортоизучения (СГИ – НЦСС). Посев проводили вручную в оптимальные для данной зоны сроки посева на делянках площадью 1 м<sup>2</sup> в двукратной повторности по общепринятой технологии выращивания гороха. Гибридные семена высевали однорядковыми делянками рядом с родительскими формами.

Годы исследований отличались различным уровнем влагообеспеченности. Одним из важных элементов, характеризующий этот показатель, является гидротермический коэффициент (ГТК) (рис.1) [1]. Считается, если ГТК больше 1 – влагообеспеченность

хорошая; 0,8-1,0 – средняя; 0,7-0,8 – недостаточная, а когда меньше 0,7 – остро недостаточная и свидетельствует о засухе.

Засушливые условия сложились в 2007 году ( $ГТК_{2007}=0,40$ ), когда в течение вегетации выпало наименьшее количество осадков (70,3 мм) и наблюдали высокую температуру воздуха, что свидетельствовало о наступлении засухи. В 2008 году сложились более благоприятные климатические условия ( $ГТК_{2008}=1,07$ ). На протяжении вегетационного периода выпало 173,7 мм осадков при среднемноголетнем значении 146,0 мм.

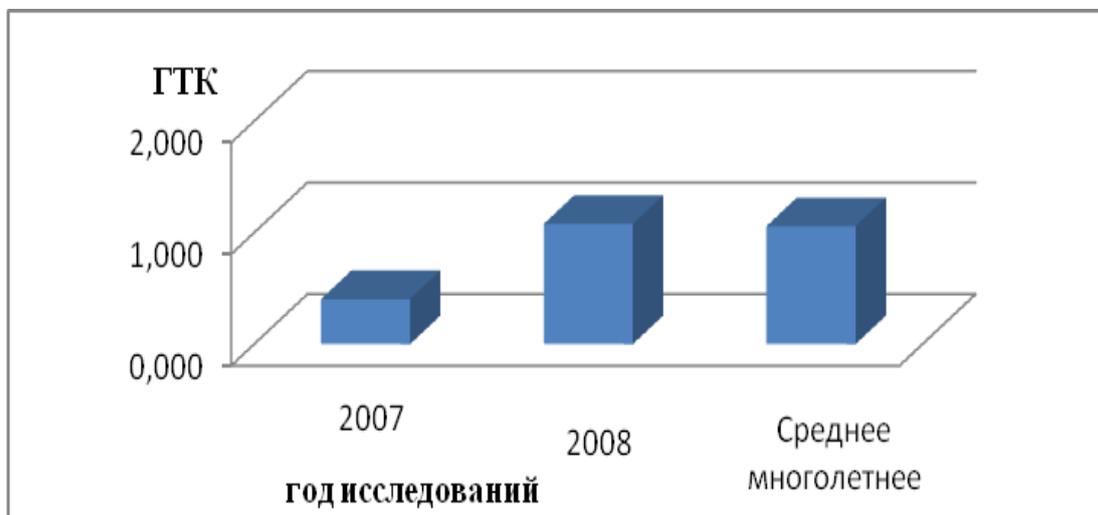


Рис. 1. Гидротермический коэффициент за 2007 – 2008 годы исследований

Комбинационную способность определяли методом полных топкроссов, который был разработан американским генетиком Devis R. L. (1927) и благодаря учёным Jenkins M. T. и Brounson A. M. (1932) эта методика получила путёвку в практическую селекцию [2]. В отличие от диаллельной модели материнские линии скрещивают только с одним или несколькими тестерами, которые выступают в роли анализаторов.

Материалом для изучения служили 22 гибридные комбинации, которые были получены по полной топкроссной схеме скрещиваний и их родительские формы. В качестве сорто-тестеров использовали сортообразцы разных морфотипов: усатого – Камертон, Харьковский эталонный, Комбайновый 1, Гарант, Свит (Украина), Аксайский детерминантный (Россия), Мадонна (Германия), листочкового – Орловчанин 2 (Россия) и гетерофильного типа – Орёл, Аз 1397, Аз 1061 (Россия). Материнскими формами были листочковые сорта, которые отличаются типом роста и семян: высокорослый индетерминант (Топаз 2) с гладкими семенами селекции СГИ – НЦСС и неосыпающийся детерминант луганского типа (Луганский) селекции Луганского института агропромышленного производства УААН.

На протяжении вегетации растений проводили фенологические наблюдения, оценивали материал по типу развития растений и типу листа согласно методики [3]. Уборку и обмолот снопов проводили в фазе полной спелости. В лабораторных условиях осуществляли биометрический анализ родительских форм и гибридных растений по количеству и массе семян с растения. Статистическую обработку данных проводили по Доспехову [4].

**Анализ результатов исследований.** Показатель «количество семян на растении» является одним из важнейших признаков в структуре урожайности гороха и вместе с «массой семян с растения» определяет индивидуальную продуктивность растений. К сожалению, он известен как один из наиболее изменчивых признаков у растений гороха [5]. Согласно данным разных исследователей контролируется в основном генами с аддитивным действием [6, 7].

Среди родительских форм наибольшее количество семян на растении сформировали сорта Топаз 2 (32,5), Аксайский детерминантный (28,8), Камертон (26,5), Луганский и Гарант (26,3), а наименьшее – Аз 1397 (18,1) (рис. 2, 3).

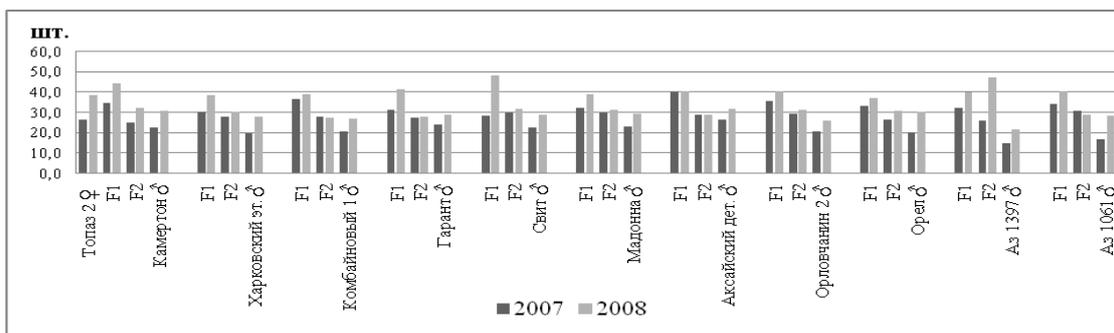


Рис. 2. Характер наследования признака «количество семян на растении» у гибридов F1 и F2

Лучшими гибридными комбинациями по признаку были Луганский/Комбайновый 1 (42,8), Топаз 2/Аксайский детерминантный (40,2), Луганский/Камертон (40,0), тогда как наименьший его уровень был в комбинации Топаз 2/Харьковский эталонный (34,3). Растения других гибридных комбинаций занимали промежуточное положение по количеству семян на растении – от 39,4 (Топаз 2/Камертон) до 35,1 (Топаз 2/Орел). Таким образом, анализ свидетельствует, что наибольшее значение исследуемого показателя наблюдали у комбинаций с материнским сортом Луганский.

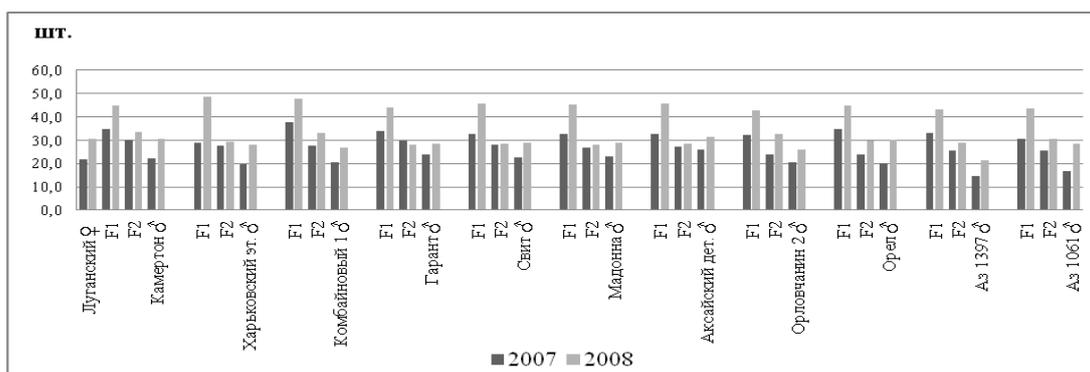


Рис. 3. Характер наследования признака «количество семян на растении» у гибридов F1 и F2

Уровень проявления эффектов ОКС у гибридных комбинаций при использовании различных тестеров можно разделить на три группы: высокий, средний и низкий (табл.1). Высокую ОКС по данному показателю наблюдали при использовании сорта-тестера Камертон во все годы испытаний ( $g_i=1,37-1,75$ ). Эффекты ОКС были высоко достоверными и отличались от значений других сортов. Также к первой группе следует отнести сорта Аксайский детерминантный и Комбайновый 1, которые характеризовались высоким уровнем ОКС в 2007 году ( $g_i= 2,99-3,91$ ) и положительным его значением в 2008 году ( $g_i= 0,15-0,35$ ).

Ко второй группе со средним уровнем ОКС относятся сорта Орловчанин 2 ( $g_i= 0,65; -1,50$ ), Орел ( $g_i=0,61; -2,05$ ), Харьковский эталонный ( $g_i=-3,79; 0,60$ ) и Свит ( $g_i=-2,83; 4,00$ ), значения ОКС у которых зависели от сложившихся погодных условий и изменялись в значительных пределах. Низкую ОКС – третья группа – на протяжении всего периода испытаний проявили сорта Гарант ( $g_i=-0,77; -0,40$ ), Мадонна ( $g_i=-0,79; -0,80$ ), Аз 1397 ( $g_i=-0,49; -1,25$ ) и Аз 1061 ( $g_i=-0,91; -0,80$ ).

Относительно материнских сортов, то в засушливом 2007 году их эффекты ОКС не имели достоверных отличий, тогда как в более увлажненном 2008 году высокую ОКС проявил сорт Луганский ( $g_i=2,18$  при  $HP05=1,16$ ), тогда как у сорта Топаз 2 она была наименьшей ( $g_i=-2,18$ ).

Таблица 1

**Оценка эффектов ОКС и СКС по признаку «количество семян на растении»**

Тестер ♂	Год	Эффект ОКС ♂ тестеров, gj	Эффект СКС, sij		Варианса СКС ♂ тестеров, σ <sup>2</sup> s <sub>j</sub>
			♀ сорт		
			Топаз 2	Луганский	
Камертон	2007	1,37	-0,45	0,45	0,23
	2008	1,75	1,88	-1,88	7,08
Харьковский эталонный	2007	-3,79	0,63	-0,63	0,79
	2008	0,60	-3,07	3,07	18,83
Комбайновый 1	2007	3,91	-0,79	0,79	1,25
	2008	0,35	-2,32	2,32	10,75
Гарант	2007	-0,77	-1,47	1,47	4,33
	2008	-0,40	0,93	-0,93	1,74
Свит	2007	-2,83	-2,37	2,37	11,23
	2008	4,00	3,43	-3,43	23,55
Мадонна	2007	-0,79	-0,37	0,37	0,28
	2008	-0,80	-1,07	1,07	2,28
Аксайский детерминантный	2007	2,99	3,49	-3,49	24,35
	2008	0,15	-0,42	0,42	0,35
Орловчанин 2	2007	0,65	1,39	-1,39	3,86
	2008	-1,50	1,03	-1,03	2,13
Орёл	2007	0,61	-0,93	0,93	1,73
	2008	-2,05	-1,62	1,62	5,24
Аз 1397	2007	-0,49	-0,63	0,63	0,80
	2008	-1,25	0,58	-0,58	0,68
Аз 1061	2007	-0,91	1,51	-1,51	4,95
	2008	-0,80	0,63	-0,63	0,80
НСР05 ♂	2007	0,43	1,40		
	2008	0,39	1,29		
Средняя варианса СКС ♂, σ <sup>2</sup> g <sub>j</sub>	2007	4,85			
	2008	6,67			
Эффект ОКС ♀, g <sub>i</sub>	2007	0,15		-0,15	
	2008	-2,18		2,18	
НСР05 ЗКЗ ♀	2007	1,36			
	2008	1,16			
НСР05 СКЗ ♀	2007	1,88			
	2008	1,74			
Варианса СКС ♀, σ <sup>2</sup> s <sub>i</sub>	2007	1,76		1,75	
	2008	2,89		2,89	
Средняя варианса СКС ♀, σ <sup>2</sup> g <sub>i</sub>	2007	1,76			
	2008	2,89			

Роль неаддитивных эффектов генов в детерминации признака у родительских форм можно определить с помощью констант СКС. Как видно из таблицы 2 высокие показатели констант СКС были получены в комбинациях: Топаз 2/Камертон ( $S_{ij} = -0,45-1,88$ ), Топаз 2/Свит ( $S_{ij} = -2,37-3,43$ ), Топаз 2/Аксайский детерминантный ( $S_{ij} = 3,49, -0,42$ ), Топаз 2/Орловчанин 2 ( $S_{ij} = 1,40-1,03$ ), Топаз 2/Аз 1061 ( $S_{ij} = 1,51-0,63$ ), Луганский/ Харьковский эталонный ( $S_{ij} = -0,63-3,07$ ), Луганский/Комбайновый 1 ( $S_{ij} = 0,79-2,32$ ), Луганский/Гарант ( $S_{ij} = 1,47, -0,93$ ), Луганский/Свит ( $S_{ij} = 2,37, -3,43$ ), Луганский/Орёл ( $S_{ij} = 0,93, 1,62$ ). Числовые выражения констант СКС этих комбинаций были достоверными на протяжении обоих лет исследований. Поэтому можно утверждать о значительном влиянии неаддитивных эффектов генов на проявление изучаемого признака у данных гибридов. Растения этих комбинаций имели среднее значение количества семян на растении (37,3-39,4), тогда как в комбинациях Топаз 2/Аксайский детерминантный (40,2) и Луганский/Комбайновый 1 (42,8) наблюдали наибольшее значение изучаемого показателя, что позволяет нам утверждать о неполной однонаправленности действия неаддитивных генов. Небольшая часть доминантных и

эпистатических генов в данном наборе сортов обуславливает уменьшение количества семян на растении.

Таблица 2

**Разница варiances общей ( $\sigma^2_{gi}$ ) и специфической ( $\sigma^2_{Si}$ ) комбинационной способности сортов гороха по признаку «количество семян на растении» (2007-2008 гг.)**

Сорт	Разница варiances ОКС и СКС ( $\sigma^2_{gi} - \sigma^2_{Si}$ )			
	2007	2008	средняя	
Топаз 2	-2,66	1,09	-0,79	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Луганский	-2,64	1,08	-0,78	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Камертон	1,66	-4,04	-1,19	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Харьковский эталонный	13,54	-18,47	-2,47	$\sigma^2_S > i\sigma^2_{Si}$
Комбайновый 1	14,07	-10,63	1,72	$\sigma^2_S < i\sigma^2_{gi}$
Гарант	-3,74	-1,57	-2,66	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Свит	-3,26	-7,59	-5,43	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Мадонна	0,34	-1,63	-0,65	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Аксайский детерминантный	-15,38	-0,33	-7,85	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Орловчанин 2	-3,43	0,13	-1,65	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Орел	-1,36	-1,02	-1,19	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$
Аз 1397	-0,56	0,90	0,17	$\sigma^2_{Si} < \sigma^2_{gi}$
Аз 1061	-3,73	-0,15	-1,94	$\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$

Влияние неаддитивных эффектов генов на проявление признака в исследуемом материале можно оценить с помощью варiances СКС. Как свидетельствуют данные таблицы 1, высокие значения варiances СКС наблюдали у сортов-тестеров Камертон ( $\sigma^2_{sj}=7,08$  у 2008 г.), Харьковский эталонный ( $\sigma^2_{sj}=18,83$  у 2008 г.), Комбайновый 1 ( $\sigma^2_{sj}=10,75$  у 2008 г.), Свит ( $\sigma^2_{sj}=11,23-23,55$  у 2007–2008 гг.), Аксайский детерминантный ( $\sigma^2_{sj}=24,35$  у 2007 г.), Аз 1061 ( $\sigma^2_{sj}=4,95$  у 2007 г.). Тогда как варiances СКС материнских сортов не превышала среднего значения данного показателя. Это свидетельствует о значительном влиянии доминантных или эпистатических эффектов данных сортов на проявление признака «количество семян на растении».

Более точную информацию о роли аддитивных и неаддитивных генов в наследовании признака можно получить при помощи анализа разницы варiances общей и специфической комбинационной способности (табл. 2). У большинства сортов варiances СКС превышает варiances ОКС ( $\sigma^2_{Si} > \sigma^2_{gi}$ ). Это указывает на большую роль неаддитивных генов в детерминации исследуемого признака, за исключением сортов ( $\sigma^2_{Si} < \sigma^2_{gi}$ ), где превалируют аддитивные факторы. Практически все сорта имеют небольшую разницу варiances  $\sigma^2_{gi} - \sigma^2_{Si}$ . Соотношение аддитивных и неаддитивных генов в генетическом контроле признака почти одинаковые, поскольку у этих форм варiances ОКС ( $\sigma^2_g$ ) практически равна варiances СКС ( $\sigma^2_{Si}$ ). Их разница указывает на более существенное влияние генов с аддитивными эффектами на наследование данного признака. По результатам испытаний варiances СКС ( $\sigma^2_{Si}$ ) сортов Комбайновый 1 и Аз 1397 уступала по величине варiances ОКС ( $\sigma^2_g$ ). Поэтому можно утверждать о превалирующей роли аддитивных эффектов в наследовании количества семян на растении у этих сортов.

Урожайность сорта определяется массой семян одного растения и их количеством на единицу площади перед уборкой. Масса семян – результирующий показатель всех количественных признаков индивидуальной продуктивности растений гороха и потому является наиболее изменчивым. Его проявление в большей мере зависит от условий окружающей среды [8]. Изучению особенностей наследования данного признака исследователи уделяют наибольшее внимание среди всех других хозяйственно ценных количественных признаков [9, 10].

Данный показатель родительских сортов и их гибридных комбинаций показаны на рисунках 4 и 5. Наибольшей массой семян с растения по результатам двух лет исследований характеризовались сорта Топаз 2 (7,4), Харьковский эталонный (6,4), Аксайский

детерминантный (6,6) и Орел (6,7), наименьшей – Аз 1397 (4,4). Все другие сорта показали средний уровень данного признака (5,3-5,9 г).

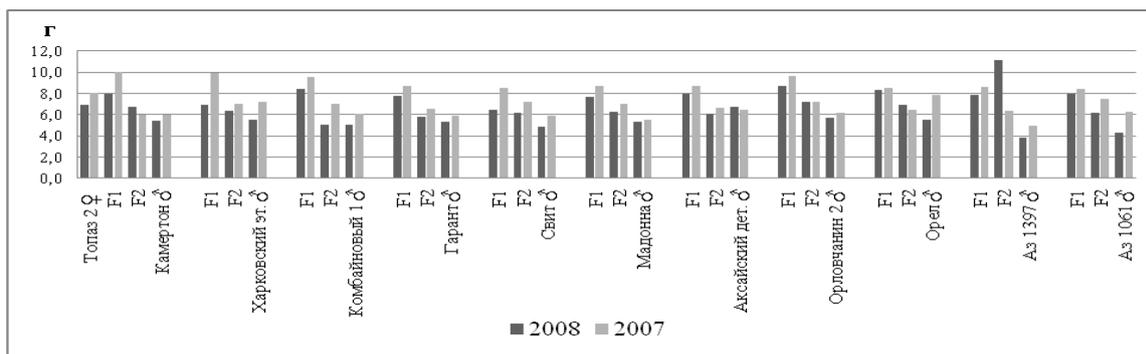


Рис. 4. Характер наследования признака «масса семян с растения» у гибридов F1 и F2

Наибольшее значение признака среди гибридов с материнским сортом Топаз 2 показали комбинации с тестерами Камертон (9,0), Комбайновый 1 (9,0), Орловчанин 2 (9,2), наименьшее с тестером Свит (7,5), остальные имели средний уровень признака в пределах 8,2-8,4 г.

Среди гибридов с материнским сортом Луганский наибольшую массу семян с растения имели комбинации с тестерами Комбайновый 1 (9,9) и Орел (9,6). В комбинациях с тестерами Мадонна и Аз 1061 выявили наименьшее значение изучаемого показателя (8,8), у остальных наблюдали средний уровень (9,0-9,2 г) (рис. 5).

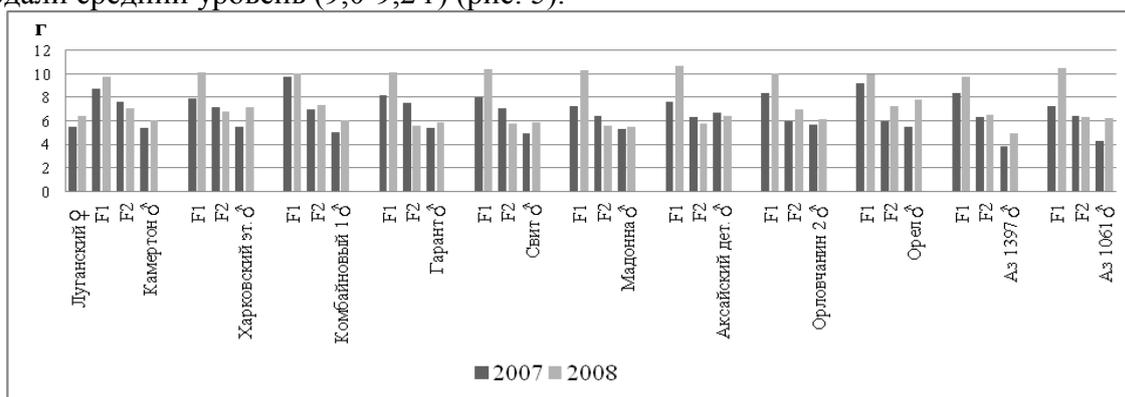


Рис. 5. Характер наследования признака «масса семян с растения» у гибридов F1 и F2

Оценить вклад каждого сорта в общее варьирование признака можно с помощью эффектов общей и констант специфической комбинационной способности и их вариан. Соответствующие данные приведены в таблице 3.

Высокую ОКС за 2 года исследований проявили сорта Камертон ( $g_i=0,26; 0,32$ ), Комбайновый 1 ( $g_i=1,08; 0,16$ ), Орловчанин 2 ( $g_i=0,47; 0,31$ ), Луганский ( $g_i=0,21; 0,57$ ), значения которых были высокодостоверными и существенно отличались от показателей других сортов.

Сорта Харьковский эталонный ( $g_i=-0,64; 0,46$ ), Орел ( $g_i=0,75; -0,39$ ), Аксайский детерминантный ( $g_i=-0,22; 0,11$ ) и Аз 1397 ( $g_i=0,10; -0,39$ ) имели средний уровень значений ОКС, которые изменялись от низкого до высокого, в зависимости от года.

Сорта Топаз 2 ( $g_i=-0,21; -0,57$ ), Гарант ( $g_i=-0,08; -0,19$ ), Свит ( $g_i=-0,78; -0,14$ ), Мадонна ( $g_i=-0,56; -0,09$ ), Аз 1061 ( $g_i=-0,44; -0,14$ ) проявили низкую ОКС в течение обоих лет исследований.

Расчитанные константы СКС дают возможность выделить те комбинации, у которых величина исследуемого признака в значительной степени детерминируется специфическим взаимодействием генов. Как свидетельствуют данные таблицы 3, значительное и стабильное влияние неаддитивных генов на признак «масса семян с растения» проявилось в комбинациях

Топаз 2/Камертон ( $S_{ij}=-0,16; 0,72$ ), Топаз 2/ Харьковский эталонный ( $S_{ij}=-0,29; 0,42$ ), Топаз 2/Мадонна ( $S_{ij} =0,43; -0,23$ ), Топаз 2/Аз 1061( $S_{ij}=0,57; -0,48$ ) и Луганский/Комбайновый 1 ( $S_{ij}=0,44; -0,32$ ), Луганский/Свит ( $S_{ij}=0,55; -0,38$ ), Луганский/Аксайский детерминантный ( $S_{ij}=-0,38; 0,43$ ), Луганский/Аз 1061 ( $S_{ij}=-0,57; 0,48$ ).

Таблица 3

**Оценка эффектов ОКС и СКС по признаку «масса семян с растения»**

Тестер ♂	Год	Эффект ОКС ♂ тестеров, g <sub>j</sub>	Эффект СКС, s <sub>ij</sub>		Варianza СКС ♂ тестеров, σ <sup>2</sup> s <sub>j</sub>
			♀ сорта		
			Топаз 2	Луганский	
Камертон	2007	0,32	-0,16	0,16	0,05
	2008	0,26	0,72	-0,72	1,03
Харьковский эталонный	2007	-0,64	-0,29	0,29	0,17
	2008	0,46	0,42	-0,42	0,35
Комбайновый 1	2007	1,08	-0,44	0,44	0,38
	2008	0,16	0,32	-0,32	0,20
Гарант	2007	-0,08	-0,01	0,01	0,03
	2008	-0,19	-0,13	0,13	0,03
Свит	2007	-0,78	-0,55	0,55	0,61
	2008	-0,14	-0,38	0,38	0,29
Мадонна	2007	-0,56	0,43	-0,43	0,37
	2008	-0,09	-0,23	0,23	0,11
Аксайский детерминантный	2007	-0,22	0,38	-0,38	0,28
	2008	0,11	-0,43	0,43	0,37
Орловчанин 2	2007	0,47	0,37	-0,37	0,28
	2008	0,31	0,37	-0,37	0,27
Орёл	2007	0,75	-0,23	0,23	0,11
	2008	-0,39	-0,13	0,13	0,03
Аз 1397	2007	0,10	-0,06	0,06	0,01
	2008	-0,39	-0,03	0,03	0,02
Аз 1061	2007	-0,44	0,57	-0,57	0,64
	2008	-0,14	-0,48	0,48	0,46
НСР05 ♂	2007	0,13	0,43		
	2008	0,12	0,42		
Средня варianza СКС ♂, σ <sup>2</sup> g <sub>j</sub>	2007	0,29			
	2008	0,28			
Эффект ЗКЗ ♀, g <sub>i</sub>	2007		-0,21	0,21	
	2008		-0,57	0,57	
НСР05 ОКС ♀	2007	0,13			
	2008	0,12			
НСР05 СКС ♀	2007	0,58			
	2008	0,57			
Варianza СКС ♀, σ <sup>2</sup> s <sub>i</sub>	2007		0,06	0,06	
	2008		0,07	0,07	
Средня варianza СКС ♀, σ <sup>2</sup> g <sub>i</sub>	2007	0,06			
	2008	0,07			

За период 2007-2008 гг. масса семян с растения в комбинациях была средней (8,4 г) и высокой (9,9 г). Это позволяет утверждать о неполной однонаправленности действия неаддитивных генов. Небольшая часть доминантных и, возможно, эпистатических генов в данном наборе сортов обуславливает уменьшение уровня признака.

Наибольшую варianza констант СКС за период исследований показали сорта Камертон ( $\sigma^2 S_i=0,05; 1,03$ ), Харьковский эталонный ( $\sigma^2 S_i=0,17; 0,35$ ), Комбайновый 1 ( $\sigma^2 S_i= 0,38; 0,20$ ), Свит ( $\sigma^2 S_i=0,61; 0,29$ ), Мадонна ( $\sigma^2 S_i=0,37; 0,11$ ), Аксайский детерминантный ( $\sigma^2 S_i=0,28; 0,37$ ), Орловчанин 2 ( $\sigma^2 S_i=0,28; 0,27$ ), Аз 1061 ( $\sigma^2 S_i=0,64; 0,46$ ). Тогда как варianza материнских сортов не превышала среднее значение СКС. Это свидетельствует о значительном влиянии доминантных или эпистатических генов на проявление признака «масса семян с растения» у данных сортов. Поэтому в комбинациях с их участием можно выделить растения,

которые будут иметь больший уровень продуктивности на основании анализа средней ценности исходных форм.

С помощью сравнения величин вариантов ОКС и СКС каждого сорта можно оценить влияние аддитивных и неаддитивных генов на детерминацию уровня данного признака (табл. 4).

Таблица 4

**Разница вариантов общей ( $\sigma_{2gi}$ ) и специфической ( $\sigma_{2Si}$ ) комбинационной способности сортов гороха по признаку «масса семян с растения» (2007 – 2008 гг.)**

Сорт	Разница вариантов ОКС и СКС ( $\sigma_{2gi} - \sigma_{2Si}$ )			
	2007	2008	средняя	
Топаз 2	-2,66	1,09	-0,79	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Луганский	-2,64	1,08	-0,78	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Камертон	1,66	-4,04	-1,19	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Харьковский эталонный	13,54	-18,47	-2,47	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Комбайновый 1	14,07	-10,63	1,72	$\sigma_{2Si} < \sigma_{2gi}$
Гарант	-3,74	-1,57	-2,66	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Свит	-3,26	-7,59	-5,43	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Мадонна	0,34	-1,63	-0,65	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Аксайский детерминантный	-15,38	-0,33	-7,85	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Орловчанин 2	-3,43	0,13	-1,65	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Орёл	-1,36	-1,02	-1,19	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$
Аз 1397	-0,56	0,90	0,17	$\sigma_{2Si} < \sigma_{2gi}$
Аз 1061	-3,73	-0,15	-1,94	$\sigma_{2Si} > \sigma_{2gi}$

Данные таблицы 4 свидетельствуют о преобладании варианты СКС над ОКС у большинства сортов. Поэтому можно утверждать о значительной роли неаддитивных генов при наследовании массы семян с растения в исследуемом материале. Эти сорта условно можно разделить на три группы. К первой относятся те, у которых наибольшая разница вариантов (-0,22 и -0,45) – Топаз 2, Луганский, Камертон, Аксайский детерминантный, Аз 1061. У них проявляется значительная роль неаддитивных генов при наследовании этого признака. Вторую группу формируют сорта – Гарант, Свит, Мадонна, Орловчанин 2, у которых разница вариантов была значительно меньшей и приблизительно одинаковой (-0,02; -0,13), что указывает на значительное влияние рядом с неаддитивными, генов с аддитивными эффектами на проявление данного признака. К третьей группе принадлежат сорта, у которых варианта СКС уступала по величине вариансе ОКС (0,05-0,09).

В данном случае можно утверждать о преобладающей роли аддитивных генов в наследовании массы семян с растения.

**Выводы.** У гибридных комбинаций с участием сортов Камертон, Комбайновый 1, Аксайский детерминантный и Луганский при формировании признака «количество семян на растении» значительную роль играют гены с аддитивным действием. Это дает возможность утверждать о наличии у данных сортов наибольшего количества факторов, которые положительно влияют на улучшение уровня изучаемого признака. Таким образом, визуальный отбор в таких гибридных популяциях будет достаточно эффективным, поскольку фенотипическое проявление признака у растений в значительной мере отвечает генотипу. Полученные данные свидетельствуют о том, что в данном наборе сортов признак «количество семян на растении» контролируется генами как с аддитивным действием, так и с доминантным и эпистатическим. Высокую ОКС по результатам двух лет испытаний проявили сорта Камертон, Аксайский детерминантный, Комбайновый 1, среднюю – Орловчанин 2, Орел, Харьковский эталонный, Свит, наименьшую – Гарант, Мадонна, Аз 1397, Аз 1061. Сорта с высокой и средней ОКС имели повышенную СКС.

Признак «массы семян на растении» имеет сложный генетический контроль, который осуществляется многими генетическими локусами. Полученные данные свидетельствуют о том, что в изучаемом материале данный признак контролируется генами как с аддитивным действием, так и с доминантным или, возможно, эпистатическим эффектами. При сравнении

варианс ОКС и СКС обнаружили приблизительно одинаковое влияние аддитивных и неаддитивных генов на наследование признака в данном наборе сортов. Высокую ОКС по результатам двух лет испытаний имели сорта Камертон, Комбайновый 1, Орловчанин 2, Луганский, среднюю – Харьковский эталонный, Орел, Аксайский детерминантный и Аз 1397, наименьшую – Топаз 2, Гарант, Свит, Мадонна, Аз 1061. Значительную вариацию СКС проявили сорта Камертон, Харьковский эталонный, Комбайновый 1, Свит, Мадонна, Аксайский детерминантный, Орловчанин 2 и Аз 1061. Для применения в скрещиваниях с целью улучшения данного признака рекомендуем использовать сорта Камертон, Комбайновый 1, Орловчанин 2, Луганский, поскольку они имеют наибольшее количество генетических факторов, которые обуславливают позитивное влияние на массу семян с растения. Однако вследствие того, что доминирование мешает выделению ценных форм, не рекомендуется в ранних гибридных поколениях проводить отбор по фенотипу.

#### Литература

1. Хухлаев И. И., Сичкарь В. И., Коблай С. В. Урожайность сортов гороха в условиях засухи / Сборник научных трудов СГИ – НЦСС . – Одесса, 2014. – Вып. 23 (63). – С. 65–71.
2. Сыч З.Д., Жемойда В.Л., Сидорка И.В. Изучение комбинационной способности в селекции гетерозисных гибридов методом неполных топкроссов / Методические рекомендации Национального аграрного университета. – Киев, 2004. – 19 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Киев, 2001. – 68 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Асфандиарова Р. Р. Диаллельный анализ признаков продуктивности у гороха / Сб.: Генетический анализ количественных признаков у растений. – Уфа: 1979. – С. 84 – 89.
6. Бугаёв В. Д., Кондратенко М. И. Генетическая детерминация признаков высокой продуктивности у новых сортов зернового типа / Сборник материалов научной конференции «Современная аграрная наука: направление исследований, состояние и перспективы» – Винница: ВГАУ, 2005. – С. 18-21.
7. Krarup A., Davis D. Inheritance of seed yield and its components in a six – parent diallel cross in peas //J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1970. - Vol. 95. - № 6. - P. 795 – 797.
8. Клыша А. И. Элементы продуктивности и модель сорта гороха //Бюллетень ВНИИ кукурузы. – 1986. – вып. 66. – С. 99 – 103.
9. Гелюх В. Н. Создание исходного материала для селекции относительно устойчивых к полеганию неосыпающихся сортов гороха: Автореф. дис... кандидата с.-х. наук: 06.01.05 /НИИ растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева. – Харьков, 1989. – 20 с.
10. Шарепо Т. И. Гетерозис у гороха. – В кн.: Экспериментальная ботаника. – Минск: 1966. – С. 82.

### STUDY ON COMBINING ABILITY OF DIFFERENT PEA MORFOTYPES BY TOPCROSS METHOD

S. V. Koblay

PLANT BREEDING&GENETICS INSTITUT - NATIONAL CENTER OF SEED AND CULTIVAR INVESTIGATION OF NATIONAL ACADEMY OF AGRICULTURE OF SCIENCES OF UKRAINE

**Abstract:** *The paper presents experimental data evaluating combining ability of different peas varieties of distinctive morphotypes by topcross peas, which are recommended for inclusion in the breeding program as parents in crosses.*

**Keywords:** peas, morphotype, hybrid, combining ability, topcross, variety.

## ПОВЫШЕНИЕ АКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СЕЛЕКЦИИ

**А. В. АМЕЛИН**, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
E-mail: amelin\_100@mail.ru

*В статье представлены результаты многолетних собственных научных исследований (1983-2015 гг.) и анализ литературных экспериментальных данных отечественных и зарубежных ученых по проблеме повышения активности и эффективности фотосинтеза культурных растений средствами селекции. Сделано заключение, что физиологической основой селекции сельскохозяйственных культур служит система регуляторных механизмов, имеющих компенсаторный характер, позволяющих за счет разной морфофизиологической организации продукционного процесса растений достигать одного и того же результата – повышения продуктивности в различных природно-климатических условиях выращивания. При этом, потенциальные возможности фотоэнергетического процесса растений в результате селекции не претерпевают больших изменений и в целом балансируют на определенном для биологического вида уровне, что сдерживает дальнейший прогресс селекции. Для изменения ситуации рекомендуется формы с повышенной интенсивностью фотосинтеза, фотохимической активностью хлоропластов и энергетической эффективности электронно-транспортной цепи брать на учет и использовать в селекции как исходный перспективный материал. У гороха, гречихи, сои, чечевицы и кормовых бобов установлена значительная генотипическая вариация значений интенсивности фотосинтеза, реакции Хилла и фотофосфорилирования, квантового выхода и фотохимического тушения флуоресценции хлорофилла.*

**Ключевые слова:** селекция, культура, сорт, фотосинтез, энергетический потенциал, генофонд, урожайность, качество, стабильность.

В настоящее время назрела необходимость использования качественно новых подходов к производству, в котором центральное место должна занять гармонизация отношений человека с природой, экономикой и экологией, так как современное растениеводство, наряду с большими достижениями, характеризуется и ярко выраженными тенденциями ухудшения эколого-биологических, агротехнологических и экономических ее факторов [1]. В решении этой проблемы весьма важная роль отводится селекции, которая добивается повышения урожайности и качества продукции за счет использования наследственного потенциала сельскохозяйственных культур. В последнее время вклад сорта в формирование урожая в развитых странах мира стал превышать 60 % [2].

Однако, новые районированные сорта отвечают не всем современным требованиям экологически чистого и энергетически эффективного производства. Они формируют высокий и стабильный урожай, как правило, в благоприятных погодных условиях и за счет использования высоких доз удобрений и большого количества химических средств защиты, так как многие из них в сильной степени поражаются болезнями и повреждаются вредителями [3, 4].

Изменить сложившуюся ситуацию традиционными методами селекции весьма проблематично, ввиду того, что они во многом исчерпали свои возможности [5, 6]. Морфологические признаки растений и элементы структуры урожая, по которым в основном ведется искусственный отбор, в значительной степени оптимизированы для большинства сельскохозяйственных культур в производственных зонах их преимущественного возделывания [6]. Поэтому решить стоящую проблему предлагается принципиально иным способом – посредством повышения эффективности использования солнечной радиации через

управление фотосинтезом, что позволит создать не только эффективное, но и адаптивное производство [7, 8].

К сожалению, селекция в данном направлении не осуществлялась, ни в бывшем Советском Союзе, ни за рубежом [9].

Учитывая это, впервые в России нами предпринимается попытка решить стоящую проблему за счет эффективного использования селекцией возобновляемого природного источника энергии фотосинтеза, где скрыты огромные неиспользованные резервы. Научно-методическая работа в этом направлении осуществляется с 1983 года, а целенаправленная селекционная работа с 2009 года по совместной программе с селекционерами ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, а с 2015 года в работе задействованы и селекционеры Белгородского ГАУ им. В.А. Горина.

Исследования проводятся в рамках тематического плана Министерства сельского хозяйства РФ на базе ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование». Объектами основных исследований являются наиболее распространенные и востребованные сельскохозяйственные культуры: горох, соя, гречиха, яровая и озимая пшеницы.

Опытный материал выращивался в селекционном севообороте на делянках площадью 7,5-10 м<sup>2</sup>, в 4-х кратной повторности. Размещение делянок – рендомизированное.

Фотовосстановительная активность изолированных хлоропластов (ФВАХ) определялась в двух повторениях по восстановленному на свету феррицианиду калия за единицу времени. Учет феррицианида проводили в молях в расчете на моль хлорофилла в минуту (моль К<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> /моль Хл. мин.) с помощью спектрофотометра марки СФ-18М. Исследования осуществляли на протяжении всей вегетации: через каждые 7 дней отбирали средние пробы из третьего и четвертого листьев сверху, а с фазы образования бобов опытным материалом служили прилистники, усики, стебель, черешки, створки бобов. Выделение изолированных хлоропластов, приготовление опытных сред и проведение реакций выполняли с учетом методических рекомендаций, разработанных Могилевой Г.А. и др. 1978. Для получения суспензии изолированных хлоропластов использовали центрифугу РС-6, с автоматическим управлением частоты вращения барабана и температурного режима.

Одновременно в тех же органах растений определяли содержание хлорофиллов «а» и «в». Полученные результаты использовали для оценки фотовосстановительного потенциала различных органов растений, который находили путем умножения ФВАХ на содержание хлорофилла и на сухую массу органа. Сумму полученных значений условно рассматривали как «фотовосстановительный потенциал растения» (ФВПР). Вклад отдельных органов рассчитывали составлением пропорций, принимая фотовосстановительный потенциал целого растения за 100 %.

Интенсивность фотосинтеза оценивалась в режиме реального времени на интактных растениях с помощью портативного газоанализатора Li – 6400 американской фирмы LI-COR.

Обобщение полученного экспериментального материала по всем проведенным многолетним исследованиям и имеющихся по этой проблеме литературных сведений позволило заключить, что физиологической основой селекции сельскохозяйственных культур служит адаптивная система регуляторных механизмов, имеющих компенсаторный характер, позволяющих за счет разной морфофизиологической организации продукционного процесса растений достигать одного и того же результата – повышения продуктивности в различных природно-климатических условиях выращивания.

К примеру, у растений гороха в результате длительного искусственного отбора на высокую семенную продуктивность фотоассимиляционная поверхность листьев, содержание хлорофилла и продолжительность их функционирования уменьшились на 30..40 %, но при этом на такую же величину соответственно повысились удельная поверхностная плотность листьев (УПП), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и ФВАХ (рис.1).

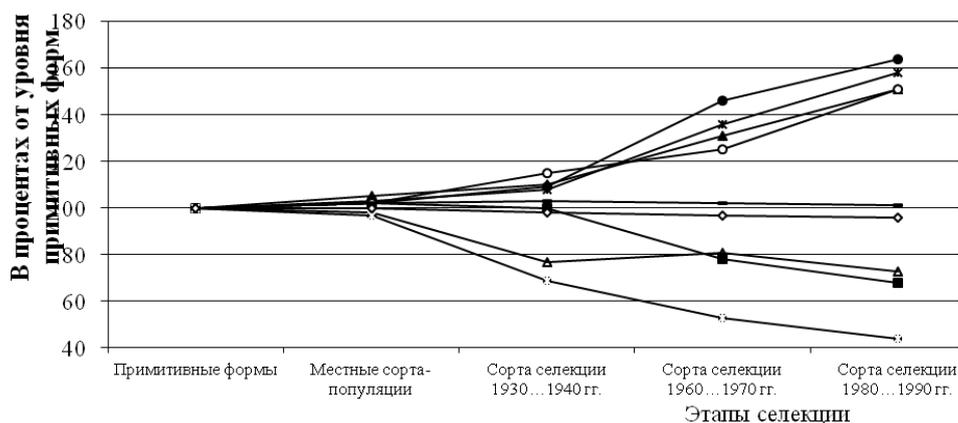


Рисунок 1 - Изменения фотосинтетических признаков растений гороха в

- Облиственность
- Толщина губчатой паренхимы
- ФВАХ листочков
- ▣ Фотосинтетический потенциал
- ▲ УПП листочков
- ✱ ЧПФ
- △ Содержание Хл в листочках
- ФВПР

Выявлена четко выраженная причинно-следственная связь, чем меньше листовая поверхность, тем плотнее и толще листовые пластинки и прилистники ( $r=+0,98$ ), за счет развития клеток губчатой паренхимы ( $r=+0,94$ ), тем активнее они фотосинтезируют ( $r=+0,70$ ) и эффективнее обеспечивают семена фотоассимилянтами по известному физиологическому принципу дублирования, сформулированному Бартковым Б.И. и Зверевой Е.Г. (1974): метаболиты из одного листа одновременно поступают в бобы разных продуктивных узлов, каждый из которых обслуживается не одним, а многими листьями, но определяющую роль, по данным Pate Y.S. и Flinn A.M. (1977), выполняют ближе расположенные.

Биологический смысл этих взаимосвязей заключается в том, что повышение удельной поверхностной плотности и толщины листьев, при уменьшении их ассимиляционной поверхности, обеспечивает более эффективное улавливание квантов света и их использование в фотосинтетической деятельности растений (ФВАХ, ЧПФ), продолжительность активного периода которой у сортообразцов гороха во многом определяется развитием губчатой паренхимы, служащей местом временного депонирования запасных веществ (крахмала), когда спрос на них со стороны основных потребителей (семян) не большой (рис. 2).

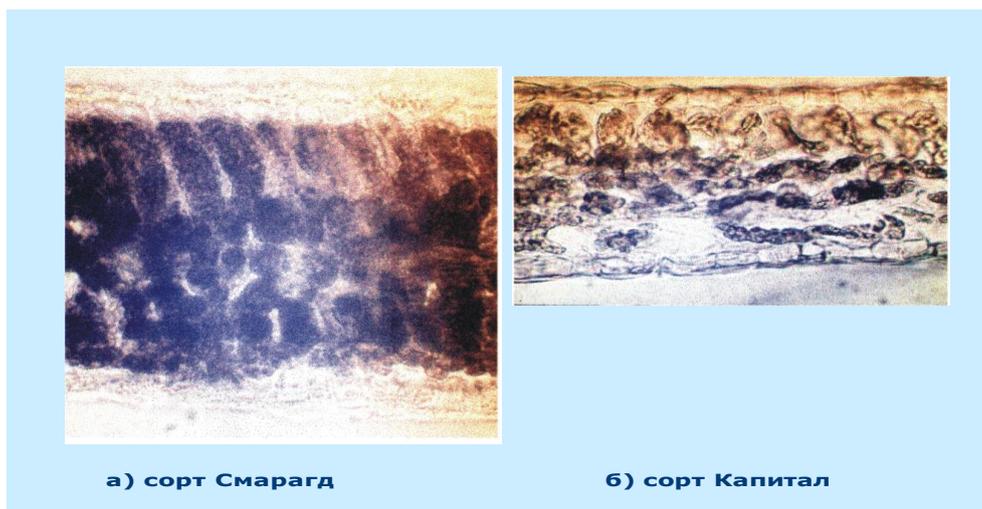


Рис. 2. Поперечные срезы листовых пластинок у современного (а) и старого (б) сортов гороха зернового использования

При редукции же у растений листочков и прилистников (генотипы *afafStSt* и *afafstst*) происходит усиление фотосинтетической функции и их усиков, черешков, стебля, створок

бобов, которые способны осуществлять первичные процессы фотосинтеза с такой же активностью, как и основные органы (рис. 3).

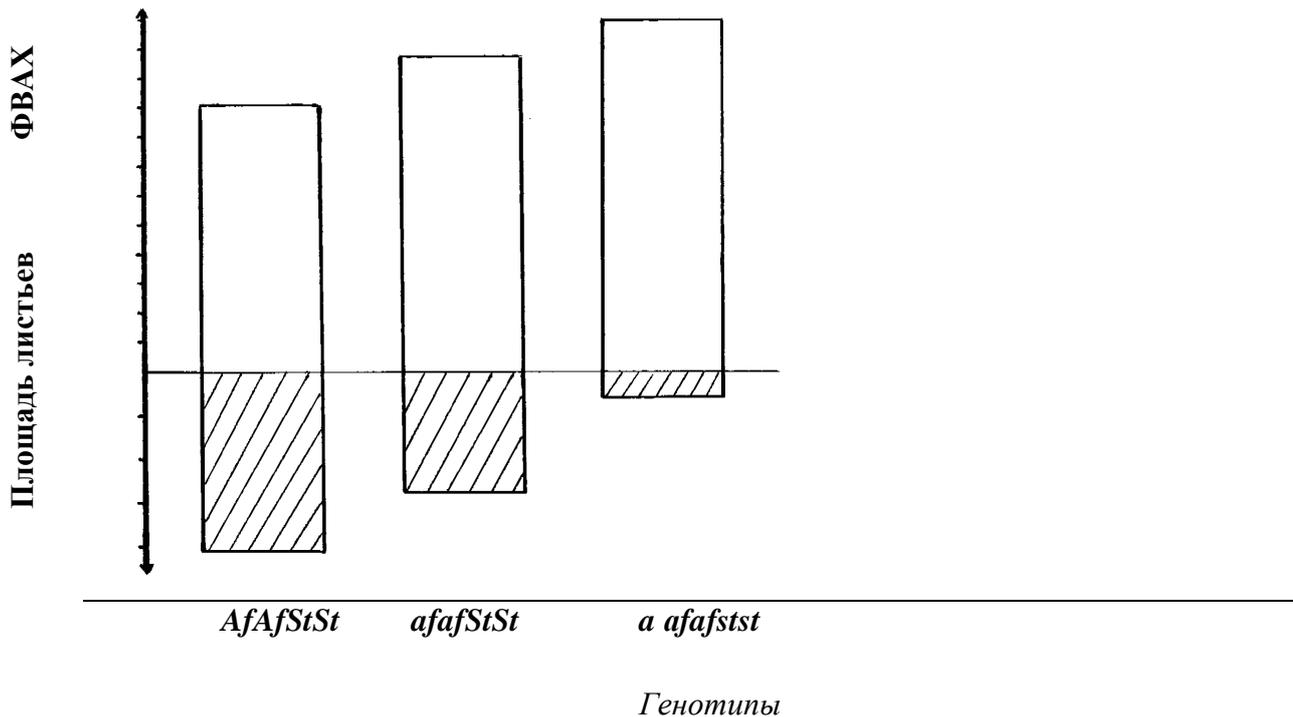


Рис. 3. Величина ФВАХ (К<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>/моль X<sub>л</sub> в мин.) при уменьшении у генотипов гороха площади листочков и прилистников (см<sup>2</sup>/раст.)

Аналогичные тенденции проявляются и на уровне структурно-функциональной организации стебля, элементов продуктивности, роста и развития [8].

Благодаря выработанной в ходе эволюции такой морфофизиологической системе генотипов, потенциальные возможности фотосинтетического и продуктивного процессов растений в результате селекции не претерпевают больших изменений и в целом балансируют на определенном для биологического вида уровне. К примеру, у новых сортов гороха фотоэнергетический потенциал растений не выше, чем у старых сортов и примитивных форм (рис. 4).

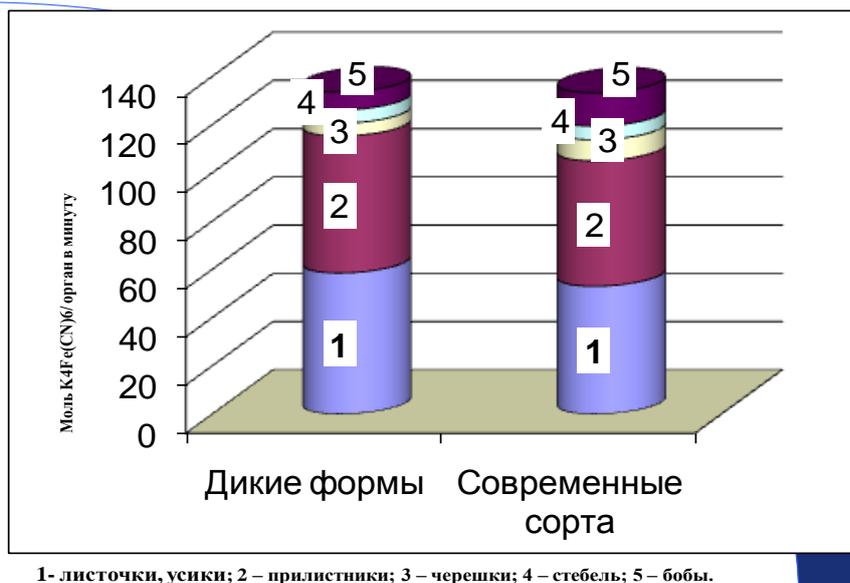


Рис. 4. Фотовосстановительный (энергетический) потенциал растений у примитивных (диких) форм и современных сортов гороха

И, очевидно, его возможностей в настоящее время уже не хватает, чтобы одновременно обеспечить получение высокого, качественного и стабильного урожая, так как для этого требуется значительно больше энергии, чем ее усваивают современные культурные растения. Поэтому предлагается проводить целенаправленную работу на повышение активности фотосинтеза и эффективности его использования в продукционном процессе растений. Для этого формы с повышенной интенсивностью фотосинтеза необходимо брать на учет и использовать в селекции как перспективный исходный материал, а величину фотохимической активности хлоропластов и электронно-транспортной цепи рассматривать критерием повышения эффективности световой фазы фотосинтеза [10].

Проведенные исследования подтвердили, что генофонд сельскохозяйственных культур характеризуется огромным разнообразием по показателям активности фотосинтеза. К примеру, показана значительная генотипическая вариация реакции Хилла и фотофосфорилирования, а также значений квантового выхода и фотохимического тушения флуоресценции хлорофилла. Интервал генотипического варьирования признака «интенсивность фотосинтеза» в фазу формирования плодов был еще более широким и составлял: у гороха – 2,65-16,57; гречихи – 4,65-10,80; у сои – 6,12-14,38; чечевицы – 2,31-10,01  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$

С учетом этого, селекционерами ВНИИЗБК совместно с нами в 2009 году по интенсивности фотосинтеза листьев была проведена целенаправленная гибридизация у гороха, и осуществлен отбор растений у гречихи из популяции сортообразца Р 109, который характеризуется широкой изменчивостью по этому признаку. В результате удалось создать перспективный детерминантный, высокоурожайный, среднеспелый сорт гречихи Даша, который в 2015 году был передан в Госкомиссию на испытание.

Таким образом, целенаправленная селекция сельскохозяйственных культур по показателям активности фотосинтеза вполне может быть эффективной. При этом, особое внимание следует уделить созданию новых генетических форм, которые бы проявляли не только высокую, но стабильную активность фотосинтеза, так как в результате селекции устойчивость данного физиологического процесса к экстремальным факторам погоды имеет выраженную тенденцию к снижению. Превосходство современных сортов культуры по интенсивности фотосинтеза листьев отмечается лишь в благоприятных по увлажнению и температуре условиях, а в засуху его активность резко снижается и может быть даже ниже, чем у предшественников.

Создание же сортов с повышенной активностью и эффективностью фотосинтеза позволит формировать не только высокую, но стабильную и качественную урожайность при минимальном использовании химических средств защиты растений и эффективном использовании воды и элементов минерального питания. Последнее обстоятельство, на наш взгляд, будет определять в ближайшем будущем основной тренд мирового сельскохозяйственного производства. Ведь страны, обладающие такими сортами, будут иметь неоспоримые преимущества на агропродовольственном рынке, по сравнению с другими его участниками, о чем свидетельствует выраженная динамика развития мирового производства экологически чистых продуктов. Если в 1999 году объем продаж такой продукции составил 15,2 млрд. долларов, то к 2011 году он вырос более чем в 4 раза и достиг 68 млрд. долларов США (<http://www.foodmarket.spb.ru/current.php>).

#### Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. – М.: Агрорус, 2004. – 1111 с.
2. Jain H.K. Eighty years of post Mendelian breeding for crop yield: nature of selection pressures and future potential. // Indian J. Genet. and Plant Breed. – 1986. – Vol. 46. – N 1. – P. 30–53.
3. Неттевич Э.Д. Проблемы селекции зерновых культур в Нечерноземной зоне РСФСР в связи с интенсификацией земледелия // Сельскохозяйственная биология. – 1979. – Т. XIV. – № 5. – С. 543-549.
4. Kraft S.E., Dharmadhikari P. Variation in the relationship between corn yield and climate in a sample of counties in Pinois 1951-1980 // Transactions III State Academic Science. – 1984. – V.77. – N3-4. – P.219-228.
5. Шевелуха В.С. Биологические проблемы современной селекции растений // Новый аграрный журнал. Пилотный номер: Опыт, проблемы, практика реформирования АПК. – 2001. – С. 89-91.

6. Амелин А.В. Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха / Дисс... д. с.–х. наук. – Орел, 2001. – 371 с.
7. Slattery R.A., Ort D.R. Photosynthetic energy conversion efficiency: setting a baseline for gauging future improvements in important food and biofuel crops. // Plant Physiology. – 2015. – 168. – P. 383-392.
8. Амелин А.В., Чекалин Е.И. Селекция на повышение фотоэнергетического потенциала растений и эффективности его использования, как стратегическая задача в обеспечении импортозамещения и продовольственной безопасности России. // Вестник Орел ГАУ. – 2015. – № 6 (57). – С. 9-17.
9. Xin-Guang, Zhu. Long Stephen P., Donald. Ort What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass? // Current Opinion in Biotechnology. – 2008. – 19. – P. 1-7.
10. Амелин А.В. Фотовосстановительная активность хлоропластов у сортов и линий гороха. // Физиология и биохимия культурных растений. – 1992. – Т.24. – № 5. – С. 448-454.

## INCREASE OF ACTIVITY AND EFFICIENCY OF PHOTOSYNTHESIS OF CULTIVATED PLANTS BY BREEDING

A. V. Amelin

OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY E-mail: amelin\_100@mail.ru

**Abstract:** *The article presents the results of years of their research (1983 to 2015) and the analysis of published experimental data of domestic and foreign scientists on the problem of increasing the activity and efficiency of photosynthesis of cultivated plants by means of breeding. It is concluded that the physiological basis of crop breeding is the system of regulatory mechanisms that are compensatory in nature, allowing for different morph physiological organization of plant production process to achieve the same result – the increase of productivity in different climatic growing conditions. At the same time, the potential of photovoltaic process plants as a result of selection do not undergo large changes and overall balance on a specific to a species level, which hinders the progress of breeding. To change the situation it is recommended that forms with increased intensity of photosynthesis, photochemical activity of chloroplasts and the energy efficiency of the electron transport chain to take account of and use in breeding as a source of promising material. Pea, buckwheat, soybeans, lentils and broad beans showed large genotypic variation in the intensity of photosynthesis, the hill reaction and photophosphorylation, quantum yield and photochemical quenching of chlorophyll fluorescence.*

**Keywords:** Breeding, crops, varieties, photosynthesis, photoenergy potential, efficiency, yield capacity, quality, sustainability.

УДК635.656:631.526.32

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГОРОХА

**В. Д. ШТЫРХУНОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Г. А. ДЕБЕЛЬНЫЙ**, доктор сельскохозяйственных наук

**А. В. МЕДНОВ, А. В. ГОНЧАРОВ**, кандидаты сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «МОСКОВСКИЙ НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

*По данным мировой продовольственной организации (ФАО) значительное повышение эффективности фотосинтеза, а следовательно и урожая многих культур в последнее десятилетие достигнуто за счет увеличения количества вносимых минеральных удобрений. В исследованиях бобовые менее отзывчивы на внесение удобрений. К тому же бобовые культуры уступают по урожайности злаковым, так как для синтеза белка требуется значительно больше энергии, чем для углеводов. В статье на примере новых сортов гороха показана возможность повышения урожайности бобовых за счет привлечения нового исходного материала и интенсивной его проработки в одновидовых и смешанных посевах.*

**Ключевые слова:** горох, сортоиспытание, смешанные посева.

Биохимическими исследованиями полевого и лабораторного материала [1] установлено, что производство белка требует значительно больше энергии, чем производство углеводов. Поэтому для высокобелковых культур необходимо более активное поступление углеродных ассимилятов и азота. Все незаменимые аминокислоты, особенно лизин и триптофан, требуют для синтеза значительно больше энергии, чем глютаминовая кислота, преобладающая в запасных белках злаковых культур.

Так как культуры и сорта с повышенным белком отстают в урожайности, поэтому актуален поиск генотипов, более эффективно использующих энергию. Это подтверждают результаты возделывания различных сортов злаковых и бобовых культур.

Так, в 2014 г при благоприятных метеорологических условиях в центре Нечерноземья яровая пшеница дала урожай зерна 26,7 ц/га, а горох посевной 18,5 ц/га. На 36 анализируемых за 2014 г областей, лишь на двух горох превысил по урожайности зерна яровую пшеницу. Особенно значительной разница была в Тульской области, где яровая пшеница в среднем по области дала 30,9 ц/га, а горох 18,7 ц/га; во Владимирской области, наоборот, горох при средней урожайности 26,8 ц/га превысил яровую пшеницу на 2,8 ц/га; в Московской области по обоим культурам в среднем урожай зерна был порядка 25 ц/га.

Большим достижением в селекции растений к концу XX века явилось выведение качественно новых сортов гороха, пригодных к механизированному возделыванию благодаря формированию устойчивого к полеганию неизрастающего стеблестоя, с нерастрескивающимися бобами, с неосыпающимися семенами, обеспечивающего высокий и стабильный урожай.

Исходным материалом для успешной селекции новых сортов гороха явилось выделение в научных учреждениях РФ и использование селекционерами в скрещиваниях ранее неизвестных спонтанных и индуцированных мутантов гороха с селекционно-значимыми признаками: с неосыпающимися семенами [2], с усатыми (вместо листочков) листьями [3], неизрастающих (детерминантных) [4], штамбовых скороспелых [5] и др.

Последний мутант был использован в качестве исходной родительской формы при выведении скороспелого сорта гороха Немчиновский 85, районированного в 3-х центральных областях Нечерноземной зоны.

В Польше, полученные через ВИР усатые мутанты из Грибовской станции, послужили родительскими формами для выведения усатого сорта кормового гороха Васата. В наших опытах при гибридизации сорта Васата с зеленозерным сортом Фитотрон получена быстрорастущая толерантная к злакам пелюшка Флора. Для повышения продуктивности семян и вегетативной массы Флора была скрещена с зерновым усатым сортом Норд. Гибрид при испытании показал высокую урожайность и в 2008 г, как сорт Флора 2 включен в Госреестр по 3 регионам Нечерноземной зоны.

С созданием качественно новых сортов гороха, устойчивых к полеганию, легко поддающихся уборке, требующих меньше затрат труда и средств посевные площади гороха расширились, однако его урожайность повысилась незначительно.

Это, видимо, связано с тем, что с заменой на листе листочков усиками площадь фотосинтетического аппарата и интенсивность его работы не возросли, а биологический потенциал изменился незначительно.

Путем интенсивной проработки селекционного материала ученые исследуют возможные пути повышения репродуктивного потенциала растений.

Во ВНИИЗБК изучают различные варианты увеличения биомассы у различных морфотипов, образующих на узлах прилистники и листья с листочками или усиками, прицветники и другие листовые формы. Об успехе в этом направлении свидетельствует создание и внесение в Госреестр селекционных достижений высокоурожайного сорта Спартак [6] – листового транслоканта.

Многие морфобиологические признаки по-разному ведут себя в агроценозах, например, в загущенных или в одновидовых или смешанных посевах.

В полной мере не исследованы и различные варианты сочетаний и взаимодействий отдельных структурных признаков – элементов продуктивности, как во внешней, так и в

генотипической среде. Так, например, удачным сочетанием многих рецессивных аллелей на гомеостаз является выведение во ВНИИЗБК сорта Батрак, районированного в 8-ми регионах в Европейской части РФ.

Наглядным примером влияния различных сочетаний элементов структуры продуктивности на урожайность являются результаты 3-х летнего изучения сортов гороха в конкурсном сортоиспытании (табл. 1).

Таблица 1

**Конкурсное сортоиспытание гороха (2013-2015 гг.)**

Сорт	Урожайность зерна, ц/га				Ср. за 3 года			Урожай 2015 г ц/га	
	2013	2014	2015	Средн.	Веget. период, дней	Содерж. белка в зерне, %	Масса 1000 семян,г	Зеленой массы	Сух. в-ва
<b>Спартак</b> (усатый листовой) ВНИИЗБК	26,5	36,5	52,5	38,5	80	19,2	190	300	80
<b>Немч. 100</b> (усатый, скоросп.) МосНИИСХ	27,8	30,4	46,7	34,7	70	23,1	180	270	75
<b>Немч. 50</b> (усатый детерминант) МосНИИСХ	24,5	35,6	47,8	35,9	75	20,6	200	290	80
<b>Фитотрон</b> (листовой, зрновой) МосНИИСХ	24,9	35,4	30,9	30,4	78	24,9	210	270	75
<b>Мадонна</b> (Усатый полукарл.) ФРГ	24,6	28,3	29,1	28,6	75	24,6	200	250	70
<b>Флора 2</b> МосНИИСХ	21,8	30,5	47,9	33,4	82	21,8	175	290	100

Из данных таблицы 1 видно, что рекордсменом по урожайности зерна является ранее отмеченный сорт селекции ВНИИЗБК Спартак. В течение 2-х лет он дал наивысший среди других сортов урожай зерна 36,5 и 52,5 ц/га.

В статье «Гороховый рай» [7] отмечается и другой сорт селекции этого института Фараон, который вместе с другими отечественными сортами – Ямал, Аксайский усатый, Таловец превысили канадские и французские сорта по урожайности и позволили в 2015 г продать на экспорт более 800 тыс. т. зерна гороха.

Из сортов нашей селекции выделился Немчиновский 50. В среднем за 3 года он дал урожай зерна 35,5 ц/га – на 1,2 ц/га выше основного сорта – стандарта Немчиновский 100. По урожайности зерна прибавка урожая зерна в пределах ошибки опыта. Однако сорт отличается более крупными семенами и хорошей экспортной оценкой. Основное достоинства сорта – ограниченный тип роста (детерминантный). В годы с пониженными температурами к концу вегетации он хорошо дозревает и на 2-3-х плодоносящих узлах формирует высокий урожай зерна. В настоящее время сорт проходит государственное сортоиспытание.

Обычный зеленозерный сорт гороха Фитотрон, выведенный по ускоренной технологии с использованием теплиц, взят в качестве стандарта из-за средних результатов по всем показателям, близким к производственным данным. Сорт Мадонна – один из лучших сортов из ФРГ, полукарликового типа, не имеет преимуществ среди отечественных сортов.

Сорт полевого гороха Флора 2 – пелюшка выведен с участием сорта Фитотрон от скрещивания его с кормовым горохом (пелюшкой) из Польши Васата. Последний сорт

произошел от скрещивания полевой пелюшки с усатыми образцами коллекции, полученными через ВИР из ВНИИСОК.

Флора 2 характеризуется быстрым ростом, толерантностью к злаковым культурам, высоким урожаем зеленой массы и сбором сухого вещества для приготовления сенажа и силоса.

Скороспелый сорт гороха Немчиновский 100 успешно используют в занятых парах как ценный предшественник озимых. При посеве в первых числах мая обычно уже в середине июля горох Немчиновский 100 убирают на зерно. При обмолоте солома и полова по массе равняются урожаю зерна и после измельчения легко заделываются. Используемая органическая масса позволяет экономить дорогостоящий минеральный азот. При необходимости перед посевом озимых проводят дополнительную механическую обработку почвы или практикуют посев по стерне. С интенсификацией сельскохозяйственного производства возрастает расход невозобновляемой энергии, увеличивается загрязнение внешней среды, снижается экономическая эффективность.

Наиболее дорогостоящим элементом интенсификации является азот, дозы которого с выведением устойчивых к полеганию низкорослых сортов зерновых возрастает до 100 кг/га и выше. В этих условиях большой интерес представляют бобовые культуры, способные с помощью клубеньковых бактерий усваивать свободный азот из воздуха и накапливать его в растениях.

Благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями бобовые культуры обеспечивают себя азотом, и через корневые выделения снабжают азотом рядом растущие злаковые культуры в смешанных посевах. Такого рода взаимосвязь зафиксирована в опытах с изотопом радиоактивного азота во ВНИИ кормов. В этих же опытах установлено более эффективное использование фосфора и калия обоими компонентами бобово-злаковых смесей.

В ранее проведенных исследованиях [8], при отсутствии сортов гороха, устойчивых к полеганию, преимущественное внимание уделяли подбору компонентов, обеспечивающих устойчивость к полеганию. С выведением сортов гороха другого морфотипа: усатых, образующих устойчивый к полеганию стеблестой, смешанные посева представляют интерес как более экологически чистый, экономичный и эффективный способ возделывания гороха в смеси со злаковыми на кормовые цели (сенаж) и семена (зернофураж).

В опытах 2014-2015 гг. [9] высевали районированные в Московской и Тульской областях сорта гороха Немчиновский 100 и Флора 2 в смеси с сортами зерновых культур овса – Козырь, ячменя – Раушан. Горох высевали с нормой посева 1 млн., а злаковые – 3,5 млн. всхожих семян на гектар. В последние 2 года вместо яр. пшеницы Злата использовали новый раннеспелый сорт Лиза. В погодных условиях 2015 г пшеница Лиза созрела на 7-10 дней раньше сортов ячменя и овса, а горох в смеси с этим сортом дал высокий урожай -24,1 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность зерна в смешанных посевах сортов гороха со злаковыми культурами, 2014-2015 гг.**

Культура, сорт	Урожай в одновидовом посев, ц/га	Урожайность зерна, ц/га		Сбор ОЭ ГДж/га	Сбор протеина, ц/га
		Смеси	Гороха		
Горох Немчиновский 100	36,8	-	-	38,2	8,0
Горох Немчиновский 100 + яр пшеница Лиза	-	37,4	24,1	38,7	8,2
Яр пшеница Лиза	35,4	-	-	37,1	5,3
Горох Немчиновский 100 + ячмень Раушан	-	40,3	22,1	43,4	7,7
Ячмень Раушан	35,0	-	-	36,4	4,3
Горох Немчиновский 100 + овес Козырь	-	39,6	23,8	40,7	7,5
Овес Козырь	38,6	-	-	35,5	4,2
Пелюшка Флора 2 + овес Козырь	-	40,6	19,5	39,6	6,5

Результаты проведенных нами исследований и других опытных учреждений дают основание для следующих выводов.

Смешанные посевы сравнительно мелкосеменных усатых сортов гороха (Немчиновский 100 и др.) с современными сортами яровой пшеницы, овса и ячменя снижают затраты невосполнимой энергии, сокращают затраты на уборку из-за ограниченного роста растений и большей устойчивости к полеганию, более экономно расходуют удобрения (естественный и синтезируемый азот, труднодоступный фосфор). Различные культуры и сорта в смесях лучше используют влагу и противостоят сорнякам. В смешанных посевах получают выше урожай, чем в одновидовых, обогащенный растительным белком, что позволяет отнести смеси зерновых с бобовыми к способу получения концентрированных кормов. Дальнейшие исследования смесей культур и сортов могут обосновать научный подход к формированию экологически чистых и эффективных приемов (способов) получения качественной с.-х. продукции.

### Литература

1. Радисон Дж. Проблемы энергетики и белковый баланс при производстве комбикормов в странах восточной Европы /Международный агроэкологический журнал. – М. Агропромиздат, 1991. – № 3. – С. 41-43.
2. Розентал А.Я. Неосыпающиеся формы гороха. Селекция и семеноводство. 1963, № 6, – С. 70-71.
3. Соловьева В.К. Новые сорта луцильного гороха. Агробиология 1958, № 5, – С. 124-126.
4. Попова И.А. Характеристика некоторых мутантных линий овощного гороха. Химический мутагенез: – М. 1972. – С. 261-264.
5. Дебелый Г.А. Новые формы гороха, полученные в результате индуцированного мутагенеза. Селекция и семеноводство, 1968, № 2. – С. 33-35.
6. Кондыков И.В. О стабилизации уровня семенной продуктивности гороха. Сб. науч. мат. Повышение устойчивости производства с.-х. культур в современных условиях. Орел. 2008, – С. 309-315.
7. Гороховый рай. Аргументы недели. Заветы Вавилова. № 12 (503), 31.3.2016.
8. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ. (Значение, селекция, использование, смешанные посевы). – Москва – Немчиновка, 2009. – 256 с.
9. Дебелый Г.А., Калинина Л.В., Меднов А.В., Гончаров А.В. Новое поколение сортов зернобобовых культур Московского НИИСХ. Ученые Немчиновки производству. Москва, 2015. – С.39-44.

### PROMISING VARIETIES AND TECHNOLOGIES TO INCREASE THE PRODUCTION OF PEAS

V. D. Shtyrhunov, G. A. Debelyj, A. V. Mednov, A. V. Goncharov  
FGBNU «THE MOSCOW RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE  
«NEMCHINOVKA»

**Abstract:** According to the World Food Organization (FAO), a significant increase in the efficiency of photosynthesis, and consequently the yield of many crops in the past decade, was achieved by increasing the amount of applied mineral fertilizers. In studies legumes are less responsive to fertilizers (1). Besides legumes are inferior in yield to cereals as protein synthesis requires considerably more energy than carbohydrates. In the article on the example of the new varieties of peas a possibility of increasing the productivity of legumes by attracting new raw material and its intensive study in one-specific and mixed crops was shown.

**Keywords:** peas, variety testing, mixed crops.

## ПРЕДПОСЫЛКИ И ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ГОРОХА ОТ БОЛЕЗНЕЙ

**А. Б. ЛАПТИЕВ**, доктор биологических наук  
**О. В. КУНГУРЦЕВА**, кандидат биологических наук  
ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ»  
ООО «ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ»

*Рассмотрены основные причины и элементы защиты посевов гороха от болезней, приведены результаты анализа современного состояния ассортимента фунгицидов и аспекты ближайшей перспективы на пути его совершенствования, а также итоги разработки регламентов и тестирования эффектов от применения в том числе новых препаратов на культуре в разных почвенно-климатических зонах страны.*

**Ключевые слова:** горох, фунгициды, возбудители болезней, корневые гнили, развитие болезней, регламенты применения, биологическая эффективность препаратов, ассортимент пестицидов.

Среди групп вредных организмов, развитие которых тесно связано с растениями гороха, возбудители болезней во всех регионах возделывания культуры выделяются относительным непостоянством. Из-за чего не только многолетнюю, но даже и сезонную динамику развития любой из болезней и соответственно причинение вреда посевам достаточно сложно прогнозировать. Основу патогенного комплекса преимущественно составляет почвенная инфекция, однако в последнее время обострение фитосанитарной обстановки в период вегетации культуры происходит в связи с эпифитотиями ржавчины, распространение инфекции которой происходит аэрогенным путем.

Все это связано с явными рисками не только при планировании, но и проведении защитных мероприятий, которые в результате и довольно часто переходят в разряд профилактических. Это одна сторона проблемы, которая преимущественно должна и в основном решается за счет обработки семенного материала. Другая же ее часть относится к препаратам, способным обеспечить достаточную эффективность в "пожарных" ситуациях регулирования фитосанитарной обстановки за счет включения в агротехнологию возделывания культуры элементов с применением фунгицидов на любом из этапов вегетации и в таких условиях, когда идет быстрое распространение болезни на фоне короткого периода вегетации и необходимости четкого соблюдения сроков ожидания до уборки урожая.

Учитывая сложившуюся в защите гороха от болезней ситуацию, в исследованиях ставились задачи, направленные на совершенствование ассортимента фунгицидов, разрешенных к применению на посевах гороха, в том числе связанные с разработкой регламентов применения новых вообще или только для культуры препаратов.

**Условия и методы проведения исследований.** Основу материалов в исследованиях составляли современные пестициды из группы средств борьбы с болезнями, уже разрешенные к применению для защиты посевов гороха от болезней и перспективные для использования в этом направлении. Преимущество отдавалось полевым мелкоделяночным (10-15 м<sup>2</sup>) опытам, выполняемым в соответствии с положениями «Методических указаний по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [1]. Изучение каждого препарата проводилось в течение двух-трех лет параллельно в трех почвенно-климатических зонах с использованием в опытах семян и посевов, адаптированных к местным условиям сортов, растения которых относятся преимущественно к усатой форме.

**Результаты исследований.** Исследования, проведенные в Орловской, Воронежской областях, Поволжье и Краснодарском крае, позволяют выделить ряд особенностей в

возделывании и развитии самой культуры и дать определенную характеристику ситуации в рассматриваемом элементе ее агроценоза.

Наряду с коротким периодом вегетации, горох среди яровых культур выделяется еще и одним из самых ранних сроков сева. В одних метеоусловиях и степени зрелости почвы на момент посева это обеспечивает усложнение обстановки в фитопатологическом плане, в других, благодаря быстрому росту и в конечном итоге созреванию, болезни значительно реже достигают уровня хозяйственной значимости. Так, при возвращении холодов в сочетании с увлажнением почвы близком к максимальной полевой влагоемкости появление всходов и развитие молодых растений замедляется, а на этом фоне сразу увеличивается распространение и развитие корневых гнилей (*Aphanomyces euteiches* Drechs., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* Kuchn.). В данной ситуации необходимость активных мероприятий в виде нанесения фунгицида на семена перед посевом возрастает, но, поскольку прогнозировать процесс сложно, прием следует рассматривать как наиболее востребованный в агротехнологии возделывания гороха. Здесь спектр защиты охватывает семенную и почвенную инфекцию, а сама продолжительность действия протравителя вполне может захватить и ранние фазы развития растений. Здесь следует заметить, что прием теперь уже благодаря наличию в регистрации инсектицидов для применения через обработку семян, может иметь комплексный характер. Велика вероятность и перехода к защите культуры препаратами с двойным фунгицидным и инсектицидным действием.

Развитие химического направления остается актуальным с тех позиций, что негативной стороной районированных во всех регионах сортов является слабая устойчивость или отсутствие таковой практически ко всем проблематичным возбудителям основных болезней. Обычно заметная реакция на сортовую принадлежность посевов проявляется лишь в развитии аскохитоза (*Ascochyta pinodes* Jones, *Ascochyta pisi* Lib.), но с показателями, не превышающими значения средней устойчивости. Реально значимость активных средств защиты дополняется и с тех позиций, что зональные технологии возделывания культуры в современных условиях привязываются к севооборотам с коротким сроком ротации и часто сопровождаются сокращением объемов и параметров обработки почвы.

В целом же в наших исследованиях рассматривались средства в рамках необходимой фунгицидной защиты гороха от плесневения семян, корневых гнилей различной (фузариозной, афаномицетной, ризоктониозной) этиологии, аскохитоза, мучнистой росы (*Erysiphe pisi* DC.) и ржавчины (*Uromyces pisi-sativae* (Pers.) Liro). Из данного набора болезней, элементы которого достаточно подробно подверглись анализу в других обобщающих работах [2, 3], корневые гнили и аскохитоз в большинстве регионов характеризуются ежегодным и с высокой степенью развития проявлением в посевах, то есть представляют потенциальную опасность для урожая. Развитие же ржавчины стало нарастать в последние пять лет. Болезнь может быстро распространяться на большие территории, однако довольно часто ее вспышки носят очаговое, вплоть до отдельных полей или хозяйств, проявление. Для болезни свойственно довольно стремительное развитие. В течение чаще фазы цветения (10-15 дней) пустулами покрывается буквально вся надземная часть растений. Имеющиеся материалы указывают, что недобор урожая гороха при массовом развитии ржавчины может достигать 30 % [2]. При этом необходимость применения химических средств защиты чаще всего возникает в ситуациях с наличием посевов поздних (свыше 15 дней относительно принятых в регионе) сроков, пересевах и использовании позднеспелых (такой эффект могут давать импортные семена) сортов.

Поражение гороха корневыми гнилями повсеместно отмечались, начиная с самых начальных этапов развития растений, в виде загнивания корешков и подсемядольного колена. Позднее симптомы заболевания выражались в побурении корневой системы и даже части стебля, примыкающей к почве. На момент учета в фазу полной спелости доля пораженных растений, к примеру, в Центральном Черноземье обычно составляла в пределах 50-60 % стеблестоя, развитие болезни – 15-20 %. В посевах в период цветения и формирования бобов

практически везде встречались растения с признаками фузариозного увядания, характеризующиеся как потерей тургора листьев, так и пониканием верхушки стебля.

Первые пораженные аскохитозом растения в посевах обычно встречались с фазы всходов, а к уборке при благоприятных условиях их уже фиксировали до 90 % при развитии болезни в пределах 40-50 %. Поражения растений аскохитозом проявлялись чаще на листьях и бобах в виде темных или более светлых пятен разных размеров.

Практически для всех болезней требуется наличие благоприятных условий по температурному режиму и/или влажности. Поэтому во всех основных районах возделывания культуры, расположенных в лесостепной и степной зонах, увеличение количества выпадающих осадков усиливает вероятность и степень поражения гороха всеми болезнями.

Основным мероприятием по защите гороха от патогенов было и остается протравливание семенного материала. Данное мероприятие обеспечивает защиту посевов в определенном временном интервале от корневых гнилей и аскохитоза, а также уменьшает вероятность проведения обработки по вегетирующим растениям.

Исходя из фитосанитарной ситуации последних лет, на горохе нужны эффективные средства борьбы с аэрогенными инфекциями, особенно ржавчиной. Однако количество фунгицидов на культуре в рамках защиты от данной болезни весьма ограничено. В РФ ранее проводилось изучение на горохе таких фунгицидов как Альто, СК и Рекс, КС. Первый из них обеспечивал эффективность в пределах 70 % и некоторое время находился в списке разрешенных для борьбы с ржавчиной гороха. На данный момент регистрация препарата не продлена, но все же в последние годы положено начало формированию ассортимента фунгицидов против данного заболевания и других, проявляющихся в период вегетации.

В общем ситуация на посевах гороха в отношении борьбы с болезнями определяется несколькими положениями, среди которых по значимости следует выделить обострение ситуации с инфицированностью семенного материала, необходимость создания ассортимента препаратов, способных компенсировать негативные последствия агротехнических модернизаций в технологиях возделывания культуры и повышение значимости хозяйственного эффекта обработок.

Главным критерием отбора фунгицидов для предпосевной обработки семян должна служить их высокая эффективность в сдерживании развития корневых гнилей. Базовый ассортимент здесь могут составлять препараты на основе соединений триазолов, имидазолов, фениламидов и фенилпирролов. На ближайшую перспективу в качестве основных средств защиты гороха в период вегетации следует однозначно рассматривать комбинированные фунгициды.

Ассортимент зарегистрированных протравителей на горохе включает пока только пять препаратов в составе Максим, КС; ТМТД, ВСК; Виннер, КС; Винцит, КС и Скарлет, МЭ. Применение данных препаратов позволяет довольно успешно снимать семенную и почвенную инфекцию. Так, против корневых гнилей эффективность в экспериментах достигала в основном 70 % и зависела от уровня развития и этиологии болезни. Действие данных препаратов на проявление плесневения семян в опытах выражалось показателями в пределах 77-94 %. Протравливание семенного материала любым из указанных фунгицидов имело и некоторую пролонгацию защитного действия в виде снижения развития аскохитоза в среднем около 50 % и фузариозного увядания – не ниже 42 % (таблица 1).

Проблема с препаратами для применения по вегетации резко обозначилась в последнее время в условиях усилившегося проявления ржавчины. Против данной болезни изучено действие одного нового (Винтаж, МЭ) и двух (Титул Дуо, ККР; Аканто Плюс, КС) с расширением сферы применения препаратов.

Их биологическая эффективность на уровнях от 66 до 81 % одновременно и против аскохитоза дает возможность существенно укрепить позиции в борьбе с этими болезнями на культуре (таблица 2).

Таблица 1

**Результативность применения фунгицидов для обработки семян на горохе**

Препарат	Норма применения, л/т	Биологическая эффективность, %				Сохраненный урожай, %
		плесневение семян	корневые гнили	аскохитоз	фузариозное увядание	
Максим, КС (25 г/л флудиоксомила)	1,5-2,0	55-88/ 15*	50-70/ 21*	43-49/ 16	60-84/ 5	23-36
ТМТД, ВСК (400 г/л тирама)	6-8	78-96/ 14	71-85/ 12	48-58/ 5	42-48/ 9	8-10
Виннер, КС (25 г/л флутриафола + 25 г/л тиабендазола)	2,0	92-100/ 14	46-62 /17	57-60/ 3	44-55/ 8	8-9
Винцит, КС (25 г/л флутриафола+25 г/л тиабендазола)	2,0	92-100/ 7	52-67/ 12	42-70/ 3	-	10-11
Скарлет, МЭ (100 г/л имазалила+60 г/л тебуконазола)	0,3-0,4	71-92/ 6	55-64/ 15	51-60/ 5	49-61/ 5	9-12

\* – среднее поражение семян или развитие болезни в контроле, %

Особо следует указать, что два фунгицида здесь представляют собой разработки отечественных кампаний.

С позиций хозяйственного эффекта результаты проведенных тестирований показывают, что применение и протравителей, и препаратов для опрыскивания вегетирующих растений позволяло сохранять определенную часть урожая культуры в среднем приближающуюся к 12 % (1,8-2,5 ц/га).

Таблица 2

**Эффективность препаратов для защиты вегетирующих растений гороха**

Препарат	Норма применения, л/га	Биологическая эффективность, %			Сохраненный урожай, %
		аскохитоз	ржавчина	мучнистая роса	
Титул Дуо, ККР (200 г/л протиоконазола + 200 г/л тебуконазола)	0,32-0,4	65-86/ 29*	64-82/ 37	72-85/ 16	13-16
Аканто Плюс, КС** (200 г/л пикоксистробина +80 г/л ципроконазола)	0,6-0,7	64-75/ 25	65-78/ 19	-	15-25
Винтаж, МЭ** (дифеноконазол + флутриафол)	0,8-1,0	68-83/ 19	69-83/ 28	65-81/ 17	4-11

\* – среднее развитие болезни в контроле, %

\*\* – препараты на стадии регистрации

Таким образом, имеющийся на данный момент набор фунгицидов для защиты гороха выглядит достаточно скромно, но в нем присутствуют средства, способные обеспечить защиту культуры практически от всех представляющих опасность для культуры болезней. При этом однозначно развивается направление по использованию комбинаций на основе 2 уже достаточно известных действующих веществ. По результатам исследований разработаны и обоснованы регламенты применения фунгицидов для защиты культуры в период вегетации, позволяющие говорить не только о хорошем биологическом эффекте, но и безопасности для защищаемых растений и окружающей среды.

Основой дальнейшего повышения статуса ассортимента фунгицидов для предпосевной обработки семян гороха следует считать положение о их значимой эффективности в отношении корневых гнилей любой этиологии с одновременной защитой растений на ранних этапах развития от других патогенов, а в период вегетации – высоким подавляющим

действием на ржавчину и аскохитоз. Все это сопровождается развитием вопроса о повышении уровня стабильности эффектов от применения пестицидов данной группы на культуре.

#### Литература

1. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Под. ред. В.И. Долженко. – СПб, ВИЗР. 2009. – 379 с.
2. Бударина Г.А., Зотиков В.И. Защита гороха // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – № 1. 2016. – С. 38 (2) – 56 (20).
3. Котова В.В. Корневые гнили гороха и вики и меры защиты. – С-Петербург, 2004. – 144 с.

### PRECONDITIONS AND BASES OF CHEMICAL PEA CROP PROTECTION AGAINST DISEASES

A. B. Laptiev, O. V. Kungurtseva

FSBSI «ALL-RUSSIA INSTITUTE FOR PLANT PROTECTION»

LLC «INNOVATION CENTER FOR THE PROTECTION OF PLANTS»

**Abstract:** *The major reasons and elements of pea crop protection against diseases are viewed. Results of current state analysis of fungicide assortment and aspects of nearest prospects of its improvement are presented. Results of regulations development and tests of effects of their application including new preparations in crops in different soil and climatic zones of Russia are given.*

**Keywords:** pea, fungicides, pathogens, root rots, disease development, application regulations, biological effect of preparations, pesticide assortment.

УДК 633., 352.1;631.527

### ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ВИКИ ПОСЕВНОЙ НА ЗЕРНО

Ю. С. ТЮРИН, доктор сельскохозяйственных наук

В. М. КОСОЛАПОВ, член- корр. РАН

А. П. ГАГАНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ КОРМОВ ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА»

E-mail: vniicormov@nm.ru

*В статье приведены результаты селекции фуражных сортов вики посевной и перспективы улучшения качества протеина в зерне.*

**Ключевые слова:** вика посевная, зернофуражный сорт, качество белка, цыплята-бройлеры.

Вика посевная – древнейшая культура. Первоначально ее семена использовались в пищевых целях. С развитием земледелия вику стали использовать только для получения вегетативной массы на корм скоту.

В конце XX века в земледельческой литературе появляются статьи, в которых рекомендовалось возделывание вики на зерно, благоприятно влияющее на молочную продуктивность коров. Виковая мука увеличивает выход масла, повышает его вкус и аромат. От введения в рацион коров 5 фунтов виковой муки вместо овсяной дерти удои увеличиваются. Рекомендовалось отказаться от импортных концентратов, заменяя их зерном вики собственного производства. Зерно вики должно найти широкое применение в кормлении крупного рогатого скота в средней и северной полосе России. В других статьях предупреждалось, что при кормлении крупного рогатого скота и свиней дертью вики ухудшаются вкусовые качества молочной продукции и свиного сала. Вика не получает признания как зернофуражная культура, несмотря на высокое содержание протеина в зерне [1, 2, 3, 4].

Высокая стоимость привозных семян, низкая урожайность, плохие вкусовые качества молока закрепили за зерном вики мнение о плохом и даже вредном корме. Среди объективных

причин – отсутствие специализированных сортов, субъективных – мнение о вике как хорошей однолетней траве, возделываемой в толоке (паровое поле) для получения сена.

Непосредственное использование зерна бобовых культур в кормлении сельскохозяйственных животных ограничивалось наличием в семенах антипитательных веществ, которые необходимо предварительно подвергнуть обработке для их расщепления.

Альтернативой дорогостоящей механической и другим обработкам зерна вики может быть целенаправленная селекция сортов с допустимым содержанием ингибиторов трипсина и цианосодержащих гликозидов для организации внутрихозяйственного производства полноценных дешевых кормовых смесей. В таких сортах особенно нуждаются небольшие фермерские и крестьянские хозяйства, используемые на корм птицы зерно злаковых культур собственного производства.

В рационах кормления птицы комбикорма могут составлять 100 %. Сегодня они обеспечены протеином не более 14 % при норме 20-25 %. Систематический недостаток полноценных комбикормов по обеспеченности протеином побудил нас вернуться к поиску местного, надежного, дешевого белкового сырья для небольших индивидуальных птицеводческих хозяйств.

По нашему мнению, дополнительным источником растительного белка могло быть зерно вики посевной, широко возделываемой в производстве почти всех регионов страны.

Исследованиями были выявлены коллекционные и селекционные образцы с высокой семенной продуктивностью, с низким содержанием в белке синильной кислоты при допустимом количестве ингибиторов трипсина [5]. Методом рекомбиногенеза и отбора были созданы 2 образца вики посевной. В результате творческого сотрудничества с отделом комбикормов и кормления сельскохозяйственных животных Всероссийского научно-исследовательского института кормов им. В. Р. Вильямса [6, 7] была установлена эффективность использования зерна этих образцов в комбикормах цыплят-бройлеров без предварительной технологической обработки зерна для снижения уровня антипитательных веществ. По эффективности использования зерна в комбикормах для цыплят-бройлеров кросса «Иза» [8] и «Смена-8» эти сортообразцы были признаны перспективными для использования их зерна в рационах цыплят-бройлеров.

Сорт Луговская 98 укосоно-зернового типа использования. Синильная кислота в зерне не обнаружена. Содержание протеина 26,5 %, сумма аминокислот 247,6, в том числе незаменимых 112,3 г/кг. Высокое содержание критических аминокислот: лизина 5,60, триптофана 0,34 и метионина 1,57 %. В опытной группе цыплят-бройлеров живая масса на конец опыта 2405 г при убойном выходе 72,73 %, в контроле соответственно 2373 г и 73,04 %. Результаты дегустации: бульон получил более высокий балл по прозрачности и цвету, а мясо – по запаху и жесткости.

В сорте сочетаются энергичные темпы роста, высокая засухоустойчивость до цветения. Сближенные междоузлия в генетической сфере растения обеспечивают более продолжительный период неполегания растений. Высокая урожайность зерна (до 3 т/га) обеспечивается за счет числа фертильных узлов с двумя и более бобами.

Сортообразец Луговская 15 характеризуется высоким содержанием протеина – 33,4 % и критических аминокислот: лизина 4,98, триптофана 0,45 и метионина 1,81 %. Содержание аминокислот 230,3, в том числе незаменимых 115,2 г/кг. В опытной группе цыплят-бройлеров живая масса на конец опыта 1970 г при убойном выходе 74,18 %, в контрольной соответственно 1972 г и 74,00 %.

Сортообразец предназначен для выращивания зернофуража, а не для заготовки силоса. Урожайность зерна в сортоиспытании достигала 3,5 т/га. Сортообразец отличается хорошей адаптивностью к различным погодным условиям, хорошо использует осадки второй половины лета, толерантен.

**Заключение.** Сотра вики Луговская 98 и Луговская 15 можно рассматривать как дополнительный перспективный источник белкового растительного сырья при использовании в составе комбикормов для цыплят-бройлеров.

Вика Луговская 15 типично зернофуражный сорт, рекомендован фермерским и крестьянским хозяйствам в качестве высоко белкового компонента кормосмесей собственного приготовления.

Экономически оправдан и безвреден. Ввод зерна вики Луговская 15 в состав комбикормов рекомендуется для бройлеров в количестве 15 % от массы комбикорма.

#### Литература

1. Леокене Л.В. К истории культуры вики посевной. Бюллетень ВИР им.Н.И. Вавилова. Выпуск 97. – Л. – 1980. – С. 20-24.
2. Советов А. О развитии кормовых трав на полях. – М. – 1860.
3. Левицкий П.И. Культура вики // Земледельческая газета. – 1883. – № 5. – С. 84-87.
4. Кулжинский С.О. О яровой вике на зерно // Хозяйство. 1915. – № 6. – С. 200-204.
5. Фицев А.И., Воронкова Ф.В., Коровина Л.М. Качество протеина и содержание антипитательных веществ в зерне различных сортов вики яровой // Доклады сельскохозяйственной науки. №1. – 2003. – С.18-20.
6. Фицев А.И., Тюрин Ю.С. Кормовая ценность вики кормовой 2217 // Кормопроизводство. 1999. – № 2. – С.27-29.
7. Косолапов В.М., Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Винжега Л.Н. Эффективность использования вики в кормовых рационах цыплят-бройлеров. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. – № 2 (10). – С.100-103.
8. Тюрин Ю.С., Косолапов В.М. Зернофуражные сорта вики посевной – дополнительный источник кормового белка. // Кормопроизводство. – № 12. – 2013. – С. 23-25.

### PROSPECTS OF SELECTION OF COMMON VETCH FOR GRAIN

**Yu. S. Tyurin, V. M. Kosolapov, A. P. Gaganov**

FGBNU «ALL-RUSSIAN WILLIAMS FODDER RESEARCH INSTITUTE»

**Abstract:** *Results of selection of forage varieties of common vetch and prospects for improving the quality of protein in the grain.*

**Keywords:** common vetch, fodder grain variety, quality of protein, broiler chickens.

УДК 635.656:581.4:581.111

### СКРИНИНГ ЛИНИЙ ГОРОХА С ИЗМЕНЕННОЙ АРХИТЕКТОНИКОЙ ЛИСТОВОГО АППАРАТА ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

**Г. В. СОБОЛЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

**А. А. ЗЕЛЕНОВ**, научный сотрудник, аспирант

ФГБНУ «ВНИИ зернобобовых и крупяных культур»

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

*Проведены лабораторные и полевые исследования линий рассечённолисточкового и многократно непарноперистого морфотипов по ряду показателей устойчивости растений к засухе. Установлено, что толерантность к водному стрессу контролируется генотипом и напрямую не зависит от морфотипа. По комплексу показателей выделены многократно непарноперистые линии Пап-772/7 и Пап-1126/8, обладающие повышенной относительной засухоустойчивостью. Выявлена лучшая корнеобеспеченность рассечённолисточковых линий в сравнении с контрольным сортом Батрак. Эти же линии, в целом, превосходят Батрак по активности антиоксидантных ферментов – каталазы и пероксидазы.*

**Ключевые слова:** горох, морфотип, водный режим, корневая система, осмотический стресс.

Горох – основная, широко возделываемая в различных почвенно-климатических условиях России зернобобовая культура. Классическая селекция, основанная на методах внутривидовой гибридизации, позволила создать сорта, обладающие высоким потенциалом продуктивности. Однако производство зерна гороха до сих пор остается нестабильным по годам. Современные сорта формируют высокий урожай лишь при высоком уровне

агротехники и оптимальных метеорологических условиях [1]. Среди природных факторов, оказывающих наибольшее отрицательное воздействие на все физиологические процессы роста и развития растений гороха и, в конечном счете, приводящих к потерям урожая, является водный стресс, вызванный засухой. Ожидается, что в связи с глобальным потеплением климата периодичность повторения засух по годам будет только усиливаться.

Селекция на устойчивость к засухе осложняется тем, что это комплексный признак, контролируемый многими генами [2, 3]. В связи с этим, для успешной работы по созданию новых высокоурожайных засухоустойчивых сортов в селекционный процесс должен быть вовлечен весь комплекс имеющихся методических подходов, способных существенно расширить спектр исходного материала. Наиболее распространенными являются лабораторные физиологические методы, в особенности, ранней диагностики на семенах и проростках, так как прямая оценка засухоустойчивости в полевых условиях требует многолетних исследований.

Среди большого разнообразия морфотипов гороха с точки зрения устойчивости к засухе практически не изучались обладающие высокими фотосинтетическими показателями перспективные рассечённолисточковые и многократно непарноперистые генотипы.

В связи с этим цель наших исследований заключалась в проведении скрининга линий гороха селекции ВНИИЗБК с изменённой архитектоникой листа по комплексу морфофизиологических признаков, определяющих устойчивость к засухе.

**Материал и методика проведения опытов.** Полевые опыты закладывались в селекционном севообороте института в 2014-2015 г.г. Почвы опытного участка темно-серые лесные, средней окультуренности. Содержание гумуса по Тюрину – 5 %. На 100 г почвы приходилось 17,0-18,8 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 7,7-10,1 K<sub>2</sub>O; pH солевой вытяжки 4,9-5,3. Осенью проводили зяблевую вспашку на глубину 20-25 см. Метеоусловия за оба года были относительно благоприятные. Однако в 2014 г. налив и созревание семян происходили в условиях засухи при дневной температуре воздуха, достигавшей 31,7-36,4<sup>0</sup>C, что отрицательно сказалось на крупности семян и величине урожая.

Пять рассечённолисточковых линий – Рас-665/7, Рас-678/8, Рас-1070/8, Рас-1098/8 и Рас-828/9 выращивали в сравнении с сортом Батрак на делянках площадью 8,2 м<sup>2</sup> в 4-кратной повторности. Урожай семян определяли путем взвешивания после уборки комбайном Сампо-130. В фазе 6 листьев путём откапывания 8-10 растений с каждой делянки определяли сырую массу и объём корней. Активность каталазы анализировали по Баху и Опарину [4], пероксидазы – по Бояркину [5] с модификацией на фотометре КФК-3.

Материалом для проведения скрининга на устойчивость к осмотическому стрессу в 2015 г. *in vivo* служили 9 образцов гороха: рассечённолисточковые – Рас-665/7, Рас-678/7, Рас-828/9, Рас-1070/8 и многократно непарноперистые – Пап-485/4, Пап-772/7, Пап-1126/8, мутант Агритек, Витязь. Контроль – сорт Фараон.

Оценку устойчивости генотипов гороха к дефициту влаги осуществляли на растворах сахарозы с осмотическим давлением 16 атм. согласно методике [6]. Контроль – вода. Тестовые показатели устойчивости к осмотическому стрессу: всхожесть семян, уровень относительной устойчивости (всхожесть семян в растворе сахарозы в % к контролю), относительный рост корня (длина зародышевого корня на сахарозе в % к контролю). При проведении анализа *in vivo* повторность 5-кратная, число семян в повторности-20. Подсчет проросших семян проводили на 7 сутки. Водоудерживающую способность растений определяли в фазе бутонизация -начало цветения методом завядания срезанных растений, в десятикратной повторности [7]. Основные количественные показатели подвергали вариационно-статистической обработке [8].

**Результаты и обсуждение.** Корневая система выполняет важные функции водного и минерального питания растения. От массы и объёма корней в значительной степени зависит обеспеченность организма этими веществами. В результате определения показателей в полевых условиях установлено, что в среднем за 2 года по массе корней рассечённолисточковые линии превосходят исходный сорт Батрак на 10,4-37,6 %, а по объёму

на 13,8-22,9 % (табл. 1). Это свидетельствует о более высоком потенциале поглощения веществ корневой системой растениями рассечённолисточкового морфотипа и о их повышенных адаптивных возможностях.

В то же время в этом опыте подтверждается установленная [3] положительная корреляционная связь между площадью листовой поверхности, которая у рассечённолисточковых больше чем у усатых, и размером корневой системы.

Таблица 1

**Развитие корневой системы у рассечённолисточковых линий (фаза 6 листьев)**

Сорт, линии	Масса корня (сырая), г/растение			Объём корня, см <sup>3</sup> /растение		
	2014	2015	среднее	2014	2015	среднее
Батрак	0,98	1,52	1,25	8,45	8,25	8,30
Рас-665/7	1,16	2,25	1,70	9,40	11,00	10,20
Рас-678/7	0,92	1,84	1,38	8,80	10,10	9,45
Рас-1070/8	1,27	2,17	1,72	9,45	10,50	9,98
Рас-1098/8	1,21	2,02	1,62	9,45	9,95	9,70
Рас-828/9	1,06	1,93	1,50	9,55	9,75	9,65
НСР <sub>05</sub>	0,11	0,17		0,64	0,81	

Однако указанное преимущество рассечённолисточковых линий не отразилось на их урожайности (табл. 2). В первую очередь это объясняется недостаточной устойчивостью рассечённолисточковых линий к полеганию. Коэффициент устойчивости, как отношение высоты стеблестоя к длине стебля, перед уборкой у Батрака составил 70,8 %, у рассечённолисточковых линий 47,5-64,1 %. Несмотря на это, линия Рас-1098/8 по урожаю семян не уступила сорту Батрак.

Таблица 2

**Урожай семян рассечённолисточковых линий**

Сорт, линии	Урожай семян, т/га			Снижение 2014 г. к 2015, %
	2014	2015	среднее	
Батрак	2,96	4,07	3,52	27,3
Рас-665/7	2,84	3,50	3,17	18,9
Рас-678/7	2,96	3,42	3,19	13,4
Рас-1070/8	2,77	3,44	3,11	19,5
Рас-1098/8	3,39	4,10	3,75	17,3
Рас-828/9	2,63	3,67	3,15	28,3
НСР <sub>05</sub>	0,18	0,27		

Относительно низкая урожайность образцов в 2014 г. в определённой степени вызвана воздушной засухой в период налива семян. Реакция на этот стресс оказалась неоднозначной. Урожай семян рассечённолисточковых линий, кроме Рас-828/9, был ниже 2015 г. на 13,4-19,5 %, а у Батрака и Рас-828/9 снижение составило 27,3 и 28,3 % соответственно. У обоих образцов отмечена низкая масса корневой системы. Реакция Рас-828/9 на стресс объясняется её происхождением: она получена в результате насыщающего скрещивания (Рас-тип х Батрак) х Батрак. Другие линии – результат парных скрещиваний: Рас-665/7 и Рас-678/7 выделены из комбинации Рас-тип х Батрак, Рас-1070/8 – из Рас-тип х Мадонна, Рас-1098/8 – из Рас-тип х Опорный 1. Рас-тип – спонтанный мутант, обнаруженный в сорте Батрак.

В лабораторных исследованиях по изучению устойчивости к осмотическому стрессу и водному режиму кроме рассечённолисточковых линий участвовали и образцы с многократно непарноперистыми листьями. Это связано с существенными потерями урожая последних в засушливые годы [9].

При проращивании семян на растворах сахарозы (16 атм.) уровень устойчивости (всхожесть семян в растворе сахарозы в процентах к контролю) у изученных генотипов изменялся от 0 до 100 % (табл. 3).

**Влияние осмотического стресса на всхожесть семян и развитие зародышевого корня у селекционных линий гороха**

Образцы	Всхожесть семян, %			Длина зародышевого корня, см.		
	контроль	сахар, 16 атм.	уровень устойчивости*	контроль	сахар, 16 атм.	относит. рост корня, %
Рас-665/7	100	40	40	2,65	0,31	11,70
Рас-678/7	90	0	0	2,04	0	0
Рас-828/9	100	0	0	2,58	0	0
Рас-1070/8	100	10,0	10,0	3,98	0,14	3,52
<i>Среднее по группе</i>	<i>97,50</i>	<i>12,5</i>	<i>12,5</i>	<i>2,81</i>	<i>0,11</i>	<i>3,81</i>
Пап-485/4	95	70	73,7	4,47	0,82	18,34
Пап-772/7	100	100	100	4,01	1,04	25,94
Пап-1126/8	100	80	80	3,38	0,74	21,89
Мутант Агритек	85	0	0	0,92	0	0
Витязь	85	0	0	2,59	0	0
<i>Среднее по группе</i>	<i>93,0</i>	<i>50,0</i>	<i>50,74</i>	<i>3,07</i>	<i>0,52</i>	<i>13,23</i>
Фараон st.	100	85	85	3,30	0,75	22,73

\*Уровень устойчивости – всхожесть семян в растворе сахарозы в % к контролю

Максимальную устойчивость к осмотическому стрессу проявили линии с многократно непарноперистым типом листа: Пап-772/7, Пап-1126/8, Пап-485/4, уровень относительной устойчивости которых составил 100 %, 80 % и 73,7 % соответственно. У данных линий наблюдалось и лучшее развитие зародышевого корня в сравнении с рассеченнолисточковым морфотипом, относительный рост которого варьировал от 18,34 до 25,94 %. Не проросли в условиях данной осмотической нагрузки генотипы: Рас-678/7, Рас-828/9 (рассеченнолисточковый тип листа), мутант Агритек и Витязь (многократно непарноперистый тип листа).

Способность семян прорасти в растворах осмотиков, имитирующих недостаток влаги, отражает с одной стороны, наследственное свойство прорасти при относительном недостатке воды, с другой – наличие высокой сосущей силы, обеспечивающей быстрое поглощение нужного количества воды. Но, устойчивость к засухе определяется различными механизмами, действующими на разных уровнях организации растений [2, 3, 10]. Среди механизмов адаптации растений к абиотическим стрессам важная роль отводится таким показателям водного режима, как водоудерживающая способность тканей растений и общая оводненность определяемым в критический период гороха к недостатку влаги (фаза бутонизация – цветение). Анализ данных показал, что практически все изученные генотипы характеризуются статистически достоверно более высокой способностью удерживать воду в процессе завядания в сравнении с контролем (табл. 4).

Потери воды за 6 часов завядания у сорта Фараон (контроль) составили 26,07 % от начального веса, у селекционных линий колебались от 19,96 % (Рас-828/9) до 26,57 % (Пап-485/4). Средние показатели по каждому из морфотипов практически одинаковы: 23,08 % у рассеченнолисточковых линий, 23,33 % – у многократно непарноперистых. Но указанные линии достоверно отличаются от средних величин. Если поведение Рас-828/9 можно связать с её происхождением, то для Пап-485/4 сделать это труднее. Она выделена из F<sub>2</sub> гибридной комбинации JL-143 (Великобритания) x Батрак; Пап-772/7 – из F<sub>4</sub> той же комбинации, а Пап-1126/8 – из F<sub>3</sub> Пап-485/4 x Adept (Чехия). Овощной сорт Витязь создан на Крымской опытной станции ВИР им. Н.И. Вавилова в результате скрещивания безлисточкового сорта Усатый 5 (ВНИИССОК) с безусиковым образцом Акация (ВИР, К-521).

Содержание воды в тканях растений варьировало от 77,17 % (Рас-1070/8) до 81,49 % (Пап-485/4). Статистически достоверно по данному показателю превысили контроль (79,10 %) многократно непарноперистые линии: Пап-1126/8 (81,01 %), Пап-772/7 (81,86 %), Пап-485/4 (81,49 %) и сорт Витязь (80,59 %).

**Потери воды в % от ее первоначальной массы и общее содержание воды в тканях растений селекционных линий гороха, 2015 г. (Фаза бутонизация – начало цветения)**

№ п/п	Образцы	Потери воды в процессе завядания, %				Общее содержание воды в тканях, %
		За 1 час	За 2 часа	За 4 часа	За 6 часов	
1	Рас-665/7	7,19	11,77	18,82	24,15	78,64
2	Рас-678/7	7,29	11,83	18,38	23,49	77,59
3	Рас-828/9	5,74	10,12	15,70	19,96	79,71
4	Рас-1070/8	6,58	11,62	19,34	24,71	77,17
5	Пап-485/4	9,03	14,13	20,88	26,57	81,49
6	Пап-772/7	6,41	10,89	16,51	21,61	81,16
7	Пап-1126/8	5,87	10,30	16,36	21,32	81,01
8	Витязь	7,40	12,06	18,01	23,80	80,59
9	Фараон st.	7,54	13,89	20,21	26,07	79,10
	<i>HCP<sub>05</sub></i>	<i>1,18</i>	<i>1,38</i>	<i>1,51</i>	<i>1,84</i>	<i>1,17</i>

Неспецифическим фактором устойчивости растений к стрессу, в частности к засухе, является антиоксидантная система защиты, которая нейтрализует активные формы кислорода, накапливающихся в клетках в избыточных количествах, что вызывает окислительные повреждения жизненно важных структур клетки и нарушения физиолого-биохимических процессов. Устойчивые генотипы обладают, как правило, наибольшей эффективностью антиокислительных ферментов, среди которых наиболее значимы каталаза и пероксидаза [3].

Каталаза и пероксидаза разлагают пероксиды. При этом пероксидаза обладает к ним высоким сродством и использует её для окисления органических веществ клетки. Часть перекиси, не использованная пероксидазой, в дальнейшем разрушается каталазой.

В нашем опыте активность каталазы в листьях рассечённолисточковых растений была выше, чем в усиках Батрака, особенно выделилась линия Рас-1098/8, а наименьшей, немного превышая Батрак, она была у линии Рас-828/9 (рисунок).

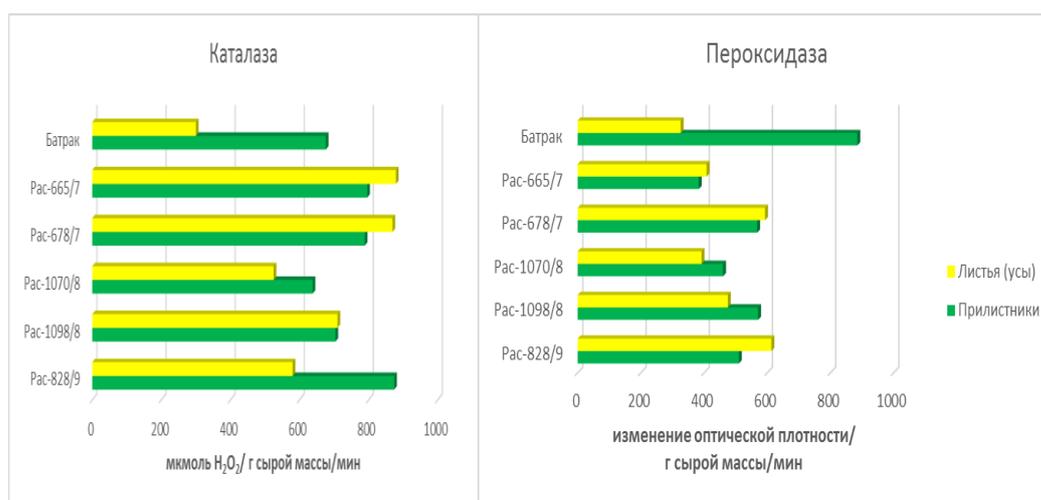


Рис. Активность антиоксидантных ферментов у рассечённолисточковых линий, фаза цветения

В прилистниках активность каталазы не зависела от морфотипа растений. Несколько выше она была лишь у линии Рас-828/9, которая по существу является полуизогенной линией

Батрака, подобно этому сорту. По активности пероксидазы листочки Рас-665/7, Рас-678/7 и Рас-1070/8 не имели преимуществ перед усиками, у линий Рас-1098/8 и Рас-828/9 они превосходили усики. В прилистниках этот фермент был более активным у Батрака.

Сорт Батрак впервые был допущен к использованию в производстве в 1999 г. и за время испытания и возделывания показал достаточно высокую устойчивость к засухе. Изученные линии рассечённолисточкового морфотипа по активности каталазы и пероксидазы, в целом, по неспецифической ферментной засухоустойчивости превосходят сорт Батрак.

**Выводы.** В результате комплексной оценки основных показателей устойчивости к водному дефициту установлено, что толерантность к водному стрессу контролируется генотипом и напрямую не зависит от морфотипа. По сумме проанализированных показателей (всхожесть семян в растворах сахарозы, относительный рост зародышевого корня, водоудерживающая способность растений и оводненность) выделены селекционные линии: Пап-772/7 и Пап-1126/8, обладающие повышенной относительной засухоустойчивостью.

Отмеченное в предыдущих исследованиях значительное снижение урожайности многократно непарноперистой формы в засушливые годы, по-видимому, связано с другими факторами продукционного процесса.

Благодаря лучшему развитию корневой системы (в среднем на 24,0 % по массе и 18,4 % по объёму) растения рассечённолисточкового морфотипа обладают потенциально более высокой устойчивостью к засухе в сравнении с усатым сортом Батрак.

Рассечённолисточковые линии гороха по активности антиоксидантных ферментов в листьях и прилистниках превосходят исходный сорт Батрак.

#### Литература

1. Кондыков И.В. О стабилизации уровня семенной продуктивности у гороха // Сб. «Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях». – Орел, 2008. – С. 309-316.
2. Зеленов А.Н., Долгополова Л.Н., Измалков В.И. Физиологические основы селекции зернобобовых культур на засухоустойчивость // Сб. «Устойчивость зернобобовых и крупяных культур к неблагоприятным факторам среды и пути её повышения». – Орёл, 1982. – С. 4-16.
3. Новикова Н.Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2012. – № 1. – С. 53-58
4. Филипович Ю.Б. Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. – М.: Просвещение, 1975. – 318 с.
5. Плешков Б.П. Практикум по общей биохимии растений. – М.: – Колос, 1976. – 226 с.
6. Долгополова Л.Н., Лаханов А.П. Методика комплексной оценки засухоустойчивости гороха и вики. –Орел, 1974. – 24 с.
7. Практикум по физиологии растений (под ред. Третьякова Н.Н.) // – М.:Агропромиздат, 1990. – 271 с.
8. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск: Вышэйшая школа. – 320 с.
9. 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.
10. Удовенко Г.В. Устойчивость растений к абиотическим стрессам // Кн. В.А. Драгавцев, Г.В. Удовенко, Н.Ф. Батыгин и др. Физиологические основы селекции растений. Под ред. Г.В. Удовенко. – СПб: Изд. ВИР, 1995. – С. 293-352.

### SCREENING OF LINES OF PEAS WITH THE VARIATED ARCHITECTONICS OF THE FOLIAR APPARATUS ON MORPHOLOGICAL INDICATORS OF DROUGHT RESISTANCE

G. V. Soboleva, A. A. Zelenov

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

**Abstract:** Laboratory and field researches of lines of dissected pinnuled leaf and suprade odd-pinnate morphotypes on a series of indicators of resistance of plants by a drought are conducted.

*It is established that tolerance to water stress is supervised by a genotype and directly does not depend on a morphotype. On a complex of indicators the suprade odd-pinnate lines Pap-772/7 and Pap-1126/8, possessing the raised relative drought resistance are determined. The best root development of dissected pinnuled leaf lines in comparison to the Batrak check variety is revealed.*

*The same lines, as a whole, surpass the Batrak in activity of antioxidant enzymes - catalase and peroxidase.*

**Keywords:** peas, morphotype, water regime, root system, osmotic stress.

УДК635.655.581.1

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ, ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ

**Е. В. ГОЛОВИНА, В. Н. ЗАЙЦЕВ**, кандидаты сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*Изучены водный режим, пигментный комплекс и урожайность сортов сои северного экотипа. Установлено: морфологические особенности сорта влияют на показатели водного баланса. По особенностям адаптивных реакций к недостатку влаги выделены две группы сортов.*

**Ключевые слова:** соя, водный режим, хлорофилл, каротиноиды, продуктивность.

Продуктивность растений в большой степени зависит от агрометеорологических условий: температуры, влагообеспеченности, физико-химических свойств почвы. Потери урожая бобовых от засухи в условиях умеренно-континентального климата достаточно велики. Прогнозирование изменения климата в сторону потепления и аридности обостряет ситуацию. Степень отрицательного воздействия засухи определяется не только ее продолжительностью, но и возрастом и физиологическим состоянием растения. Устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям должна быть обеспечена перестройкой физиологических и метаболических процессов в растениях, позволяющей снизить потери органических веществ, полученных в результате синтеза и реутилизации [1]. Достичь этого можно путем совершенствования агротехнологий и созданием сортов, способных формировать высокий урожай при воздействии стрессоров различной напряженности.

Большую регуляторную роль в жизнедеятельности растений играет их водный статус, оценка которого современными методами, в том числе физиологическими и биохимическими, позволяет выявить его влияние на ростовые, продукционные, адаптационные процессы при взаимодействии «генотип-среда».

Цель наших исследований состояла в оценке водного режима, состояния пигментного комплекса и продуктивности сортов сои северного экотипа в контрастных метеорологических условиях.

**Методы исследования.** В 2013-2015 гг. в полевых условиях на сортах сои Зуша, Красивая Меча, Ланцетная, Мезенка и Свапа селекции ВНИИЗБК проведены исследования водного режима растений сортов сои. Влажность листьев определяли весовым методом после высушивания при 90°C, относительную тургесцентность (относительное содержание воды) и водный дефицит вычисляли согласно методикам [2, 3], водоудерживающую и поглощающую способность оценивали методом завядания срезанных листьев [4]. Расчет содержания хлорофиллов и каротиноидов проводили по [5, 6, 7, 8].

2013-2015 годы различались по погодным условиям (табл. 1). 2013 год достаточно влажный, ГТК 1,5. В 2014 году за период вегетации выпало всего 184 мм осадков, ГТК 1,0. За 10 предыдущих лет меньше влаги было только в 2010 году (146 мм). 2015 год теплый (среднемесячная температура выше нормы на 1-3°C), влажный, ГТК равен 1,5.

**Результаты исследований.** Для понимания роли стрессоустойчивости сои в формировании урожая необходимо выявить физиолого-генетические механизмы регуляции формирования элементов продуктивности в неблагоприятных условиях среды. О роли

механизмов засухоустойчивости можно судить по результатам оценки различных показателей водного режима.

Содержание воды в листьях изменяется под влиянием различных внешних факторов и процессов, протекающих в самом растении. Основные параметры, определяющие оводненность листьев, количество выпавших осадков и температура воздуха.

Таблица 1

**Агрометеорологические условия**

Показатели	Месяцы					$\sum t \geq 10^{\circ}\text{C}$ за вегетационный период
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Средняя температура воздуха за месяц, $^{\circ}\text{C}$						
Средняя многолетняя	13,8	16,8	18,0	17,0	11,7	
2013 г.	18,0	19,8	18,8	19,0	10,6	
2014 г.	15,5	16,3	20,9	20,0	13,6	
2015 г.	14,9	18,4	18,8	19,2	15,6	
Количество осадков за месяц, мм						$\sum$ осадков, мм за вегетационный период
Среднее многолетнее	51,0	73,0	81,0	63,0	67,0	
2013 г.	64,3	68,5	49,5	33,2	108,5	
2014 г.	124	53,3	19,4	14,4	40,5	
2015 г.	64,7	38,3	107,2	15,2	68,7	

В 2013 году в период цветения выпало достаточное количество осадков и содержание воды в листьях высокое 86-87 % у всех сортов (табл. 2). В засушливом 2014 году оводненность листьев снизилась до 67-72 %. В 2015 году влажность листьев составила 75-77 %. В среднем за 3 года у сортов Зуши, Мезенки и Свапы оводненность листьев выше, чем у Ланцетной и Красивой Мечи на 2 %.

Таблица 2

**Влажность листьев сортов сои, %. Налив бобов**

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	$\bar{x}$
Ланцетная	86	67	73	75
Красивая Меча	87	68	70	75
Зуша	86	71	73	77
Мезенка	86	72	72	77
Свапа	86	72	73	77
НСР <sub>05</sub>	1,004	1,576	1,763	

В 2013 году при достаточной влагообеспеченности водный дефицит (количество воды, недостающей до полного насыщения) составил в среднем по сортам 4,6 %, относительная тургесцентность (отношение содержащейся воды в листьях к ее количеству, обеспечивающему полный тургор) – 94 %. В 2015 году сложились наилучшие за три года условия по влагообеспеченности и водный дефицит снизился в среднем до 2,6 %, относительная тургесцентность увеличилась до 96 %. В засушливых условиях 2014 года эти показатели были на уровне 6 % и 89 % соответственно (табл. 3, 4). В среднем за три года у Зуши, Мезенки и Свапы водный дефицит несколько ниже, а относительная тургесцентность выше, чем у Ланцетной и Красивой Мечи.

Таблица 3

**Водный дефицит тканей листьев сортов сои, %. Налив бобов**

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	$\bar{x}$
Ланцетная	5	8	3	5
Красивая Меча	5	6	3	5
Зуша	5	5	2	4
Мезенка	4	5	2	4
Свапа	4	6	3	4
НСР <sub>05</sub>	1,881	2,350	1,002	

Таблица 4

**Относительная тургесцентность тканей листьев сои, %. Налив бобов**

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	$\bar{x}$
Ланцетная	91	88	96	92
Красивая Меча	95	89	95	93
Зуша	96	89	97	94
Мезенка	94	91	98	94
Свапа	96	91	96	94
НСР <sub>05</sub>	3,615	4,461	2,102	

Одним из показателей, служащим средством физиологического контроля за водным режимом, является водопоглощающая способность листьев. В 2013 и 2015 годах водопоглощающая способность в среднем по сортам составила 25-26 % (табл. 5). В 2014 году этот показатель при усилении дефицита влаги снизился в среднем по сортам до 14 %. Зуша, Свапа и Мезенка способны восстанавливаться после сильного обезвоживания в большей степени, чем Ланцетная и Красивая Меча.

Таблица 5

**Водопоглощающая способность сортов сои**

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	$\bar{x}$
Ланцетная	12	13	18	14
Красивая Меча	23	10	22	18
Зуша	31	14	32	26
Мезенка	32	15	28	25
Свапа	28	16	32	25
НСР <sub>05</sub>	6,420	3,261	4,112	

В регулировании водообмена растений значительную роль играет их водоудерживающая способность, обусловленная содержанием в клетках осмотически активных веществ, способностью коллоидов к набуханию и проницаемостью клеточных мембран. При недостатке влаги увеличивается количество связанной воды и водоудерживающая способность. В засушливом 2014 году в фазу цветения этот показатель колебался от 18 до 28 % в зависимости от сорта (рис. 1). Отсутствие осадков в течение 20 суток в период от цветения до налива бобов способствовало росту водоудерживающей способности растений сои. У сортов, обладающих более высокой степенью засухоустойчивости, при усилении засухи водоудерживающие силы возрастают интенсивнее. У Свапы, Зуши и Мезенки водоудерживающая способность в налив бобов была максимальной и достигала 39 – 41 %, у Ланцетной и Красивой Мечи 31 и 34 % соответственно.

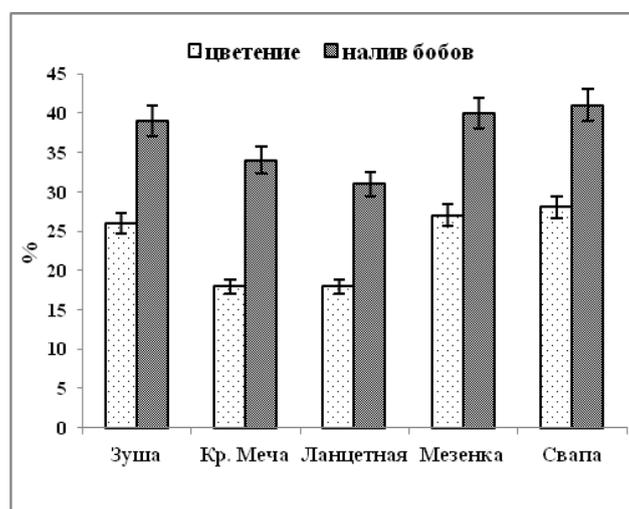


Рис. 1. Водоудерживающая способность тканей сортов сои, 2014 год

В среднем за 3 года водоудерживающая способность Мезенки, Зуши и Свапы выше, чем у Ланцетной и Красивой Мечи более чем на 30 % (табл. 6).

Таблица 6

**Водоудерживающая способность тканей сортов сои**

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	— x
Ланцетная	33	31	27	30
Красивая Меча	19	34	33	29
Зуша	33	39	49	40
Мезенка	39	40	47	42
Свапа	30	41	36	36
НСР <sub>05</sub>	6,527	3,254	6,844	

Каротиноиды участвуют в системе защиты клеток от воздействия неблагоприятных факторов среды и от засухи в том числе. В засушливом 2014 году количество каротиноидов в листьях сортов сои в среднем по сортам выше, чем в 2013 и в 2015 годах на 52 % и на 102 % соответственно (рис. 2). Сорта Зуша, Свапа и Мезенка в 2014 году по содержанию каротиноидов превосходят Красивую Мечу и Ланцетную на 30,4 %.

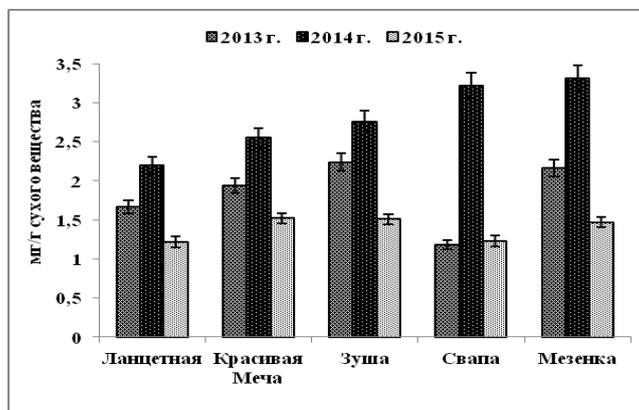


Рис. 2. Содержание каротиноидов в листьях сортов сои, начало плодообразования

Для различных видов растений установлено: у более стойких к засухе сортов на фоне недостаточного увлажнения наблюдается повышенное содержание зеленых пигментов [9, 10, 11]. В нашем опыте в засушливом 2014 году в среднем по сортам сумма Хл *a* +ХЛ *b* выше, чем в 2013 и 2015 годах на 32 % и 19 % соответственно (рис. 3). Максимальное содержание хлорофилла в 2013 году у Зуши и Свапы 10,0-10,1 мг/г сухого вещества. У Красивой Мечи за годы исследований этот показатель наиболее низкий по сравнению с другими сортами от 6,5 до 8,6 мг/г сухого вещества. Сорта Зуша, Мезенка и Свапа по 3-х летним данным превосходят Красивую Мечу и Ланцетную по количеству хлорофилла в листьях на 16 %.

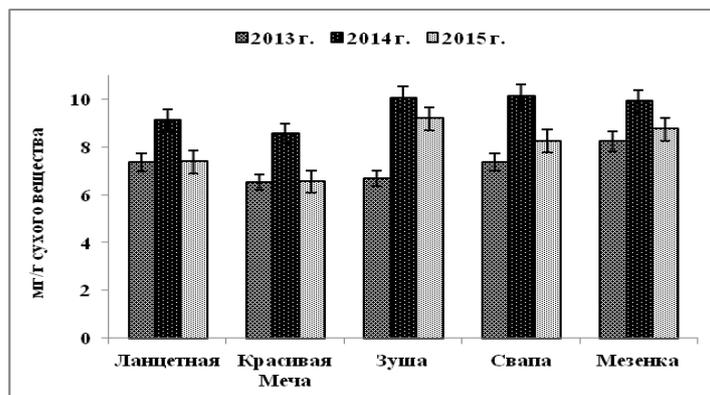


Рис. 3. Содержание Хл *a* +ХЛ *b* в листьях сортов сои, начало плодообразования

В 2014 году высокая засухоустойчивость и лучшая оводненность тканей сортов Зуши, Мезенки и Свапы, связанные с хорошим развитием корневой системы, привели к образованию на верхних ярусах невыполненных бобов, не успевших сформировать к уборке зрелые семена (табл. 7). Вегетативная масса у Зуши, Мезенки и Свапы в 2014 году также выше, чем у Красивой Мечи и Ланцетной.

Таблица 7

**Хозяйственно ценные признаки сортов сои. Полная спелость**

Сорт	Количество продуктивных бобов				Количество непродуктивных бобов				Длина стебля, см			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	— х	2013 г.	2014 г.	2015 г.	— х	2013 г.	2014 г.	2015 г.	— х
Ланцетная	27	19	49	31,7	2	1	1	1,3	83	73	70	75
Кр. Меча	24	20	41	28,3	2	1	1	1,3	93	63	64	73
Свапа	18	22	50	30,0	1	2	2	1,7	120	135	88	114
Зуша	20	31	39	30,0	1	4	4	3,0	101	101	87	96
Мезенка	22	31	52	35,0	1	4	2	2,3	105	120	95	107
НСР <sub>05</sub>	2,823	2,601	4,532		0,117	0,364	1,680		9,365	8,169	5,403	

Таблица 7

**Хозяйственно ценные признаки сортов сои (продолжение)**

Сорт	Вегетативная масса растения, г				Количество семян				Масса 1000 семян, г				Масса корня, г			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	— х	2013 г.	2014 г.	2015 г.	— х	2013 г.	2014 г.	2015 г.	— х	2013 г.	2014 г.	2015 г.	— х
Ланцетная	15,0	13,9	17,7	15,3	54	33	111	66,0	124	182	154	153	1,0	0,8	1,8	1,2
Кр. Меча	12,2	14,1	13,5	13,6	48	37	88	57,7	109	170	136	138	1,3	0,8	1,3	1,1
Свапа	11,7	15,4	15,4	13,8	40	37	117	64,7	121	143	121	128	1,5	1,4	1,9	1,6
Зуша	15,3	20,2	15,6	17,0	35	51	89	58,3	157	155	144	152	2,3	2,0	2,1	2,1
Мезенка	14,0	18,6	18,0	16,9	51	58	126	78,3	110	125	122	119	2,6	2,1	2,5	2,4
НСР <sub>05</sub>	2,226	3,155	3,420		4,970	5,264	9,184						0,857	1,020	0,997	

У сортов Красивая Меча и Ланцетная распределение пластических веществ более эффективно: минимальное количество непродуктивных бобов, более крупное зерно. Все это способствовало в 2014 году формированию у Красивой Мечи и Ланцетной достаточно высокой урожайности на уровне 2,6-2,8 т/га, несмотря на засушливые условия (табл. 8). Максимальная урожайность в среднем за 3 года у Мезенки 2,84 т/га. Соя наиболее требовательна к количеству влаги в период всходов, бутонизации и начала плодообразования. В 2014 году запас влаги во время прохождения соей этих фаз был достаточным. Отсутствие осадков в период налива бобов практически не повлияло на урожайность.

Таблица 8

**Урожайность сортов сои, т/га**

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	$\bar{x}$
Красивая Меча	2,26	2,58	2,40	2,41
Ланцетная	2,46	2,77	2,42	2,55
Мезенка	2,84	2,59	3,08	2,84
Зуша	2,76	2,51	2,56	2,61
Свапа	2,60	2,58	2,82	2,67
НСР <sub>05</sub>	0,353	0,438	0,528	

Таким образом, изученные сорта используют различные физиологические механизмы адаптации к недостатку влаги. По показателям засухоустойчивости их можно разделить на 2 группы. Зуша, Мезенка и Свапа обладают лучшими показателями водного режима и более высоким содержанием хлорофиллов и каротиноидов в засушливых условиях. Ланцетная и

Красивая Меча более скороспелые, отличаются сбалансированным распределением пластических веществ, что позволяет уйти от негативного воздействия засухи в течение вегетации и сформировать урожай на уровне сортов 1-й группы.

#### Литература

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика: В трех томах. М.: изд-во «Агрорус», 2009. – 2014 с.
2. Tambussi E.A., Nogues S., Araus J.L. Earof durum wheat under water stress: water relations and photosynthetic metabolism // *Planta*, 2005. – V. 221. – P. 446-458.
3. Yordanov I., Tsonev T., Goltsev V. et al. Interactive effect of water deficit and high temperature on photosynthesis of sunflower and maize plants. 1. Changes in parameters of chlorophyll fluorescence induction kinetics and fluorescence quenching // *Photosynthetica*, 1997. – V. 3. – N. 3-4. – P. 391-402.
4. Кожушко Н. Н. Оценка засухоустойчивости полевых культур. // *Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство)* под ред. Г. В. Удовенко. Л., 1988. ВИР. - С. 10-25.
5. Johnson D.A., Asay K.N. A technique for assessing seedling emergence under drought stress // *Crop Sci.*, 1978. – V. 18. – N 3. – P. 520.
6. Saint-Clair P.M. Germination of *Sorghum bicolor* under polyethylene glycol induced stress // *Canadian J. Plant Sci.*, 1976. – V. 56. – N 1. – P. 26.
7. Williams T.V., Shell R.S., Ellis J.F. Methods of measuring drought tolerance in corn // *Crop Sci.*, 1967. – V. 7. – N 3. – P. 179.
8. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents // *Biochem. Soc. Trans.*, 1983. – V. 11. – N 5. – P. 591-592.
9. Тарчевский И. А. Фотосинтез и засуха // Казань: Университет, 1964. - 197 с.
10. Шматько И.Г., Лукина Л.Ф. Изменение в водном режиме и пигментной системе сортов озимой пшеницы при дефиците влаги // В сб.: Рост и устойчивость растений. Киев: Наукова думка, 1965. - Вып. 1. - С. 258-262.
11. Кушниренко М.Д., Медведева Т.Н., Крюкова Е.В. Водный режим и состояние пластидного аппарата растений // *Физиология и биохимия культ. растений*, 1971. – Т. 3. – В. 6. – С. 563-568.

## INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON A WATER REGIME, PIGMENTARY COMPLEX AND PRODUCTIVITY OF SOYA

E. V. Golovina, V. N. Zajcev

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

**Abstract:** *Water regime, pigmental complex and productivity of varieties of soya of the northern ecotype are studied. It is found out that morphological features of a variety influence water balance indicators. By features of adaptive reactions to a moisture deficit two groups of varieties are determined.*

**Keywords:** soya, water regime, chlorophyll, carotenoids, productivity

УДК635.655:631.53

## СОЯ КАК ПРЕДШЕСТВЕННИК ОЗИМЫХ КУЛЬТУР

В. Н. ЗАЙЦЕВ, А. И. ЗАЙЦЕВА, В. И. МАЗАЛОВ\*,

кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

\*ФГБНУ «ШАТИЛОВСКАЯ СХОС»

*В статье рассмотрены вопросы возделывания сои в Центральном федеральном округе. Показана роль адаптивной селекции в создании скороспелых сортов сои для каждого агроэкологического района. Рекомендуются использование раннеспелых сортов сои в качестве предшественника озимых культур.*

**Ключевые слова:** соя, сорт, скороспелость, детерминантность, отбор, транспирация, предшественник.

Для условий Центрального федерального округа Российской Федерации соя – новая нетрадиционная культура. В 2001 году в данном округе посевные площади занимали всего 7,94 тыс. га, тогда как в 2015 году – 530 тыс. га. Причем 93,2 % из этих площадей приходилось

на ЦЧР и только 6,8 % на Центральный район Нечерноземья (36, 35 тыс. га).

Следует также отметить, что за 15 лет динамика роста посевных площадей под соей в ЦФО имеет тенденцию к увеличению и выросла более чем в 66 раз. В текущем сезоне округ вышел на второе место в Российской Федерации по посевным площадям, занятым соей (26,2 %) и по валовому производству её – 34,46 % (866,6 тыс. тонн). На Южный ФО приходится всего – 11,7 %. Основным производителем сои в стране является Дальневосточный ФО – 47,1 % (1,18 млн. тонн).

В целом по Российской Федерации производство сои составило более 2,5 млн.тонн (Росстат, 30.10.2015). Центральный ФО представлен широким разнообразием экологических, эдафических и погодных условий. Возделывание сои здесь стало возможным благодаря агроэкологически адресной селекции сортов, адаптированных к конкретным местным микроклиматам и почвенным типам. Совершенно ясно, что для каждого ареала возделывания сои не может быть универсального сорта, одинаково пригодного для всех агроклиматических районов. Не случайно А.А.Жученко отмечал: «время универсальных сортов уходит в прошлое» [1].

Сунь Син-Дун (1958) указывал: «ареал сои чрезвычайно обширен, но приспособляемость её форм (сортов) весьма ограничена. При перенесении форм сои из одной местности в другую рост её угнетается. Климатические изменения вредным образом отражаются не только на урожайности сои и её качестве, но также и на величине семян» [2].

Созданные сорта сои в Центральном федеральном округе по фотопериодизму отличаются слабой чувствительностью к длине светового дня. Они характеризуются наиболее тесной «пригнанностью» к местным экологическим условиям. В известной мере это согласуется с выводом А.А. Жученко (2004), что «...степень приспособленности видов и сортов растений к местным условиям выступает в качестве основополагающего фактора» [1]. Для южной части Центрального района Нечерноземья в Рязанском НИИСХ созданы сорта сои очень раннеспелые с продолжительностью вегетационного периода 81...90 суток: Светлая, Касатка, Малета и раннеспелые (91...110 суток): Магева, Окская. Эти сорта адаптированы к пониженной реакции почвенного раствора и могут реализовывать свою потенциальную продуктивность при РН 5,1...5,8 [3]. Как отмечал Г.С. Посыпанов «в Центральном Нечерноземье под сою необходимо выбирать поля со слабокислой реакцией почвы или севооборот, предназначенный для выращивания сои необходимо весь производствковать. При этом вспашку проводить плугом без предплужника для более равномерного распределения извести по всему пахотному слою. Для более полной нейтрализации кислотности пахотного слоя почвы известкование лучше проводить под предшествующую сое культуру» [4].

В северной части ЦЧР обеспеченность территории суммами активных температур ( $\Sigma t^{\circ}\text{C} > +10^{\circ}$ ) за тёплый период колеблется по годам в пределах 2070°...2900°. Суммы осадков за этот период составляют от 212 мм до 432 мм, а гидротермический коэффициент равен 0,8...2,0. Таким образом, представленный агроклиматический район по обеспеченности основными метеорологическими факторами характеризуется от засушливого до избыточно увлажнённого.

В этом ареале успешно созревают раннеспелые сорта сои с вегетационным периодом 91...110 суток – Ланцетная, Свапа, Красивая Меча, Малета, Магева, Окская, Светлая. Для их роста и развития за вегетацию требуется сумма активных температур равная 1650°...2100°С, а среднеранняя группа (111...120 суток): Белор, Берлин, Брянская 11, Брянская Мия и др. в отдельные годы не достигают полной спелости. Так, в 2003 году фактическая обеспеченность терморесурсами тёплого периода составила всего 2070°С. Из-за недостатка тепла не созрели сорта: Белгородская 48, Брянская 11, Лучезарная.

Целесообразность создания раннеспелых сортов подтверждается выводами А.К. Лещенко, которая писала, что «в селекции сои зернового использования очень актуально создание скороспелых сортов во всех современных и перспективных районах соеосеяния. Эти сорта способствуют расширению ареала сои, дают большой выход товарных семян, являются лучшими предшественниками в севообороте, менее реагируют на изменения фотопериода, экономно используют воду и удобрения» [5].

Одним из наиболее важных направлений селекции сои является выведение сортов со стабильной урожайностью, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, в частности к засухе. Л.Г. Щелко отмечает, что соя как культурное растение сформировалась и возделывалась в условиях муссонного климата, для которого в летние месяцы характерно большое количество осадков. Её транспирационные коэффициенты колеблются в зависимости от условий регионов от 390 до 744. Это показывает, что на образование единицы сухого вещества соя расходует значительное количество воды и может давать очень высокие урожаи только при стабильном увлажнении [6].

С возрастом продовольственной значимости культуры селекция сои на технологичность становится исключительно актуальной, а селекция её на скороспелость – приоритетным направлением.

Скороспелость сои тесным образом связана с характером роста растения. В процессе изучения различных образцов этой культуры из генофонда ВИР установлено, что раннеспелые формы, в основном, отличаются детерминантным типом роста. Селекция сои на детерминантность тесным образом связана со скороспелостью и с продвижением её в нетрадиционные районы с дефицитом тепла. Яркое подтверждение этому – создание детерминантных скороспелых сортов для Центрального Федерального округа.

Высота растений имеет очень тесную связь с продолжительностью вегетации в онтогенезе. Ультраскороспелые сорта сои представлены в основном карликовыми и полукарликовыми растениями (высотой 15...50 см). Раннеспелые средними по высоте растениями (51...80 см), а среднеранние и среднеспелые – от среднего до высокого (61...110 см).

Карликовые и полукарликовые сорта сои практически непригодны для индустриальной технологии. Так, например, образец из Швеции 856-3-3 (к-5591), образец из Германии 711-74 (к-6789), сорт Нордик 738 (к-7136) из Польши, сорт сои Комаровская 1 (к-9829) из Беларуси сформировали в наших условиях низкорослые растения высотой 17...40 см за 98 суток. У данных образцов нижние бобы лежали на земле, тогда как у сорта Свапа высота растения (в среднем) 108 см, высота прикрепления нижних бобов в среднем 20 см, а продолжительность вегетации 102 суток.

Существенное значение соя играет, кроме пищевого и кормового, в биологизации земледелия как средообразующая культура в севообороте.

О. Г. Давыденко констатирует, что соя – лучший предшественник для яровых зерновых культур. Однако в связи с поздним созреванием сои не следует размещать её на участке, где предполагается посев озимых культур [7].

Опыт возделывания сои на Шатиловской СХОС показывает, что она может быть успешно использована в качестве предшественника под посев озимых культур. Для этого посев сои ранних сортов Свапа, Зуша осуществляют вслед за посевом ранних яровых культур – в конце апреля, начале мая. Созревание указанных сортов происходит в III декаде августа или в начале сентября. После уборки сои проводят поверхностную обработку почвы (двойная дисковка) и выравнивание сцепом борон, если в этом есть необходимость. С 15 сентября сеют озимые. Урожайность озимой пшеницы сортов Московская 56 и Немчиновская 57 составила до 6 т/га.

Однако некоторые агрофирмы (ООО «Эксима-Агро, ЗАО «Берёзки») предпочитают начинать посев озимых в первых числах I декады сентября, т. е. на 1,5-2 недели раньше.

В связи с этим требования к сорту ещё более возрастают. По продолжительности вегетации – это должны быть скороспелые сорта, завершающие цикл своего созревания в III декаде августа.

По морфотипу они должны быть не полукарликовыми, а достаточно высокорослыми, природными для механизированной уборки.

В 2015 году в Государственное сортоиспытание передан новый сорт сои Осмонь (Л-212/07). Оригинатор сорта – ФГБНУ ВНИИЗБК.

Авторы: Зайцев В.Н., Зайцева А.И., Родионова Т.Н., Акулов А.С., Васильчиков А.Г.,

Бударина Г.А., Задорин А.М., Цуканова З.Р.

Сорт получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции (F<sub>4</sub>) от скрещивания сорта Белор х Л-02.

Относится к виду *Glycine max* (L.) Merrill, подвиду *manshurica* (Enk.) Kors, разновидности *albo – sublutea* (Turik) Kors, апробационной группе (agr.) *glauca* Kors.

Растения полудетерминантного типа, высотой 95-115 см. Листья тройчатые, но встречаются четырех и пяти – листочковые, листочки узкие, зеленые. Цветки мелкие, белые; бобы слабоизогнутые, светло-желтые (соломистые); опушение бобов и растений – светлое; в бобе 1 - 4 семени. Семена мелкие, овальные, желтые. Масса 1000 семян (в среднем) 126 г. Рубчик желтый с белым глазком (белый глазок – индикатор неосыпаемости семян сои), т.е. семена не осыпаются. Содержание сырого протеина в семенах – 40,9 %, жира – 21,1 %.

Сорт имеет хорошие биохимические показатели, которые позволяют использовать его на пищевую переработку. Выход соевого изолированного белка с коэффициентом на уровне 2,2-2,4. Цвет конечного продукта близок к светло – кремовому, что соответствует стандартам качества соевого изолированного белка.

Сорт раннеспелый, продолжительность вегетационного периода 90...102 сутки. Для полного созревания требуется сумма активных температур ( $\sum t^{\circ}\text{C} > +10^{\circ}$ ) 1740°...2098°. Сорт имеет низкий коэффициент транспирации 4,35...4,60 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>2</sup>s. Это указывает на то, что данный сорт экономно расходует влагу и может быть прекрасным предшественником для озимых культур.

Урожайность семян за три года испытания (2013...2015) составила 2,52 т/га (st, Красивая Меча – 2,12 т/га), т.е. превышение на 19 %.

Сорт Осмонь (Л-212/07) отзывчив на инокуляцию семян соевым нитрагином (штамм 634) и на внесение минерального азота в дозе 60 кг/га. Так, в 2011 году (достаточно влажный, ГТК-1,6) урожайность сорта Осмонь составила при обработке нитрагином (штамм 634) – 3,11 т/га, а при внесении азота (аммиачная селитра в дозе 60 кг/га) – 3,10 т/га, тогда как на контроле – 3,05 т/га. В достаточно засушливом 2015 году урожайность этого сорта составила: при обработке штаммом 634-2,09 т/га, штаммом 626-2,24 т/га, при внесении азота – 2,11, а на контроле – 2,0 т/га.

Рекомендован для государственного испытания в Центральном и Центрально-Черноземном регионах.

**Достоинства сорта** - полудетерминантный тип роста стебля; дружное созревание и скороспелость; пригодность к прямому комбайнированию; высокое качество белка; получение соевых белковых изолятов для пищевых целей; растения не полегают; ветви не обламываются; высота прикрепления нижних бобов – 12,5-23 см; бобы не растрескиваются; семена не осыпаются.

### Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. – 1110 с.
2. Сунь Син-Дун. Соя. – М.: Сельхозиздат, 1959. – 248 с.
3. Гуреева Е.В., Гуреева М.П., Фомина Т.Н., Веневцев В.З. Инновационная технология возделывания сои в хозяйствах Центрального района Нечерноземной зоны. (Методическое пособие), - М: ФГГУ РЦСК, 2008. - 34 с.
4. Посыпанов Г.С. Соя в Подмосковье. – М., 2007. – 200 с.
5. Лещенко А.К., Михайлов В.Г., Сичкарь В.И. Селекция, семеноведение и семеноводство сои. /Киев: «Урожай», 1985. – С. 34-37.
6. Щелко Л.Г., Кожушко Н.Н. Засухоустойчивость коллекционных образцов сои китайского генцентра и Дальнего Востока: Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1985 – Т. 91.
7. Давыденко О.Г., Голоенко Д.В., Розенцвейг В.В. Соя для умеренного климата. – Минск: «Технология», 2004. – 175 с.

### SOYA AS THE PREDECESSOR OF WINTER CROPS

V. N. Zajcev, A. I. Zajceva, V. I. Mazalov\*

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

\*FGBNU «SHATILOVSKY AGRUCULTURAL TEST FARM»

**Abstract:** In the article questions of cultivation of a soya in the Central Federal District are considered. The role of adaptive selection in release of early ripening varieties of soya for each agroecological area is shown. Use of early varieties of soya as the predecessor of winter crops is recommended.

**Keywords:** soya, variety, early growth, determinacy, selection, transpiration.

УДК: 633.111.1: 631.523.4: 524.02(571.1)

## ОЦЕНКА В ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ АДАПТИВНОСТИ ГЕНОТИПОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ И ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ УСЛОВИЙ СРЕДЫ (ГОДЫ, ПУНКТЫ)

**П. Н. МАЛЬЧИКОВ**, доктор сельскохозяйственных наук  
**В. С. СИДОРЕНКО\***, **М. Г. МЯСНИКОВА**, **Д. В. НАУМКИН\***,

кандидаты сельскохозяйственных наук

**Т.В. ОГАНЯН**, научный сотрудник

ФГБНУ «САМАРСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

\*ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*Основное требование к вновь создаваемым сортам, как локального значения, так и широкого ареала – сочетание свойств устойчивости к стрессовым факторам и отзывчивости на факторы интенсификации. Ускорение селекционного процесса в этом направлении зависит от эффективности поиска соответствующего исходного материала (базовых генотипов) и подбора селекционных фонов. Для решения этих задач проведено изучение 16 сортов и селекционных линий твердой пшеницы в двух экологических пунктах – Орёл (2014, 2015 гг.) и Безенчук (2013-2015 гг.). В результате установлено значимое влияние на дисперсию урожайности зерна условий среды (годы, экопункты), генотипов и их взаимодействия. Определены параметры общей адаптивности, стабильности и селекционной ценности генотипов. Ряд сортов и селекционных линий (1896Д-6, 1896Д-7, 1896Д-2, 1896Д-9, Безенчукская крепость, 1477Д-4), выделившиеся по интегральному показателю – селекционная ценность генотипа (СЦГ), наиболее целесообразно использовать в селекции на продуктивность и стабильность. Дифференцирующая способность среды экопунктов «Орёл» и «Безенчук», позволяет вести селекцию продуктивных, отзывчивых на благоприятный комплекс среды и одновременно устойчивых к стрессам генотипов твердой пшеницы.*

**Ключевые слова:** сорт, генотип, твердая пшеница, адаптивность, продуктивность, дифференцирующая способность, среда.

По мнению А.А. Жученко в странах с умеренным климатом и ограниченным вегетационным периодом селекционный материал целесообразно тестировать в географической селекционной сети, охватывающей широкий диапазон изменений почвенно-климатических и погодных условий [1]. Между тем, в настоящее время традиционная схема селекционного процесса, применяемая во всех лабораториях России, ведущих селекцию яровой твердой пшеницы, основана на многолетних процедурах отбора и испытания в условиях одной эколого-географической точки. Такая технология эффективна для формирования сортов локального значения, имеющих ярко выраженные признаки специфической адаптации. Тем не менее, флуктуации среды в каждой отдельной экологической точке могут выходить за пределы обычной изменчивости, что не всегда эффективно «улавливается» селекционным процессом. Поэтому в большинстве регионов России специфическую адаптивность сортифта твердой пшеницы необходимо «усилить» за счет общей адаптивности и распространения сортов широкого ареала. Для решения

поставленной задачи наиболее приемлема методология оценки и характеристики сортов в контрастных условиях среды (годы, пункты), обладающих приемлемой дифференцирующей способностью и продуктивным потенциалом. Это позволяет оценить сорта с одной стороны по среднему значению признака (по ряду экспериментов) и с другой, по чувствительности признака к условиям среды, находящихся под самостоятельным генетическим контролем и относительно независимых [2].

В связи с этим цель исследований заключалась в оценке дифференцирующей способности условий среды (пункты – Орёл, Безенчук; годы: 2013-2015 – Безенчук; 2014 – 2015 – Орёл) и ранжирование сортов твердой пшеницы, включённых в реестр селекционных достижений России и перспективных селекционных линий по стабильности урожайности.

**Материал и методы исследований.** Объектами исследований были сорта и селекционные линии твёрдой пшеницы: Марина, Безенчукская нива, Безенчукская 210, Безенчукская крепость, 1477Д-4, 1389ДА-1, 1368д-18, 1898Д-2, 1898Д-3, 1898Д-5, 1898Д-6, 1898Д-7, 1898Д-9 (Самарский НИИСХ), Лилёк, Николаша (Краснодарский НИИСХ).

Полевые эксперименты проведены в Орле (ВНИИЗБК) в 2014-2015гг. и в Безенчуке (Самарский НИИСХ) в 2013-2015 гг. Предшественник в обоих пунктах – пар. Опытные делянки с учётной площадью 10,0 м<sup>2</sup> размещались рендомизированными блоками в 3-х кратной повторности. Посев проведен в оптимальные сроки селекционной сеялкой СН-10Ц. При уборке урожая поделяночный обмолот выполнен комбайном Сампо-130 с последующей очисткой и взвешиванием зерна с делянок. Урожайные данные приведены к стандартной (14,0 %) влажности и 100,0 % чистоте.

Двухфакторный дисперсионный анализ комплексов «генотип – экопункт» и «генотип – год» в рендомизированных блоках проводили по Б. А. Доспехову [3]. Параметры адаптивности, стабильности, среды, как фона для отбора оценивали по методикам, предложенным А. В. Кильчевским, Л. В. Хотылевой [4, 5]. Метод многомерного шкалирования на основе факторного анализа (метод главных компонент) или *Biplot analysis*, широко применяемый в настоящее время для получения наиболее адекватной информации о генотип-средовых взаимодействиях [6, 7], использован для характеристики условий среды (годы, пункты), как экологических фонов для отбора. Расчеты проводились на персональном компьютере с использованием пакета селекционно-ориентированных программ «Agros –2», разработанных под руководством доктор биологических наук С. П. Мартынова.

**Условия проведения экспериментов.** В Безенчуке метеоусловия 2013-2015 гг. характеризовались повышенным, относительно среднемноголетних данных фоном температур, особенно значительным в первой половине вегетации и способствовали реализации возможностей среднеспелых и среднепоздних сортов. В 2013 году повышенный температурный фон наблюдался в течение всей вегетации за исключением 1-й декады июня и периода созревания (3-я декада июля). Эффективные для роста и формирования хорошего урожая осадки выпали 10 июля. В 2014 году повышенный температурный фон был в период от всходов до стеблевания (15 июня), который сменился периодом обильных осадков в третьей декаде июня и в начале июля. Вторая и третья декады июля проходили на фоне прохладной погоды при незначительном количестве осадков. Период вегетации 2015 года характеризуется незначительным отклонением температуры во 2-ой декаде мая, июле и августе, т.е. в периоды «всходы – третий лист» и «налив – созревание зерна». В период с 3-й декады мая и все три декады июня (кущение – цветение и формирование зерна) наблюдалось превышение среднемноголетних значений температуры соответственно по декадам на 5,6<sup>0</sup>С; 1,8<sup>0</sup>С; 3,1<sup>0</sup>С; 6,0<sup>0</sup>С. Обилие осадков в первой и второй декадах июля (47,2 мм) обеспечило формирование средней величины зерновой продуктивности сортов (1,44-2,06 т/га).

В целом динамика условий среды в 2013-2015 годы была наиболее благоприятна для засухоустойчивых среднепоздних и среднеспелых генотипов. Средняя урожайность в эксперименте по годам в 2013, 2014 и 2015 годах составила соответственно: 1,65; 3,82; 1,73 т/га.

В 2014 году в Орле сложились благоприятные условия для формирования высокого урожая яровой твердой пшеницы. Среднемесячная температура мая была выше среднемноголетней на 3,1<sup>0</sup>С, количество осадков в первой и третьей декадах мая было в 2 и 3 раза больше обычного (91 мм против 37 мм по норме). В июне на фоне пониженных температур воздуха в первой и второй декадах, осадки выпадали неравномерно (83 мм в третьей декаде). В июле количество осадков составило 25 % от средней многолетней, температурный режим отличался превышением нормы, что обусловило ускоренное созревание растений и интенсивный налив зерна. Засуха в конце вегетации не отразилась на формировании высокого урожая сортов в опыте (4,39-6,85 т/га). В 2015 году среднемесячная температура мая 15,1<sup>0</sup>С была выше среднемноголетней на 1,3<sup>0</sup>С, особенно в третьей декаде – больше на 4,8<sup>0</sup>С. Количество осадков в мае также было больше обычного (65 мм против 51 мм по норме), что способствовало благоприятному развитию яровых зерновых культур. Следует отметить, что в июне осадки выпадали неравномерно и составили 52 % от нормы на фоне повышенной температуры воздуха в течение месяца. В июле и начале августа количество осадков составило около 70 % от средней многолетней, температурный режим отличался превышением нормы, особенно в конце июля и начале августа. Это обусловило ускоренное созревание растений и интенсивный налив зерна. Следует отметить более прохладную 2 декаду в июле, которая способствовала более продолжительному наливу зерна. В целом можно отметить, что погодные условия были благоприятными для развития растений, а засушливые условия в начале июня и конце периода вегетации существенно не отразилась на формировании урожая.

**Результаты исследований.** Двухфакторный дисперсионный анализ комплексов «генотип – экопункт» и «генотип – год» выявил значимые эффекты генотипов, среды и их взаимодействия (табл.1, 2, 3).

Таблица 1

**Двухфакторный дисперсионный анализ урожайности сортов твердой пшеницы, Орёл 2014-2015 гг., Безенчук, 2013-2015 гг.**

Факторы дисперсии	SS	Fкр	Доля изменчивости, %
(A)Генотип	2276,9	85,8*	3,71
(B) Среда(год, экопункт)	56221,5	7947,3*	91,51
(A*B) Взаимодействие	2573,5	24,3*	4,19
(A+AB) Суммарный эффект	4850,4	-	7,89
Блоки	88,1	24,9*	0,14
(Z)Ошибка	279,4	-	0,45

Таблица 2

**Двухфакторный дисперсионный анализ урожайности сортов твердой пшеницы, Безенчук, 2013-2015 гг.**

Факторы дисперсии	SS	Fкр	Доля изменчивости, %
(A)Генотип	953,7	55,0*	5,77
(B) Среда(год)	14608,7	6317,1*	88,33
(A*B) Взаимодействие	833,4	24,0*	5,04
(A+AB) Суммарный эффект	1787,1	-	10,81
Блоки	33,7	14,6*	0,20
(Z)Ошибка	108,7	-	0,66

Таблица 3

**Двухфакторный дисперсионный анализ урожайности сортов твердой пшеницы, Орёл, 2014-2015 гг.**

Факторы дисперсии	SS	F <sub>кр</sub>	Доля изменчивости, %
(A)Генотип	2151,1	55,0*	25,03
(B) Среда(год, экопункт)	5306	6317,1*	61,74
(A*B) Взаимодействие	911,6	24,0*	10,61
(A+AB) Суммарный эффект	3062,7	-	35,64
Блоки	77,5	14,6*	0,90
(Z)Ошибка	147,8	-	1,72

Совокупное влияние года и экопункта (условий среды) в объединенном эксперименте (Орёл + Безенчук + годы) составило 91,51 % от общей дисперсии, что значительно превышает эффекты генотипов (3,71 %) и генотип-средовых взаимодействий (4,19 %). Влияние среды уменьшается до 88,33 % в Безенчуке и 61,74 % в Орле при анализе дисперсионного рассеивания массива данных, полученных только под влиянием условий года в одном экопункте. Наиболее существенный вклад генотипа (25,03 %) и генотип-средовых взаимодействий (10,61 %) отмечен в 2-х летнем эксперименте в Орле.

Достоверность эффектов взаимодействия во всех средовых комплексах указывает на смену рангов сортов в средах и необходимость учета специфической адаптивной способности (САС<sub>i</sub>) в условиях конкретных сред (экопункт, год). Тем не менее, поскольку эффекты генотипов были достоверными на уровне вероятности 5,0 %, поиск, в исследуемой популяции сортов с высокой общей адаптивной способностью (ОАС<sub>i</sub>) и селекционной ценностью (СЦГ<sub>i</sub>), для формирования коллекции «базовых» генотипов, как исходного материала в селекции сортов широкого ареала, вполне возможен. Значимое влияние генотипической изменчивости во всех средах и, особенно, при формировании урожайности в наиболее продуктивных средах (Орёл 2014, 2015 гг.-5,70 т/га и 4,17 т/га соответственно), позволяют надеяться на успех селекционных программ ориентированных на создание высокопродуктивных (отзывчивых на благоприятный комплекс среды) и устойчивых к стрессам сортов твердой пшеницы. Данные, полученные при анализе параметров сортов и фонов по методике А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [5], подтверждают эти предположения (табл.4, 5).

Коэффициент нелинейности ( $L_{gi}$ ) у всех сортов был меньше единицы, что объясняется преобладанием линейной реакции генотипа на среду. Корреляция между средней продуктивностью и относительной стабильностью была недостоверной на 5,0 % уровне ( $R=0,39$ ). Это говорит о том, что в исследуемой популяции могут быть стабильными как высокопродуктивные, так и низкопродуктивные генотипы. По общей адаптивной способности (ОАС<sub>i</sub>), характеризующей среднее значение признака в различных условиях среды, выделяются Безенчукская нива, 1389ДА-1, Безенчукская 210, 1898Д-9, 1898Д-6 и Марина. Среди этих высокопродуктивных сортов и линий лучшими по относительной стабильности урожайности ( $S_{gi}$ ) были 1898Д-6, 1898Д-9 и Безенчукская 210. Высокопродуктивные сорта Безенчукская нива, 1389ДА-1, Марина характеризуются значительным взаимодействием генотип-среда ( $\sigma^2(G*E)_{gi}$ ), имеют высокую дисперсию специфической адаптивной способности ( $\sigma_{САС_i}$ ), коэффициент компенсации ( $K_{gi}$ ) у них превышает единицу, что указывает на совпадение эффектов среды и генотипа. Эти сорта целесообразно использовать в селекции для регионов с высоким биоклиматическим потенциалом продуктивности твердой пшеницы.

Ряд сортов и селекционных линий (1896Д-6, 1896Д-7, 1896Д-2, 1896Д-9, Безенчукская крепость, 1477Д-4) выделяются по интегральному показателю – СЦГ<sub>i</sub> (селекционная ценность генотипа), поэтому применение их в селекции на продуктивность и стабильность в изученных средах (флуктуация между экопунктами и годами) наиболее целесообразно.

Таблица 4

**Параметры адаптивной способности и стабильности генотипов**

Генотип	Параметры адаптивной способности и стабильности						
	$OAC_i$	$\sigma^2(G*E)_{gi}$	$\sigma CAS_i$	$L_{gi}$	$S_{gi}$	$K_{gi}$	$СЦГ_i$
Марина	1,92	16,3	41,3	0,010	114,5	1,43	16,0
Безенчукская нива	3,67	25,0	43,5	0,013	115,1	1,59	16,6
Безенчукскаязолотистая	0,55	17,7	39,1	0,012	112,8	1,28	15,7
Безенчукская 210	2,27	5,1	37,0	0,004	101,8	1,15	18,4
Лилёк	-7,28	31,8	25,5	0,049	95,1	0,55	14,4
Николаша	-5,63	31,0	30,1	0,034	105,8	0,76	13,8
1477д-4	1,37	3,6	35,5	0,003	100,0	1,05	18,2
1898д-2	0,09	15,8	31,5	0,016	92,0	0,83	18,9
1898д-3	0,44	4,6	33,8	0,004	97,8	0,96	18,1
1898д-5	-4,97	19,8	26,6	0,028	91,2	0,59	16,2
1898д-6	2,07	10,6	34,5	0,009	95,4	1,00	19,4
1898д-7	0,45	19,1	31,3	0,019	90,5	0,82	19,4
1898д-9	2,16	7,0	36,6	0,005	100,9	1,12	18,5
Безенчукская крепость	1,31	6,6	34,9	0,005	98,5	1,02	18,5
1389да-1	2,66	19,8	42,2	0,011	114,8	1,49	16,3
1368-д-18	-0,39	2,5	35,8	0,002	106,2	1,07	16,3

Эффективность селекции во многом зависит от выбранного фона среды на котором проводится отбор селекционного материала. Для определения параметров среды А.В. Кильчевским, Л.В. Хотылевой [5] предложен метод, основанный на той же статистической модели, которая была использована авторами для оценки общей и специфической адаптивной способности. Основными параметрами, характеризующими пригодность среды как фона для отбора приняты: 1) типичность среды; 2) способность среды выявлять изменчивость в селектуемой популяции (дифференцирующая способность); 3) продуктивность среды; 4) повторяемость выше перечисленных параметров по годам и при изменении набора генотипов. В нашем эксперименте максимальная дифференцирующая способность среды наблюдалась в Безенчуке и в Орле в 2014 году – коэффициент относительной дифференцирующей способности среды –  $S_{ек}$  равнялся 14,6 и 12,5 единиц соответственно. Дифференцирующая способность этих сред (фонев) сочеталась с самой высокой продуктивностью по пунктам испытания ( $u+d_k = 3,82$  и  $5,7$  т/га соответственно). Сравнительно высокий параметр  $S_{ек}$  отмечен в 2015 году в Орле. Эти же три среды характеризуются высокими значениями эффекта компенсации ( $K_{gi} > 1,0$ ), что означает совпадение по знаку эффектов взаимодействия среды и генотипа ( $\sigma^2(G*E)_{ек}$ ) и дисперсии ДСС, усиливающих эффекты дифференциации (дестабилизации) в этих экопунктах. Эти среды и среда «Безенчук 2015» имеют высокосignificant коэффициенты типичности, представляющие собой коэффициенты корреляции между значением признака для одних и тех же сортов в оцениваемой среде и его средним значением во всех средах. Предсказуемость среды, оцениваемая по параметру  $R_k$ , позволяет ранжировать среды по их пригодности в качестве фона для отбора. Этот показатель комплексный, – учитывает дифференцирующую способность среды и её типичность. Фоны в средах «Орел 2014» и «Безенчук 2014» имели в нашем эксперименте максимальные значения предсказуемости среды для отбора, что предполагает высокую эффективность оценки селекционного материала и его перспективность в данном наборе сред.

Таблица 5

**Дифференцирующая способность среды (экопункты, годы) как фона для отбора**

Среда	Параметры дифференцирующей способности среды								
	$u+d_k$	$d_k$	$\sigma^2(G*E)_{ek}$	$\sigma_{DCC_k}$	$l_{ek}$	$S_{ek}$	$K_{ek}$	$t_k$	$P_k$
Орел 2014	57,0	22,9	126,7	7,12	2,50	12,5	6,65	0,86*	0,11
Орел 2015	41,7	7,6	27,3	2,97	3,09	7,1	1,16	0,74*	0,05
Безенчук 2013	16,5	-17,6	47,2	0,72	91,09	4,4	0,07	0,31	0,01
Безенчук2014	38,2	4,1	61,6	5,57	1,99	14,6	4,07	0,87*	0,13
Безенчук 2015	17,3	-16,8	20,3	0,72	39,25	4,2	0,07	0,84*	0,03

\* Значимы на 5,0 % уровне

Эти среды по классификации Е.Н. Синской (1958) можно отнести к анализирующим фонам. Низкопродуктивные среды «Безенчук 2013» и «Безенчук 2015» соответствуют стабилизирующим фонам. При этом среды «Безенчук 2014», «Орёл 2014», «Безенчук 2015» образуют экологический вектор, включающий типичные, с достаточной предсказуемостью, анализирующие (Безенчук, Орёл, 2014) и типичный, стабилизирующий (Безенчук, 2015) фоны. Движение информации по этому вектору позволяет эффективно оценить и дать прогноз степени перспективности изученного селекционного материала. Наличие среди изученных средовых комплексов типичных, высокопродуктивных и типичного низкопродуктивного фонов, позволяет вести селекцию отзывчивых на благоприятный комплекс продуктивных и одновременно устойчивых к стрессам генотипов твердой пшеницы.

Наряду с применением статистических параметров А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [5], перспективно использование статистик второго порядка, в том числе методы многомерного шкалирования. Они позволяют не только более глубоко проанализировать массивы данных, но и визуализировать результаты анализа (рис.1).

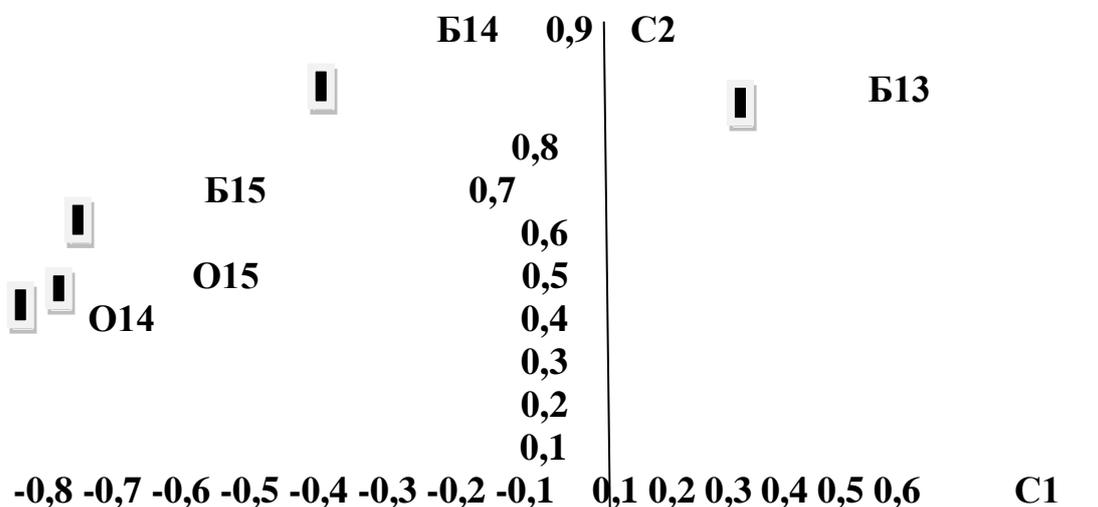


Рис.1. Распределение экологических точек (О-Орёл; Б-Безенчук; 13, 14, 15 – 2013, 2014, 2015 гг. соответственно) в системе двух главных компонент C1, C2

Как видно из рисунка экологические точки «Орёл 2014» и «Орел 2015» очень близко расположены в отрицательной зоне первой компоненты и занимают нижние позиции координатной четверти. Значительную изменчивость по годам проявляет экопункт «Безенчук». В 2013 году точка этого экопункта находится в положительной зоне двух главных компонент, занимая верхнюю крайнюю правую позицию на графике, в 2014 году смещается

параллельно оси абсцисс в отрицательную зону первой главной компоненты, и в 2015 году приближается к области экопункта «Орёл».

Экопункт «Орёл» как селекционный фон стабилен и имея высокие продукционные возможности (5,71 и 4,1 т/га) и значительный вклад генотипической изменчивости в дисперсию урожайности может быть эффективно применен в селекции на потенциал продуктивности и устойчивости к полеганию. Экопункт «Безенчук» напротив, нестабилен, его точки подвижны на графике, урожайность сильно флуктуирует по годам, он может быть использован как фон для отбора стабильных по урожайности генотипов. Эти данные подтверждают аналитическую информацию, полученную по методике А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой о свойствах фонов, формируемых экопунктами «Орёл» и «Безенчук». Применение этих экопунктов в практической селекции позволит системно организовать оценку селекционного материала по схемам челночной и сопряженной селекции. Одной из схем может быть технология, включающая репродукцию гибридных популяций и отбор высокопродуктивной селекционной элиты в Орле с последующим «отсеиванием» в селекционных питомниках в Безенчуке (челночная селекция) и параллельных испытаниях в двух пунктах (сопряженная селекция) неустойчивых к стрессам и низкопродуктивных линий.

### Литература

1. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография. В двух томах. - М.: РУДН.- 2001. 1488 с.
2. Lin C.S., Binns M.R., Lefkovich L.P. Stability analysis: where do we stand. // Crop Sci., 1986. Vol. 26. № 5. – P. 894-900.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. 1985 – 336с.
4. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение II. Числовой пример и обсуждение // Генетика. 1985. – Т. XXI. – № 9. – С. 1491-1497.
5. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений // Минск: Тэхналогія. 1997. – 372 с.
6. Yan W., Tinker N.A. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications // Can. J. Plant Sci., 2006. Vol. 86. № 3. – P. 623-645.
7. Сюков В.В., Захаров В.Г., Василюва Н.З., Никонов В.И., Кривобочек В.Г., Ганеев В.А.. Использование многомерного анализа для характеристики экологического вектора «Экада» // Известия Самарского научного центра РАН. 2014 - Т. 16 № 5(3). – С. 1173-1176.

## EVALUATION OF ECOLOGICAL AND GEOGRAPHIC ADAPTABILITY EXPERIMENT GENOTYPES OF DURUM WHEAT AND DIFFERENTIATING ABILITY OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS (YEARS, POINTS)

**P. N. Malchikov, V. S. Sidorenko\*, M. G. Myasnikova, D. V. Naumkin\*, T. V. Oganyan**  
FGBNU «SAMARA RESEARCH SCIENTIFIC INSTITUTE OF AGRICULTURE»,

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

**Abstract:** *The main requirement to the newly created cultivars, as the value of local and wide areal, – a combination of the properties of resistance to stress factors and responsiveness to the intensification factors. The acceleration of the selection process in this direction depends on the efficiency of the search corresponding to the initial material (basic genotypes) and assortment of breeding backgrounds. To solve these problems studied 16 varieties and breeding lines of durum wheat in the two items of ecological Orel (2014, 2015 years) and Bezenchuk (2013-2015 years). As a result, it is established: 1) a significant effect on the variance of grain yield environmental conditions (years, ecological item) genotypes and their interaction; 2) the parameters identified of the overall adaptability, stability and breeding value of genotypes; 3) A number of cultivars and breeding lines (1896D-6, 1896D-7 1896D-2, 1896D-9 Bezenchukskaya krepost, 1477D-4) was obtained by a integral indicator – selection value genotype, the most appropriate to use in breeding for potential production and stability; 4) the ability of differentiating the medium ecological items "Orel" and "Bezenchuk," allows the selection of productive, responsive to a favorable environment and complex at the same time resistant to stress genotypes of durum wheat.*

**Keywords:** cultivar, genotype, durum wheat, adaptability, productivity, differentiating ability, environment.

## АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ КОРМОВОГО ЛЮПИНА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

**В. Н. НАУМКИН, А. И. АРТЮХОВ\*, М. И. ЛУКАШЕВИЧ\*,**

доктора сельскохозяйственных наук,

**О. Ю. КУРЕНСКАЯ**, аспирант

**П. А. АГЕЕВА\***, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГАУ» E-mail: kuren.olya@rambler.ru

\*ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЛЮПИНА»

*В статье приведены результаты полевых и лабораторных исследований по агробиологической оценке сортового состава люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) и люпина белого (*Lupinus albus* L.), проведенных в 2014-2015 годах на коллекционном питомнике кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина. Объект исследований – сорта и коллекционные сортообразцы кормового люпина, предложенные лабораториями люпина узколистного и люпина белого ФГБНУ ВНИИ люпина. Почва опытного участка – чернозем типичный среднемошный малогумусный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Предшественник – яровая пшеница с использованием измельченной соломы на удобрение. Полевые опыты закладывали согласно существующим методическим рекомендациям. Площадь учетных делянок 1 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Посев люпина с междурядьями 15 см проводили ручной сеялкой при прогревании посевного слоя почвы до 6-7°С. Норма высева 130 шт. всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>, глубина заделки 3-4 см. Уборку урожая проводили поделаячно вручную. В статье приведены результаты сравнительной оценки сортов и сортообразцов кормового люпина по основным хозяйственно-ценным признакам в условиях Белгородской области. В результате проведенных исследований и полученных по ним данных для внедрения в аграрное производство были выделены наиболее высокопродуктивные и адаптивные к условиям области сорта люпина узколистного Смена, Белозерный 110 и люпина белого Дега, Деснянский 2, Алый парус, обеспечивающие получение высоких урожаев семян хорошего качества при наименьших энергетических затратах. В качестве источников хозяйственно-ценных признаков для селекции кормового люпина выделились сортообразцы люпина узколистного Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13 и люпина белого СН 1397-10, СН 8-12, СН 990-09, СН 6-11, СН 65-08, характеризующиеся повышенной засухоустойчивостью, высокой адаптивностью и семенной продуктивностью.*

**Ключевые слова:** люпин белый, люпин узколистный, сорт, засухоустойчивость, урожайность, качество, белок, жир, алкалоиды, эффективность.

Проблема дефицита растительного белка и воспроизводства плодородия почвы для интенсивно развивающегося животноводства и земледелия Белгородской области является весьма актуальной. Для ее успешного решения необходимо значительное расширение посевов люпина – ценной высокопитательной и средообразующей зерновой бобовой культуры, обладающей огромным биологическим, экологическим и экономическим потенциалом [1, 2, 3, 4].

Получение высоких и стабильных урожаев люпина зависит от успехов внедрения в аграрное производство лучших по хозяйственно-ценным признакам сортов, устойчивых к экологическим факторам среды. Поэтому выявление наиболее высокопродуктивных, скороспелых, засухоустойчивых и адаптивных к почвенно-климатическим условиям области сортов и сортообразцов кормового люпина будет способствовать увеличению производства растительного белка и повышению почвенного плодородия.

### Материалы и методика исследований

Полевые и лабораторные исследования были проведены в 2012-2015 годах на коллекционном питомнике кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ имени В.Я. Горина.

Погодные условия в годы проведения исследований были засушливыми, характеризовались значительными колебаниями температуры, относительной влажности воздуха и неравномерностью распределения осадков.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднemocный малогумусный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое – 4,13 %, рН солевой вытяжки – 5,6, содержание легкогидролизуемого азота по Корнфилду – 137,0 мг/кг, подвижного фосфора по Чирикову – 142,0 мг/кг, обменного калия по Чирикову – 155,0 мг/кг почвы. Предшественник – яровая пшеница.

Объект исследований – сорта и коллекционные сортообразцы кормового люпина, предложенные лабораториями люпина узколистного и люпина белого ВНИИ люпина.

Полевые опыты закладывали по общепринятым методическим рекомендациям. Площадь учетных делянок 1 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Посев люпина с междурядьями 15 см проводили ручной сеялкой в оптимальные сроки (прогревание посевного слоя почвы до 6-7°C). Норма высева 130 шт. всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>, глубина заделки 3-4 см. Уборку урожая проводили поделяночно вручную.

Фенологические наблюдения проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]; высоту растений определяли в соответствии с Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов [6]. Урожайность определяли путем обмолота, взвешивания семян люпина со всей делянки и ее пересчета на 100 % чистоту и 14 % влажность. Содержание сырого протеина, сырого жира и алкалоидов в семенах люпина определяли по общепринятым методикам в аналитической лаборатории ВНИИ люпина.

Относительную засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина определяли проращиванием семян в растворе сахарозы по методике Волковой, Кожушко, Макарова [7].

Расчет биоэнергетической эффективности выполнил по методике Коринец, Козловцева, Козенко [8]. Достоверность результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа по Доспехову [9].

**Результаты и их обсуждение.** Из всех факторов формирования урожая семян люпина недоступным для прямого регулирования человеком остаются погодные условия (космический фактор). В годы проведения исследований погодные условия были засушливыми, характеризовались дефицитом влаги при избытке тепла в критические периоды развития растений люпина. Поэтому сложились довольно жесткие условия для роста и развития растений, что негативно сказалось на урожае [10].

В засушливых погодных условиях, сложившихся в годы проведения исследований, сорта и сортообразцы кормового люпина развивались ускоренно. Продолжительность вегетации в годы исследований у сортов и сортообразцов люпина узколистного варьировала от 86 до 93 суток. В тоже время у сортов и сортообразцов люпина белого период вегетации был более продолжительным и колебался от 94 до 102 суток, что на 8-9 суток больше по сравнению с люпином узколистным (табл. 1).

Признак скороспелости имеет исключительно важное значение для всех зон люпиносеяния, так как от него зависит успех в расширении посевных площадей и увеличении семенной продуктивности люпина. Скороспелые сорта люпина должны также обладать интенсивными темпами роста растений, что дает возможность быстрее наращивать биомассу, раньше уйти от летнего дефицита влаги, меньше страдать от сорной растительности.

При возделывании узколистного и белого видов люпина важнейшим морфологическим показателем является линейный рост растений, который в дальнейшем оказывает непосредственное влияние на семенную продуктивность. В полевых опытах наибольшая высота растений люпина узколистного в фазу образования бобов была отмечена у сорта

Брянский 15 – 59,4 см, у сортообразцов Узколистный 32-12 – 58,1; ФЛУ 33-12 – 58,8; ФЛУ-65-08 – 58,9 см, Высокослый 37-12 – 60,7; СН 78- 07 – 68,7 см, что значительно выше по сравнению со стандартом.

Таблица 1

**Продолжительность периода вегетации, урожайность, адаптивность и засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина узколистного, (2014-2015 гг.)**

Сорт, сортообразец	Продолжительность вегетационного периода, сут.	Урожайность, г/м <sup>2</sup>	Коэффициент адаптивности	Засухоустойчивость, %
Кристалл st.	92	187	0,76	33,9
Витязь	88	257	1,06	46,3
Радужный	86	267	1,09	66,7
Смена	91	300	1,22	50,3
Белозерный 110	89	317	1,29	45,2
Брянский 9-10	89	246	1,01	52,2
ФЛУ-65-08	89	205	0,84	54,5
СН 78-07	89	234	0,96	67,1
Кормовой 77-11	91	284	1,17	35,0
СН 140-10	90	293	1,20	43,9
ВНИИЛ 13-13	88	389	1,58	75,0
Брянский 14-12	91	216	0,88	30,2
Брянский 15	91	209	0,86	74,0
Узколистный 32-12	90	314	1,28	63,4
ФЛУ 33-12	89	254	1,05	71,8
Брянский 35-12	91	223	0,91	68,7
СН 33-05	92	137	0,56	35,3
Высокослый 37-12	93	197	0,80	53,9
СН 30-10	90	94	0,38	35,2
СН 63-12	93	173	0,70	45,0

Примечание: НСР<sub>05</sub> для урожайности в 2014 г. – 19,6, в 2015 г. – 19,1.

Сорта и сортообразцы люпина белого во все фазы вегетации не отличались по линейному росту от сортов и сортообразцов люпина узколистного. Наибольшая высота растений люпина белого в фазу образования бобов была отмечена у сортов Дега – 61,6 см, Альй парус – 72,5 см. Несколько ниже, чем у стандартного сорта Дега, высота растений наблюдалась у сортообразцов СН 69-08 – 61,1 см, СН 6-11 – 61,2; СН 1677-10 – 61,3; СН 51-11 – 61,4 см (табл. 2).

Таблица 2

**Продолжительность периода вегетации, урожайность, адаптивность и засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина белого, (2014-2015 гг.)**

Сорт, сортообразец	Продолжительность вегетационного периода, сут.	Урожайность, г/м <sup>2</sup>	Коэффициент адаптивности	Засухоустойчивость, %
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Дега st.	98	349	0,84	86,7
Деснянский 2	101	354	0,86	83,9
Альй парус	102	381	0,93	59,2
СН 1677-10	100	336	0,82	33,0
СН 8-12	98	458	1,11	90,6
СН 23-12	97	412	1,00	36,1
СН 24-12	99	404	0,97	48,2
СН 51-11	99	417	1,00	32,5
СН 206-07	96	383	0,93	69,2
СН 65-08	97	487	1,17	72,1
СН 69-08	102	413	1,00	52,9
СН 1022-09	95	334	0,81	28,7

Продолжение табл.2				
1	2	3	4	5
СН 51-08	98	454	1,10	71,3
СН 1397-10	96	483	1,17	89,7
СН 6-11	97	482	1,16	75,2
СН 983-09	97	444	1,08	38,9
СН 990-09	96	496	1,20	88,9
и.о. Дега	95	447	1,08	84,6
СН 816-09	94	401	0,97	41,9
СН 40-12	100	419	1,02	33,4
СН 1014-09	97	341	0,82	38,0

*Примечание: НСР<sub>05</sub> для урожайности в 2014 г. – 23,0, в 2015 г. – 21,1.*

Урожайность семян изучаемых сортов и сортообразцов люпина является основным показателем эффективности их производства. Для получения высоких урожаев семян люпина хорошего качества нужно рационально сочетать высокий продукционный потенциал сортов и почвенно-климатические условия региона. Урожайность и качество семян зависели как от видовых и сортовых особенностей люпина, так и от складывающихся метеорологических условий.

В среднем за годы исследований урожайность семян сортов и сортообразцов люпина узколистного варьировала в больших пределах от 94 до 389 г/м<sup>2</sup>. Максимальную урожайность обеспечил сортообразец ВНИИЛ 13-13 – 389 г/м<sup>2</sup>, что в 2,1 раза выше, чем у стандартного сорта – Кристалл.

Высокая урожайность семян была также получена у сортов Белозерный 110 – 317 г/м<sup>2</sup>, Смена – 300 г/м<sup>2</sup>, сортообразцов Узколистный 32-12 – 314 г/м<sup>2</sup>, СН 140-10 – 293 г/м<sup>2</sup>, Кормовой 77-11 – 284 г/м<sup>2</sup>, у которых прибавка к стандарту составила 52-70 %.

Все сорта и сортообразцы люпина белого в засушливых условиях оказались более высокоурожайными по сравнению с люпином узколистным. Урожайность семян люпина белого варьировала от 334 до 496 г/м<sup>2</sup>. Сортообразцы СН 8-12, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09 обеспечили самую высокую урожайность от 458 до 496 г/м<sup>2</sup>, которая превысила стандарт на 31-42 %.

В исследованиях нами была также проведена оценка изучаемых сортов и сортообразцов кормового люпина по показателю адаптивности к условиям региона. В засушливых условиях вегетации в годы проведения исследований наибольший коэффициент адаптивности у люпина узколистного обеспечил сортообразец ВНИИЛ 13-13 – 1,58, что в 2,08 раза выше, чем у стандартного сорта Кристалл.

Высокий коэффициент адаптивности был также получен у сортов Витязь – 1,06, Радужный – 1,09, Смена – 1,22, Белозерный 110 – 1,29 и сортообразцов Брянский 9-10 – 1,01, ФЛУ 33-12 – 1,05, Кормовой 77-11 – 1,17, СН 140-10 – 1,20, Узколистный 32-12 – 1,28, тогда как у стандартного сорта всего лишь 0,76.

У люпина белого в среднем за годы исследований наибольший коэффициент адаптивности был отмечен у сортообразцов СН 51-08 – 1,10, СН 8-12 – 1,11, СН 6-11 – 1,16, СН 1397-10 – 1,17, СН 65-08 – 1,17, СН 990-09 – 1,20, тогда как у стандартного сорта Дега всего лишь 0,84. Довольно высокий коэффициент адаптивности также обеспечили сортообразцы СН 40-12, СН 983-09, и.о. Дега, который варьировал от 1,02 до 1,08.

Люпин по своей биологии относится к влаголюбивым культурам, поэтому в засушливых условиях вегетационного периода часто страдает от недостатка влаги, особенно на ранних этапах развития, когда корневая система еще слабо развита. Одним из основных мер борьбы с засухой является возделывание наиболее засухоустойчивых сортов. При оценке люпина узколистного на засухоустойчивость выделены сорта Брянский 15, Радужный, сортообразцы Узколистный 32-12, СН 78-07, Брянский 35-12, ФЛУ 33-12, ВНИИЛ 13-13, у которых устойчивость к засухе была выше среднего уровня – от 63,4 до 75,0 %. Среди изучаемых сортов и сортообразцов люпина белого по засухоустойчивости выделены два перспективных

сорта – Дега, Деснянский 2 и четыре сортообразца – и.о. Дега, СН 990-09, СН 8-12, СН 1397-10, которые имеют высокую степень устойчивости к засухе – 83,9-90,6 %.

В кормлении сельскохозяйственных животных большое значение имеет не только количество, но и качество кормов. Все изучаемые сорта и сортообразцы кормового люпина отличались высоким содержанием легкоусвояемого белка (табл. 3).

Таблица 3

**Качество семян сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого**

Сорт, сортообразец	Содержание, %			Сорт, сортообразец	Содержание, %		
	протеина	жира	алка- лоидов		протеина	жира	алка- лоидов
Кристалл st.	37,4	3,4	0,058	Дега st.	38,0	7,1	0,106
Витязь	38,6	3,2	0,060	Деснянский 2	38,3	8,3	0,103
Радужный	36,6	3,3	0,049	Алый парус	38,8	8,0	0,070
Смена	37,4	3,5	0,058	СН 1677-10	38,6	8,1	0,076
Белозерный 110	36,0	3,1	0,054	СН 8-12	37,5	8,0	0,065
Брянский 9-10	37,8	3,3	0,043	СН 23-12	37,5	7,0	0,067
ФЛУ-65-08	37,4	3,0	0,085	СН 24-12	36,5	7,9	0,065
СН 78-07	35,8	3,9	0,050	СН 51-11	41,0	7,5	0,076
Кормовой 77-11	34,8	2,4	0,054	СН 206-07	39,4	7,6	0,075
СН 140-10	37,1	3,1	0,031	СН 65-08	37,6	8,0	0,066
ВНИИЛ 13-13	35,4	3,0	0,040	СН 69-08	34,8	8,2	0,066
Брянский 14-12	37,1	2,9	0,039	СН 1022-09	40,1	7,6	0,085
Брянский 15	36,7	3,4	0,053	СН 51-08	39,9	7,4	0,059
Узколистный 32-12	34,6	3,9	0,036	СН 1397-10	40,4	7,6	0,063
ФЛУ 33-12	33,2	3,6	0,036	СН 6-11	38,1	7,3	0,133
Брянский 35-12	35,1	3,4	0,050	СН 983-09	40,6	6,8	0,063
СН 33-05	36,5	3,4	0,054	СН 990-09	39,8	7,1	0,132
Высокорослый 37-12	34,2	3,7	0,042	и.о. Дега	38,9	7,1	0,149
СН 30-10	33,7	3,0	0,048	СН 816-09	40,9	7,5	0,115
СН 63-12	34,5	2,6	0,061	СН 40-12	38,6	7,7	0,161
				СН 1014-09	40,4	7,7	0,114

У люпина узколистного содержание сырого протеина варьировало по сортам и сортообразцам от 33,2 до 38,6 %. Наибольшее содержание сырого протеина в семенах люпина узколистного было отмечено у сорта Витязь – 38,6 % и сортообразца Брянский 9-10 – 37,8 %, что выше, чем у стандартного сорта.

Кормовую ценность семян люпина определяет также содержание в них сырого жира. В семенах люпина узколистного его содержание колебалось от 2,4 до 3,9% в зависимости от сортовых особенностей. По уровню алкалоидности все изучаемые сорта и сортообразцы люпина узколистного относятся к кормовым малоалкалоидным.

Сорта и сортообразцы люпина белого по содержанию сырого протеина и жира в сменах значительно превосходили люпин узколистный. Содержание протеина в семенах люпина белого находилось в пределах от 34,8 до 41,0 %, жира – от 6,8 до 8,3 %. У люпина белого по уровню алкалоидности сорта и сортообразцы относятся к двум группам – кормовые малоалкалоидные и кормовые среднеалкалоидные.

Одним из показателей, позволяющих достоверно определить затраты на производство сельскохозяйственной продукции, является энергоемкость. В наших полевых опытах максимальные показатели биоэнергетической эффективности обеспечил сортообразец люпина узколистного ВНИИЛ 13-13, у которого выход обменной энергии составил 5,6 МДж/м<sup>2</sup>, прирост общей энергии – 3,5 МДж/м<sup>2</sup>, а коэффициент биоэнергетической эффективности – 2,67, что значительно выше по сравнению со стандартным сортом. Высокая биоэнергетическая эффективность была также отмечена у сортов Витязь, Радужный, Смена, Белозерный 110 и сортообразцов ФЛУ 33-12, Кормовой 77-11, СН 140-10, Узколистный 32-12, у которых выход обменной энергии варьировал от 3,7 до 4,6 МДж/м<sup>2</sup>, прирост общей энергии – от 1,6 до 2,5 МДж/м<sup>2</sup> и коэффициент биоэнергетической эффективности – от 1,76 до 2,19.

У сортов и сортообразцов люпина белого показатели биоэнергетической эффективности были значительно выше, чем у люпина узколистного. Наивысшая биоэнергетическая эффективность была отмечена у сортообразцов люпина белого СН 8-12, СН 51-08, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, у которых выход обменной энергии колебался от 6,6 до 7,2 МДж/м<sup>2</sup>, прирост общей энергии – от 4,4 до 5,0 МДж/м<sup>2</sup>, а коэффициент биоэнергетической эффективности – от 3,00 до 3,27.

### Заключение

В почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона для повышения урожайности люпина и увеличения сбора растительного белка, целесообразно возделывать современные адаптивные и высокопродуктивные сорта люпина узколистного – Смена, Белозерный 110 и белого – Дега, Деснянский 2, Алый парус, обеспечивающие в засушливые годы урожайность семян в пределах от 300 до 381 г/м<sup>2</sup>. В качестве источников хозяйственно-ценных признаков в селекционном процессе кормового люпина необходимо использовать сортообразцы люпина узколистного Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13 и люпина белого СН 1397-10, СН 8-12, СН990-09, СН6-11, СН65-08, характеризующиеся повышенной засухоустойчивостью, высокой адаптивностью и семенной продуктивностью.

### Литература

1. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Куренская О.Ю., Артюхов А.И., Лукашевич М.И.//Адаптивная технология возделывания люпина белого для Центрально-Черноземного региона / Вестник Курской ГСХА. 2013. – № 1. – С. 58-59.
2. Муравьев А. А., Наумкин В.Н., Наумкина Л.А. Возделывание люпина белого в засушливых условиях лесостепи Центрально – Чернозёмного региона // Аграрная наука. 2013. – № 4. – С. 12-14.
3. Наумкин В. Н., Наумкина Л.А., Сергеева В.А. Продуктивность люпина однолетнего и перспектива его выращивания в Белгородской области // Кормопроизводство. 2008. – №1. – С. 13-16.
4. Наумкин В.Н., Мещеряков О.Д., Муравьев А.А., Артюхов А.И., Лукашевич М.И. Продуктивность люпина белого в зависимости от инокуляции семян и дозы минеральных удобрений. // Кормопроизводство. 2012. – № 3. – С. 17-19.
5. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 248 с.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / РАСХН; ВНИИ кормов. – М., 1997. – 155 с.
7. Волкова А.М., Кожушко Н.Н., Макарова Б.И. Определение относительной жаростойкости и засухоустойчивости образцов зернобобовых культур способом проращивания семян в растворах сахарозы и после прогревания // Методические указания. – Л., 1984. – 17с.
8. Коринец В.В., Козловцев А.Ф., Козенко З.Н. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур // Методические рекомендации. Волгоград, 1985. – 30 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. –351 с.
10. Наумкин В.Н., Куренская О.Ю., Муравьев А.А., Крюков А.Н., Артюхов А.И., Лукашевич М.И. Эффективность люпина белого при разных уровнях минерального питания // Зернобобовые и крупяные культуры. – № 4 (16). 2015. – С. 61-68.

## AGROBIOLOGICAL ESTIMATION OF BREEDS OF FODDER LUPINE IN THE CONDITIONS OF CENTRAL CHERNOZEM REGION

V.N. Naumkin, A.I. Artyuhov\*, M.I. Lukashevich\*, O.Yu. Kurenskaya, P.A. Ageeva\*  
FGBOU VO «THE BELGOROD STATE AGRICULTURAL UNIVERSITY»

\*FGBNU «THE ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF LUPINE»

**Abstract:** *The results of field and laboratory research on agroecological assessment of the varietal composition of blue lupine (*Lupinus angustifolius* L.), and white lupine (*Lupinus albus* L.), carried out in 2014-2015 at the department of plant growing, breeding and vegetable growing the Belgorod State Agricultural University. The object of research - fodder lupine varieties proposed the laboratories State Research Institute of lupine. Soil experimental plot – a typical black soil moderately, low humus content, heavy loamy texture. Field experiments were conducted in accordance with existing guidelines. The area of 1 m<sup>2</sup> plots, four-time repetition, systematic placement of plots. The sowing of lupine with aisles of 15 cm hand-carried a seeder when the seed layer warming to 6-7 °C. Seeding rate of 130 pcs. viable seeds per 1 m<sup>2</sup>, planting depth of 3-4 cm. Harvesting was carried out manually. The article contains results the comparative assessment of grades on the basic fodder lupine valuable signs in conditions of the Belgorod region. As a result of*

*investigations for introduction in agricultural production were identified the most highly productive and adaptive to the conditions of the region of the blue lupine varieties Smena, Belozerny 110 and white lupine Dega, Desnyanskiy 2, Alyi parus, providing high yields of good quality seeds at the lowest possible energy cost. As a source of valuable traits for breeding fodder lupine stand out from blue lupine - Uzkolistnyi 32-12, VNIIL 13-13 and white lupine - CH1397-10, CH8-12, CH 990-09, CH 6-11, CH 65 -08, are characterized by heightened resistance to drought, high adaptability and seed production.*

**Keywords:** white lupine, blue lupine, variety, drought resistance, adaptability, productivity, efficiency.

УДК 635.657:631.527

## СЕЛЕКЦИЯ НУТА НА КРУПНОСТЬ СЕМЯН

**Н. И. ГЕРМАНЦЕВА**, доктор сельскохозяйственных наук

**Т. В. СЕЛЕЗНЕВА**, заведующая лабораторией

**\*Т. В. ДЕМЬЯНОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «КРАСНОКУТСКАЯ СОС НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

**\*ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»**

*Представлены результаты изменчивости и взаимосвязей основных количественных признаков образцов мировой коллекции нута с разной массой 1000 семян. Установлена высокая зависимость продуктивности от числа бобов, семян и массы семян с растения, средняя связь урожайности с высотой растения и слабая с массой 1000 семян. Выделены лучшие образцы коллекции по крупности семян и скороспелости. Привлечение их в скрещивание с районированными сортами позволяет получать разнообразный гибридный материал. Отобраны перспективные линии для изучения в контрольных питомниках и малом конкурсном сортоиспытании.*

**Ключевые слова:** нут, масса 1000 семян, элементы продуктивности, корреляционная связь, вегетационный период.

Нут – важная зерновая бобовая культура, по питательной ценности зерна превосходит все другие культуры этой группы [1, 2]. В мировом земледелии по распространению он занимает третье место после сои и фасоли. Наибольшие площади нута сосредоточены в Азии, Центральной и Южной Америке [3]. В России в 2014г. он высевался на 465 тыс. га [4]. Основные посевы размещаются в степных районах Поволжья, Урала и Северного Кавказа, где годовое количество осадков не превышает 350 мм [5]. В последние годы география выращивания нута расширяется. Им стали заниматься в Западно-Сибирском и Центрально-Черноземном регионах России. Это в значительной степени связано с востребованностью нута на внешнем рынке. Наибольшим спросом на экспорт пользуется зерно с диаметром семян 9-10 мм и массой 1000 семян более 350 г.

Краснокутская станция селекцией этой культуры занимается более 80 лет. Здесь созданы самые засухоустойчивые сорта: Юбилейный, Краснокутский 123, Краснокутский 28, Краснокутский 36, Заволжский, Вектор и Золотой юбилей, внесенные на 2015 год в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию во всех регионах возделывания культуры [6].

Согласно классификатору ВНИИР им. Н.И.Вавилова [7] нут по массе 1000 семян делится на 5 групп: очень мелкие (<50 г), мелкие (50-150 г), средние (151-250 г), крупные (251-350 г) и очень крупные (>350 г). Краснокутские сорта имеют массу 1000 семян от 251 до 350 г и относятся к крупнозерным. На современном этапе работ мы поставили задачу создания сортов нута с массой 1000 семян более 350 г.

**Методика исследований.** Исследования проводили в 2005-2007 гг. на полях второго селекционного севооборота Краснокутской станции. Изучалось 137 образцов мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова различного эколого-географического происхождения. Из них 27 номеров с массой 1000 семян до 250 г, 54 – с массой 1000 семян от 251 до 350 г и 56 – с массой 1000 семян более 350 г.

Посев проводился в оптимальные для культуры сроки, по предшественнику яровая пшеница. Площадь делянки 1,8 м<sup>2</sup>, повторность двухкратная. Посев ручными сажалками с междурядьями 45 см. Норма высева – 0,25 млн. всхожих зерен на 1 га. Стандарт Краснокутский 36 высевался через каждые 10 номеров. Анализ структуры урожая проводили по 10 растениям в двух повторениях. Определяли высоту растения, высоту прикрепления нижнего боба, число бобов и семян на 1 растение, массу семян с 1 растения и массу 1000 семян.

При статистической обработке полученных данных использовали методы вариационного и корреляционного анализов (8).

**Результаты исследований.** Условия вегетации различались по температурному режиму и количеству выпадавших осадков. Наиболее благоприятные условия для роста и развития нута сложились в 2005 и 2006 гг. в первой половине вегетации «всходы – цветение» (ГТК = 0,68-0,88), во время формирования бобов и налива семян наблюдалась засуха (ГТК = 0,24). Погодные условия 2007 г. характеризовались как острозасушливые, в период «всходы – цветение» (ГТК = 0), во второй половине вегетации «цветение – спелость» положение несколько улучшилось за счет выпавших осадков (ГТК = 0,44), что положительно сказалось на наливе зерна. Элементы структуры урожая зависели от условий выращивания и имели разный характер изменчивости по годам (табл.).

Все элементы структуры урожая подвержены изменчивости в зависимости от условий выращивания, причем у образцов с очень крупной массой 1000 семян она более выражена.

Это подтверждается и нашими ранними исследованиями [9]. Анализ варьирования массы 1000 семян показал незначительную изменчивость по годам у средне и крупносемянных образцов ( $V=8,2-11,7\%$ ) и среднюю изменчивость у форм с очень крупными семенами ( $V=12,8-13,2\%$ ). Высота растений среднесемянных и крупносемянных образцов характеризуется средними показателями изменчивости ( $V=10,8-15,2\%$ ), а номера коллекции с очень крупными семенами имеют более высокий коэффициент вариации ( $V=15,9-17,5$ ). У сортов Краснокутской станции варьирование массы 1000 семян ( $V=3,8-6,2\%$ ) и высоты растений ( $V=7,5-8,7\%$ ) незначительное.

Основные элементы структуры урожая: число бобов, число семян на 1 растение и масса семян с 1 растения сильно варьировали у всех групп, но особенно значительно у форм с массой 1000 семян более 350 г. Коэффициент вариации числа бобов на 1 растение у этой группы колебался от 40,8 % до 46,5 %, числа семян – 36,8 – 44,5 %, массы семян с 1 растения – 34,2–40,8 %. У стандарта изменчивость этих показателей составляла соответственно 22,3– 28,7 %, 21,4–31,1 % и 18,8–28,5 %.

С помощью корреляционного анализа установлена зависимость урожайности зерна от элементов структуры урожая. Самой слабой оказалась корреляционная связь урожайности с массой 1000 семян ( $r=0,18-0,22$ ). Наиболее стабильно в годы исследований проявлялась тесная сопряженность урожайности с числом бобов ( $r=0,88-0,94$ ), числом семян ( $r=0,84-0,92$ ) и массой семян с 1 растения ( $r=0,89-0,95$ ). Во все годы наблюдалась средняя положительная зависимость урожайности от высоты растения ( $r=0,31-0,43$ ).

В засушливой зоне Поволжья формирование урожая семян нута происходит во второй половине июня – начале июля. Более высокий урожай зерна дают сорта, которые меньше подвержены влиянию засухи, в основном за счет сокращения периода от всходов до цветения. Нами установлена тесная корреляционная зависимость между факторами погоды и некоторыми биологическими и агрономическими признаками нута [10]. Осадки первой половины вегетации «всходы – цветение» оказывают существенное влияние на все показатели структуры урожая, кроме массы 1000 семян. В годы исследований наблюдалась

положительная зависимость между количеством осадков и высотой растения ( $r=0,54^{**}$ ), числом бобов на 1 растение ( $r=0,53^{**}$ ), числом семян на 1 растение ( $r=0,50^{**}$ ) и продуктивностью 1 растения ( $r=0,43^{**}$ ),  $^{**}$  – значимо при  $p 0,01 \%$ .

Таблица

**Варьирование показателей структуры урожая различных по крупности семян групп нута в зависимости от условий года**

Показатель	Год	min-max	$x \pm Sx$	V %
Масса 1000 семян 151-250 г				
Высота растения, см	2005	37...52	41,5±1,28	13,5
	2006	21...35	28,7± 0,82	12,4
	2007	16...31	24,3±1,02	15,2
Число бобов на 1 растение, шт.	2005	20...96	58,5±2,4	31,8
	2006	16...52	36,4±1,8	32,1
	2007	11...36	27,2±0,94	33,9
Число зерен на 1 растение, шт.	2005	28...116	63,6±2,9	33,7
	2006	18...62	32,2±1,6	39,4
	2007	14...38	21,4±0,82	40,8
Масса зерна с 1 растения, г	2005	6,7...18,8	13,7±0,35	23,7
	2006	5,6...16,3	9,5±0,25	28,1
	2007	4,5...15,3	8,3±0,35	33,6
Масса 1000 семян,	2005	161...246	203±3,2	8,2
	2006	151...230	198±2,4	8,9
	2007	145...226	194±2,8	9,9
Масса 1000 семян 251-350 г				
Высота растения, см	2005	34...65	43,8±1,52	12,8
	2006	17...38	30,4±0,92	14,2
	2007	14...32	28,2±1,45	10,8
Число бобов на 1 растение, шт.	2005	21...130	50,2±2,24	40,8
	2006	18...68	26,4±1,82	36,7
	2007	12...42	22,2±1,42	38,6
Число зерен на 1 растение, шт.	2005	30...132	54,2±1,54	42,4
	2006	18...77	40,8±1,8	36,6
	2007	10...43	24,2±1,4	42,5
Масса зерна с 1 растения, г	2005	8,6...44,2	16,5±0,64	39,8
	2006	5,3...23,3	10,7±0,45	41,6
	2007	5,0...15,4	8,6±0,35	40,5
Масса 1000 семян, г	2005	252...334	282±1,8	10,9
	2006	261...348	303±2,4	11,7
	2007	257...338	300±2,8	11,0
Масса 1000 семян >350 г				
Высота растения, см	2005	34...65	44,6±1,8	15,9
	2006	21...42	29,2±0,82	17,3
	2007	16...34	27,8±0,80	17,5
Число бобов на 1 растение, шт.	2005	18...69	39,6±1,22	45,7
	2006	20...53	30,4±1,08	40,8
	2007	14...45	25,8±0,88	46,5
Число зерен на 1 растение, шт.	2005	16...68	38,6±0,98	40,2
	2006	16...48	27,8±0,62	36,8
	2007	15...42	27,2±0,56	44,5
Масса зерна с 1 растения, г	2005	9,3...26,6	16,6±0,42	36,8
	2006	5,2...19,7	12,5 0,28	37,2
	2007	4,5...16,9	10,2±0,32	40,8
Масса 1000 семян, г	2005	351...457	373±2,42	12,8
	2006	363...574	430±3,64	13,2
	2007	357...561	425± 3,28	12,8

Образцы с очень крупной массой семян по сравнению с краснокутскими сортами имеют более короткий период от всходов до начала цветения. В 2005 г. он составил 30,3 дней, в 2006 г. – 40,5 и в 2007 – 29 дней, у стандарта Краснокутский 36 соответственно – 35,2, 44,4 и 33 дня. Период от всходов до полной спелости у образцов коллекции составил в 2005 г. 78 дней, в 2006 г. – 82, в 2007 г. – 77 дней, у стандарта соответственно – 88, 85 и 83 дня. Между продуктивностью 1 растения и продолжительностью периода «всходы – цветение» отмечается хотя и незначительная, но положительная связь: в 2005 г коэффициент корреляции составил 0,23, в 2006 г. – 0,37 и в 2007 г. – 0,16.

Образцы коллекции нута с очень крупными семенами имеют низкую высоту растений, которую в засушливые годы снижают еще больше, чем краснокутские сорта, что делает невозможным проведение механизированной уборки. Но они представляют ценность как доноры и генисточники признака крупнозерности и используются в гибридизации с высокорослыми сортами станции. Производству нужны сорта нута пригодные для уборки комбайном. Поэтому в нашей работе при создании крупносемянных сортов отбор гибридного материала по высоте растений имеет не меньшее значение, чем отбор на продуктивность.

По результатам трехлетнего изучения выделены номера, стабильно сохраняющие массу 1000 семян более 350 г, незначительно уступающие стандарту по числу бобов и семян на 1 растение. Они были привлечены в скрещивание с более высокорослыми районированными сортами Юбилейный, Краснокутский 36 и Приво 1.

Сравнение высоты растений и урожайности высокорослых и низкорослых форм показало, что и те и другие в засушливые годы снижают высоту растений и продуктивность, но у высокорослых форм это снижение значительно меньше. Поэтому отбор гибридного материала по высоте растений в сочетании с такими важными количественными признаками как число бобов и зерен на растении наиболее эффективен в сухие годы.

В результате гибридизации получены перспективные линии с массой 1000 семян 356-415 г. Наибольший интерес из полученного гибридного материала представляют две линии – № 2101 и № 2053.

Первая линия № 2101 получена путем индивидуального отбора из гибридной комбинации сортообразца коллекции ВНИИР №-2722 (Сирия) х сорт Юбилейный. В 2014-2015 гг. линия изучалась в контрольных питомниках. Форма растения кустовая, прямостоячая, слегка раскидистая. Высота растения 32-45 см. Vegetационный период 75-77 дней, цветение наступает на 5-6 дней, а спелость – на 3-4 дня раньше стандарта Краснокутский 36. Семена очень крупные, слегка морщинистые, светло-розовые, с белыми прожилками, форма от округлой до угловатой. Масса 1000 семян 352-365 г.

Линия № 2053 получена путем массового отбора из гибридной популяции от скрещивания сортообразца к-440 (Мексика) х Приво 1. В 2014-2015 гг. изучалась в контрольных питомниках. Форма растения раскидистая, среднерослая, высота 30-35 см. Vegetационный период 74-77 дней, период от всходов до цветения – 32-34 дня. Семена светло-розовые, крупные, морщинистые, ребристость средняя. Масса 1000 семян 351-375 г. Обе линии в 2016 г. будут изучаться в малом конкурсном сортоиспытании.

**Выводы.** Использование корреляционных связей между различными элементами структуры урожая является важным моментом при селекции на продуктивность. Во все годы эффективен отбор по числу бобов и семян на растение в сочетании с его высотой. Установленная нами закономерность, что в засушливые годы засухоустойчивые формы меньше снижают высоту растений, позволяет отбирать по этому признаку более продуктивный гибридный материал.

#### Литература

1. Булынец С.В. Мировая коллекция нута и перспективы ее использования в селекции. // В сб.: Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Материалы симпозиума. Т. II М.: Изд-во РУДН. – 2003. – С.19-20.
2. Вишнякова М. А. Эколого-географическое разнообразие генофонда зернобобовых ВИР и его значение для селекции. // Эколого-географическая генетика культурных растений: Материалы школы молодых ученых. – Краснодар: РАСХН ВНИИ риса. 2005. – С.117-133.

3. Saxena M.C. Problems and Potential of Chickpea Production in the Nineties// Chickpea in the Nineties: Proceedings of the Sekond International Workshop on Chickpea Improvement (4-8 Dec.1989) ICRISAT Center, India. - ICARDA. – Aleppo [Syria]. 1989. – P. 13-23.
4. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Сидоренко В.С, Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы. // Земледелие.2015.–№ 4. – С. 3-5.
5. Зотиков В.И. Научное обеспечение повышения качества зерна бобовых и крупяных культур. //Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Сборник научн.тр. – Орел. 2004. – С.206-212.
6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т.1. Сорта растений. М.:Росинформагротех. 2015. – 455 с.
7. Классификатор рода Cicer L. (нут). ВАСХН, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И.Вавилов. – Л.1980. 16 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – М. 1985. – 351 с.
9. Германцева Н.И. Нут – культура засушливого земледелия. – Саратов. 2011. – 200 с.
10. Германцева Н.И. Биологические особенности, селекция и семеноводство нута в засушливом Поволжье. Дисс ... доктора с.-х. наук. – Пенза. 2001. – 307 с.

### SELECTION ON THE SIZE OF A CHICK PEA SEEDS

N. I. Germantseva, T. V. Selezneva, T. W. Demyanova\*

FGBNU «KRASNOKUTSKAYA SOS AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF THE SOUTHEAST»

\*FGBNU «AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF THE SOUTHEAST»

E-mail: soskkut@rambler.ru

**Abstract:** *The results of the global chickpea collection of studies on the basis of seed size in arid Volga. The coefficients of variation and correlation of the main elements of the structure of the crop. The high conjugation efficiency of a number of legumes, grains and grain weight per plant, average yield dependence with plant height and weak with a mass of 1000 seeds. It highlights the best examples of the collection on seed size and precocity. Using big seeds samples in hybridization with recognized varieties yielded a diverse hybrid material. Promising lines were selected for the study in the control nurseries and small competitive strain testing.*

**Keywords:** chickpeas, weight of 1000 seeds, productivity elements correlation, the growing season.

УДК 633.36/37

### НУТ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ БОБОВАЯ КУЛЬТУРА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР РФ

В. П. НЕЦВЕТАЕВ, доктор биологических наук

С. И. ТЮТЮНОВ, доктор сельскохозяйственных наук

И. В. ПРАВДИН\*, А. В. ПЕТРЕНКО

ФГБНУ «БЕЛГОРОДСКИЙ НИИСХ», \*ООО «НТЦ БИО»

*Исследована продуктивность сортов нута Приво 1, Вектор, Юбилейный, Золотой юбилей и Краснокутский 36 в меняющихся климатических условиях Белгородской области и оценена эффективность микробиологических препаратов. Показана реакция сортов на инокуляцию клубеньковыми бактериями (нитрагин, ризоторфин) и «Биогор» серии «КМ». Так, сорт Краснокутский 36 не реагировал на клубеньковые бактерии в 2013-2014 годах, но положительно отреагировал на них в условиях затяжной вегетации 2015 года. Биогор положительно влиял на формирование семенной продуктивности нута в годы достаточного увлажнения в первый период вегетации, но значительно снижал эффективность в год с засушливой весной. В целом, за счёт инокуляции микробными препаратами рост продуктивности нута составил 22-34 %. Среди изученных сортов по урожайности за два года (2014-15 гг.) в условиях Белгородской области выделились Вектор, Юбилейный и Золотой*

юбилей. Превышение над стандартом Приво 1 у этих сортов составляло от +13 до +18 % и выразалось, соответственно, величиной урожая в 32,9 и 34,5 ц/га.

Наиболее узкое место в возделывании нута это защита посевов от сорняков в период вегетации. Установлено, что на посевах нута по вегетации можно использовать гербицид Базагран в дозе не более 1 кг/га.

**Ключевые слова:** нут, сорт, микробиологические препараты, урожайность.

Рост производства растительного белка и рациональное использование пашни невозможны без эффективного использования зернобобовых культур. В Белгородской области из зернобобовых культур наибольшие площади приходятся на сою. Так, в 2014 году уборочная площадь под соей составляла около 149 тыс. га, в 2015 году – около 165 тыс. га [1]. В то же время, доля посевов под горохом к 2014 году в области сократилась до 24 тыс. га, а в 2015 году составляла лишь 7,3 тыс. га [2].

Наблюдаемая тенденция связана с изменением климатических показателей региона после 2008 года. Так, температуры вегетационного периода по сравнению со средними многолетними данными увеличились на 2-3°C [3] (табл. 1). Соответственно, более остро ощущается дефицит влаги в летний сезон. Это привело к тому, что горох, как более влаголюбивая культура в последние годы отрицательно реагировала на изменение климатических условий, что стимулировало сокращение посевов под ним. В свою очередь, соя, как более жаростойкая среди бобовых, увеличила долю в структуре посевных площадей Белгородской области. В то же время, соя относится к сравнительно более поздним по созреванию сельскохозяйственным культурам. Это ограничивает возможности посева озимых после сои в оптимальные сроки, что снижает эффективность использования пашни.

Учитывая сложившуюся ситуацию, Белгородский НИИСХ проводит испытания такой, наиболее жаростойкой бобовой культуры, как нут. С целью повышения зерновой продуктивности нута была проведена биологическая оценка нового агромикробного химиката «Микробиологическое удобрение «Биогор» серии «КМ» (производства ООО «НТЦ БИО», г. Шебекино, Белгородская обл.), сравнение его с азотфиксирующими бактериальными препаратами, а также определена реакция ряда сортов нута на сложившиеся условия Белгородской области.

**Условия, материал и методы.** Исследование проводили с сортами нута (*Cicer arietinum* L.) в 2013-2015 гг. на опытных полях Белгородского НИИСХ, расположенных в западном агроклиматическом районе области (п. Гонки).

Почва опытного участка представлена черноземом типичным среднemosным малогумусным, тяжелосуглинистым, содержащем в пахотном слое 5,4 % гумуса, 75 мг/кг подвижного фосфора и 120 мг/кг подвижного калия по Чирикову,  $pH_{\text{сол}} - 5,6$ .

В исследовании использовали в 2013 г. сорта нута Волгоградской и Саратовской селекции: *Приво 1* и *Краснокутский 36*, соответственно. В 2014 и 2015 г. в опыты были включены дополнительно сорта: *Вектор*, *Юбилейный* и *Золотой юбилей* (Краснокутская СОС НИИСХ Юго-Востока), которые размещали после черного пара. Весной проводили боронование. Инокуляция велась в день посева путем смачивания семян нута растворами препаратов. Инокуляция ризоторфином проводилась из расчета 0,3 кг на гектарную норму семян. Инокуляция микробиологическим удобрением «Нитрагин Н» проводилась из расчета 1 л на гектарную норму высева семян. Данный раствор содержал 80 г. «Нитрагин Н» и 100 мл органо-минерального комплекса (ОМК). Микробиологическое удобрение «Биогор-Ж» серии «КМ» использовали из расчета 100 мл маточного раствора (титр  $10^6 - 10^9$  КОЕ в 1 см<sup>3</sup>) на тонну семян. Регистрационный № 232-19-754-1 от 17.08.2015. В 2013 году посев был произведен 18 апреля, в 2014 году – в первой декаде апреля, в 2015 году – 20 апреля. После посева проводили опрыскивание опытов почвенным гербицидом клоцет (д.в. ацетохлор+кломазон) в дозе 1,5 кг/га. Для создания экрана от сорняков внесение гербицида проводили без заделки в почву. В 2015 г. в качестве почвенного гербицида использовался Гезагард из расчёта 3 л/га (внесен 28.04.2015): дополнительно, для защиты посевов нута от сорняков, проводили обработку посевов гербицидами по вегетации (4.06.15): Галактиком 1,0

л/га против однодольных и Базаграном 0,75 л/га против двудольных. В качестве инокулянтов были использованы Ризоторфин и «Нитрагин Н» с нутowymi штаммами клубеньковых бактерий. Контроль – семена без обработки. Повторность в опыте четырехкратная, площадь учетной делянки 10 м<sup>2</sup>; норма высева семян 0,7 млн. семян на 1 га. Способ посева обычный рядовой.

Метеорологические условия в годы проведения опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Метеорологические условия вегетационных периодов в 2013-2015 гг.**

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, °С				Осадки, мм			
	2013	2014	2015	Средне-много-летняя	2013	2014	2015	Средне-много-летние
Апрель	11,5	10,3	9,4	<b>7,5</b>	4,6	30,0	53,6	<b>41,0</b>
Май	22,1	20,3	18,5	<b>14,6</b>	27,0	82,2	13,0	<b>47,0</b>
Июнь	23,0	19,6	22,3	<b>17,9</b>	67,0	113,5	59,0	<b>63,0</b>
Июль	22,3	23,6	22,7	<b>19,9</b>	59,5	8,5	79,5	<b>69,0</b>
Август	21,4	22,9	22,6	<b>18,7</b>	19,0	63,5	2,0	<b>56,0</b>
Сумма	2648,4	2944,9	2906,2	2392,5	177,1	297,7	207,1	286,9

Представленные данные свидетельствуют о стабильном увеличении температур вегетации в Белгородской области в последние годы. Так, среднегодовая температура 2013 г. превысила среднемноголетнюю на 1,4°С, в 2014 г. превышение составило 2,5°С, а в 2015 г. – 4,0°С [3].

Уборка урожая в 2015 году проведена 25 августа, в 2014 году – 20 августа, а в 2013 году – 14 августа.

Математическую обработку данных выполняли по Б.А. Доспехову [4], с использованием компьютерных программ StatNov и Nirsmain.

**Результаты и обсуждение.** В 2013 году реакцию нута на клубеньковые бактерии в виде урожайности семян проводили на сортах Приво 1 и Краснокутский 36 (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность нута в зависимости от обработки семян бактериальными удобрениями, ц/га (п. Гонки, 2013 г.)**

Вариант	Урожайность	± к контролю
<i>Приво 1</i> (Контроль)	22,5	-
<i>Приво 1</i> (Нитрагин)	25,2	+2,7
<i>Приво 1</i> (Ризоторфин)	26,3	+3,8
<i>НСР</i> <sub>0,95</sub>	2,6	
<i>Краснокутский 36</i> (Контроль)	20,1	-
<i>Краснокутский 36</i> (Нитрагин)	20,5	+0,4
<i>Краснокутский 36</i> (Ризоторфин)	20,2	+0,1
<i>НСР</i> <sub>0,95</sub>	4,6	

*Примечание:* по сорту *Приво 1* доля влияния варианта – 53,2 %, среды – 23,2 %, случайные отклонения – 23,6 %. По сорту *Краснокутский 36* доля влияния варианта – 0,7 %, среды – 28,9 %, случайные отклонения – 70,4 %.

Сорт *Приво 1* как в случае обработки нитрагином, так и при обработке ризоторфином существенно превысил урожайность по сравнению с контролем. Различия между инокулянтами лежали в пределах ошибки опыта. Сорт *Краснокутский 36* не отреагировал ни на нитрагин, ни на ризоторфин.

Детальный анализ показал, что применение ризоторфина и нитрагина привело у сорта *Приво 1* к значительной прибавке массы 1000 семян, что явилось ведущим фактором, определившим продуктивность растений. Так, масса 1000 семян сорта *Приво 1*, инокулированных ризоторфином составила 260,5 г, что превзошло контроль на 18,9 г, при

использовании нитрагина превышение данного показателя над контролем составило 16,2 г (НСР<sub>0,95</sub> = 12,7 г). На сорте *Краснокутский 36* применение обоих препаратов показало тенденцию к превышению данного показателя над контролем, которое не выходило за пределы ошибки опыта.

Таким образом, в 2013 году два сорта нута по-разному отреагировали на инокуляцию семян бактериальными удобрениями: На сорте *Приво 1* обработка семян ризоторфином привела к увеличению массы 1000 семян, по другим элементам структуры урожая различия были не существенны. Сорт *Краснокутский 36* не существенно отреагировал на обработку бактериальными препаратами.

Корреляционный анализ показал сильную положительную связь между урожайностью нута и массой 1000 семян ( $r = 0,838 \pm 0,2723^{**}$ ). В результате, предпосевная инокуляция семян ризоторфином и нитрагином положительно сказалась на увеличении урожайности сорта *Приво 1*, что отмечено ранее [5-6].

В то же время, следует отметить, что внесение почвенного гербицида при долговременном отсутствии осадков в весенний период и повышенных температурах (табл. 1) оказалось не эффективным. Так, засоренность посевов составляла более 40 сорных растений на м<sup>2</sup>. Необработанные гербицидами участки посевов бобовых по засоренности выражались близкими величинами. В связи с этим в 2013 г. была проведена ручная прополка опытов.

В 2014 и 2015 гг. исследования были продолжены на пяти сортах нута и дополнительно испытан бактериальный препарат «Биогор» серии «КМ». Результаты представлены в табл. 3.

В 2014 году, отличавшимся удовлетворительным обеспечением осадками (табл. 1), сорт *Приво 1* значительно превысил урожайность семян на варианте с обработкой биогором (+8,8 ц/га). На варианте с воздействием нитрагина превышение составило 8,2 ц/га. (табл. 3). На сорте *Вектор* прибавка урожая семян на этих вариантах составляла соответственно +8,4 и +8,9 ц/га, но находилась в пределах ошибки опыта. Сорт *Юбилейный* отреагировал на инокуляцию бактериями прибавкой урожая, соответственно, +11,7 и +2,8 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 9,4 ц/га). Следовательно, в данном случае действие биогора на формирование продуктивности было значимым, а реакция на клубеньковые бактерии находилась в пределах ошибки опыта.

В то же время, сорт *Золотой юбилей* практически не отреагировал на воздействие биогора (+1,7 ц/га), и сравнительно слабо отреагировал на применение нитрагина (+8,5 ц/га; НСР<sub>0,95</sub> = 9,1 ц/га). Что касается сорта *Краснокутский 36*, то он как и в предшествующий год не отреагировал на инокуляцию клубеньковыми бактериями, но существенно превысил урожайность семян по действию биогора (+10,2 ц/га; НСР<sub>0,95</sub> = 8,9 ц/га) (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность сортов нута (ц/га) под действием бактериальной обработки семян (2014-2015 гг. п. Гонки, n = 4)**

Название сорта	Варианты опыта				НСР <sub>0,95</sub>
	контроль	МО	контроль	нитрагин	
2014					
<i>Приво 1</i>	20,3	29,1	22,1	30,3	8,2
<i>Вектор</i>	26,4	34,8	26,4	35,3	9,5
<i>Юбилейный</i>	23,3	35,0	33,2	36,0	9,4
<i>Золотой юбилей</i>	24,0	25,7	26,3	34,8	9,1
<i>Краснокутский 36</i>	19,5	29,7	25,0	25,1	8,9
2015					
<i>Приво</i>	26,1	27,3	29,5	49,1	8,9
<i>Вектор</i>	29,6	33,0	35,8	51,2	8,4
<i>Юбилейный</i>	29,8	33,7	36,1	48,7	5,9
<i>Золотой юбилей</i>	31,0	36,9	35,1	49,0	6,1
<i>Краснокутский 36</i>	28,0	29,7	33,2	46,0	6,9
Среднее за 2 года	<b>25,8</b>	<b>31,5</b>	<b>30,3</b>	<b>40,6</b>	3,7

Примечание: МО-обработка семян удобрением «Биогор» серии «КМ», нитрагин – обработка семян нутowymi штаммами клубеньковых бактерий

Основной проблемой при возделывании нута явилась защита его посевов от сорняков, что вероятно, повлияло на величину ошибок опыта. Так, в 2014 году, несмотря на эффективность почвенного гербицида, сохранявшего посевы нута в чистоте в течение более месяца, во второй половине вегетации потребовалась ручная прополка.

2015 год отличался дефицитом влаги в период: май- первая половина июня и достаточным увлажнением в последующий период (табл. 1). Характерно, что в сложившихся условиях почвенный гербицид (Гезагард в дозе 3 л/га, внесен 28 апреля) хорошо сработал на фоне апрельских осадков, но в дальнейшем появилась необходимость защиты посевов нута по вегетации. В связи с этим, опыты 4 июня были обработаны гербицидами: Галактик – 1 л/га + Базагран – 0,75 кг/га. В данной дозе действие Базаграна на нут проявилось в побелении концов листьев бобовой культуры, но в дальнейшем не привело к депрессии посевов. В то же время, это позволило убрать двудольные сорняки, а в последующем нут сомкнул рядки и необходимости в дальнейшей защите от сорняков не требовалось. Различий в реакции разных сортов нута на Базагран не наблюдалось.

Поздние осадки способствовали удлинению вегетации. Наибольшая задержка развития в связи с этим наблюдалась у сорта *Краснокутский 36*, поэтому, для ускорения уборки на опытах была проведена десикация.

В сложившихся условиях изменение урожайности сортов нута под действием бактериальных препаратов представлено в таблице 3.

Следует отметить, что сухие условия первого периода вегетации привели к снижению эффективности действия биогиора. Так, превышение урожайности сортов над контролем составило у *Приво 1* +1,2 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 8,9 ц/га), *Вектор* – +4,6 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 8,4 ц/га), *Юбилейный* – +3,9 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 5,9 ц/га), *Золотой юбилей* – +5,9 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 6,1), *Краснокутский 36* – +1,7 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 6,9 ц/га) (табл. 3). Характерно, что затягивание вегетации способствовало увеличению эффективности действия клубеньковых бактерий. В результате, сорт *Приво 1* под действием нитрагина увеличил урожайность на +19,6 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 8,9 ц/га), *Вектор* – +15,4 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 8,4 ц/га), *Юбилейный* – +12,6 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 5,9 ц/га), *Золотой юбилей* – +13,9 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 6,1). Интересно, что в данных условиях даже сорт *Краснокутский 36* положительно отреагировал на воздействие нитрагина, на который в предыдущие годы у него отсутствовала реакция (табл. 2 и 3). Так, прибавка урожая под действием инокуляции семян нитрагином в этом году у него составила +12,8 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 6,9 ц/га) что было сопоставимо с реакцией остальных сортов на этот препарат.

В целом за два года культура нута положительно отреагировала на оба микробных препарата. Усредненная двухлетняя прибавка урожая под действием Биогиора составила 5,7 ц/га, а под действием нитрагина – 10,3 ц/га (НСР<sub>0,95</sub> = 3,7 ц/га).

Для оценки изменения питательных свойств зерна нута под действием клубеньковых бактерий оценили содержание белка и жира на двух сортах (табл. 4).

Таблица 4

**Содержание белка и жира в семенах сортов нута урожая 2015 года**

Название сорта	Вариант опыта	Содержание белка, %	Содержание жира, %
Юбилейный	контроль	14,44+0,38	5,9+0,56
Юбилейный	нитрагин	15,53+0,41	5,4+0,54
Золотой юбилей	контроль	17,06+0,44	5,4+0,54
Золотой юбилей	нитрагин	19,91+0,51	4,9+0,52

У сортов Юбилейный и Золотой юбилей содержание белка под действием инокуляции семян нитрагином значительно увеличилось, соответственно, на 1,09 % (t = 1,95) и 2,85 % (t = 4,22). По количеству жира различия в 0,5 % находились в пределах ошибки опыта (t = 1,00 и t = 0,67). На основе полученных данных рост сбора белка с 1 гектара выражается величинами в пределах от 14 до 40 кг.

Учитывая, что в опытах исследовалось пять сортов нута, была оценена целесообразность возделывания их в условиях Белгородской области. По данным двухлетних испытаний

существенные превышения урожайности над стандартом (*Приво 1*) показали три сорта: *Вектор*, *Юбилейный* и *Золотой юбилей* (табл. %). Различия между этими тремя сортами находились в пределах ошибки опыта ( $НСР_{0,95} = 2,5$  ц/га). Характерно, что в условиях вегетации 2015 года яровой ячмень (сорт *Хаджибей*, районированный по региону), в отличие от нута, не смог использовать июньские осадки и показал урожайность на уровне 26,1 ц/га ( $НСР_{0,95} = 3,3$  ц/га), следовательно, по зерновой продуктивности в целом уступил культуре нута.

Таблица 5

**Урожайность сортов нута за 2 года в БелНИИСХ (2014-2015 гг., n = 8)**

Название сорта	Среднее за 2014-2015, ц/га	Отклонение от стандарта
<i>Приво 1</i> (стандарт)	29,2	-
<i>Вектор</i>	34,1	+ 4,9*
<i>Юбилейный</i>	34,5	+ 5,3*
<i>Золотой юбилей</i>	32,9	3,7*
<i>Краснокутский 36</i>	29,9	+ 0,7
НСР <sub>0,95</sub>		2,5

**Выводы.** Таким образом, для возделывания нута в условиях Белгородской области целесообразно использовать сорта *Вектор*, *Юбилейный* и (или) *Золотой юбилей*.

В годы благоприятные по увлажнению в начальный период вегетации обработка семян нута препаратом «Биогор» дает наибольший эффект. При дефиците влаги в этот период действие этого микробиологического удобрения снижается. Клубеньковые бактерии на нуте дают более стабильный результат, за исключением сорта Краснокутский 36, который ответил прибавкой урожая на инокуляцию семян нитрагином только в год с избыточным увлажнением во второй половине вегетации (2015 г.).

Для повышения эффективности производства семян нута целесообразно использовать микробиологические препараты Биогор и (или) нитрагин. Это позволяет увеличить урожайность на 22 – 34 % и повысить сбор белка с единицы площади.

**Литература**

1. Информация о ходе полевых работ на 1 ноября 2015 [Информационный ресурс 4.12.2015] <http://www.belapk/arhiv2/19010/>
2. Информация о ходе полевых работ на 10 августа 2015 [Информационный ресурс 4.12.2015] [http://www.belapk/arhiv2/svodka\\_1008/](http://www.belapk/arhiv2/svodka_1008/)
3. Сводки метеопоста ФГБНУ «Белгородский НИИСХ», п. Гонки.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. 1985. – 351 с.
5. Попова Е.В., Нецветаев В.П. Культура нута в условиях Белгородской области // Белгородский Агромир.- 2013. – № 6 (80), – С.24-26.
6. Попова Е.В., Нецветаев В.П., Правдин В.Г. Влияние предпосевной инокуляции семян бактериальными препаратами на продуктивность сортов нута (*Cicer arietinum* L.) // Научные ведомости БелГУ Серия. Естественные науки. - Белгород: БГУ. – 2014.-№ 23 (194), Вып. 29. – С. 55-59.

**CHICKPEA – PERSPEKTIVE LEGUME CROP IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE ON SOUTH-WEST TcChR of RF**

**V. P. Netsvetaev, S. I. Tyutyunov, I. V. Pravdin\*, A. B. Petrenko**  
 BELGOROD STATE RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE,  
 \*«SC. TECH. CENTR BIO»

**Abstract:** Studied productive varieties of chickpea *Privo*, *Vector*, *Jubilee*, *Golden Jubilee* and *Krasnokutsky 36* in changing climatic conditions of the Belgorod region and estimated the effectiveness of microbiological preparations. It is shown the reaction of varieties to inoculation with rhizobia (*nitragin*, *rizotorfina*) and "Biogor" series "KM". So, variety *Krasnokutsky 36* did not respond to nodule bacteria in 2013-2014, but has responded positively to them in the conditions of prolonged growing season in 2015. *Biogor* has positively affects on the formation of chickpea seed production during the year's sufficient moisture during the first period of vegetation, but significantly reduced the effectiveness of a year with dry spring. In general, due to the inoculation with microbial agent's chickpeas productivity growth in the size estimated 22-34%. Among the studied varieties for

yield in two years (2014-15) in conditions of the Belgorod region is allocated Vector, Jubilee and Golden Jubilee. The excess of the standard (Privo 1) of the varieties ranged from 13 to 18% and to express, respectively, the size of the harvest of 3.29 and 3.45 t / ha.

The narrowest place in the cultivation of chickpea is a crop protection from weeds during the growing season. It is found that the crops of chickpea can be used herbicide for vegetation Basagran, but at a dose of not exceeding 1 kg / ha.

**Keywords:** chickpea, varieties, microbiological preparations, yield of beans.

UDC 633.15:633.33:631.584

## ABOVEGROUND BIOMASS YIELD AND QUALITY IN INTERCROPPING MAIZE (*ZEA MAYS*) WITH *VIGNA* SPECIES

SANJA MIKIĆ\*, ALEKSANDAR MIKIĆ, ALEKSANDRA NASTASIĆ,  
VOJISLAV MIHAILOVIĆ, MARINA TOMIČIĆ, BOJAN MITROVIĆ,  
DUŠAN STANISAVLJEVIĆ

INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLE CROPS, MAKSIMA GORKOG 30, 21000  
NOVI SAD, SERBIA

\*Corresponding author: sanja.mikic@ifvcns.ns.ac.rs

**Abstract:** During the summer in temperate regions, such as Serbia, feeding ruminants suffers from the lack of protein-rich annual legumes. A trial was carried out in 2012 and 2013 with *Vigna* and maize intercropping. It demonstrated that such forage production system may have a considerable potential for both fresh aboveground biomass yield and aboveground biomass crude protein yield. An appropriate maize hybrid may be a crucial issue for both high yields and economically reliable forage production. This paper presents the pioneering results of this novel agronomic practice.

**Keywords:** aboveground biomass crude protein yield, fresh aboveground biomass yield, intercropping, *Vigna* spp., *Zea mays*

### Introduction

Intercropping is one of the most ancient agricultural practices. In temperate regions, such as Europe, the most common form is intercropping cool season cereals with annual legumes. Maize (*Zea mays* L.) is the most important field crops in Serbia, while soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) and several cool season annual legumes are the most significant sources of protein-rich feed for animal husbandry.

Our previous finding suggests that many warm season annual legumes, such as *Vigna* spp. species, may be successfully grown for both forage and grain at higher latitudes, including Serbia, positioned at about 45°N (Mihailović *et al.*, 2006). This paper aimed at assessing the potential of intercropping warm season field crops, such as maize and *Vigna* species, for fresh aboveground biomass and aboveground biomass crude protein yield, for a potential use in feeding ruminants (Fig. 1).

### Materials and methods

A small-plot trial was carried out in 2012 and 2013 at the Experimental Field of the Institute of Field and Vegetable Crops at Rimski Šančevi, in the vicinity of Novi Sad. The trial included two maize hybrids, NS 501 and NS 7020, and four accessions of four *Vigna* species, namely 05/01 of mung bean (*V. radiata* (L.) R. Wilczek), MM 06/04 of adzuki bean (*V. angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi), MM 10/01 of black gram (*V. mungo* (L.) Hepper) and MM 07/01 cowpea (*V. unguiculata* (L.) Walp.). The size of field plots was 5 m × 2 m, with a row-to-row spacing of 20 cm, with alternating maize and *Vigna* rows and three replicates. All plots were cut when the *Vigna* was in full bloom, while maize had between six and eight leaves. Fresh aboveground biomass yield (t ha<sup>-1</sup>) was measured *in situ* immediately after cutting. Fresh aboveground biomass yield samples of 500 g were

dried in an oven at 90°C for 24 hours, used for determining aboveground biomass crude protein content by the Kjeldahl method and recalculated in aboveground biomass crude protein yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). The results were processed by analysis of variance (ANOVA) using Mstat 5.5.7 (Freed, 2013) with t-test applied. Economic aspects of both parameters were evaluated by calculating land equivalent ratio (LER),  $\text{LER}_{\text{FABY}}$  and  $\text{LER}_{\text{ABCPY}}$ , using the following general formula:  $\text{LER} = x_{\text{IC}} / y_{\text{SC}} + y_{\text{IC}} / y_{\text{SC}}$ , where  $x_{\text{IC}}$  is a parameter of one component in intercrop,  $x_{\text{SC}}$  is the same parameter of the same component in sole crop,  $y_{\text{IC}}$  is the parameter of another component in intercrop and  $y_{\text{SC}}$  is the parameter of another component in its sole crop.

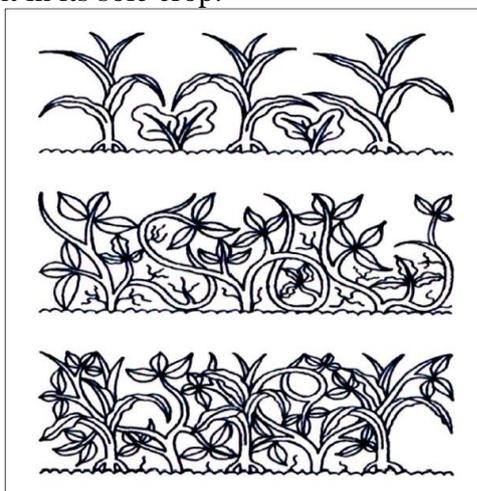


Figure 1. Intercropping maize with cowpea: (top row) maize suffers from weeds in early stages; (middle row) cowpea fights weeds but heavily lodges; (bottom row) intercropping maize and cowpea may be beneficial for both since cowpea fights weeds in maize and maize supports cowpea and assists it in preserving majority of its leaves active (Mikić et al., 2015)

### Results and discussion

A two-year average fresh aboveground biomass yield in sole crops ranged from 22.5  $\text{t ha}^{-1}$  in adzuki bean to 50.1  $\text{t ha}^{-1}$  in cowpea, with significant differences at a level of 0.05 (Table 1).

Table 1

#### Average values of fresh aboveground biomass yield ( $\text{t ha}^{-1}$ ) in the sole crops and intercrops of maize and *Vigna* species at Rimski Šančevi in 2012 and 2013

Sole crop / Intercrop	Maize fresh aboveground biomass yield	<i>Vigna</i> fresh aboveground biomass yield	Total aboveground biomass yield	$\text{LER}_{\text{FABY}}$
Maize hybrid 501	45.1	-	-	-
Maize hybrid 7020	33.9	-	-	-
Mung bean	-	26.1	-	-
Adzuki bean	-	22.5	-	-
Black gram	-	29.1	-	-
Cowpea	-	50.1	-	-
NS 501 + MM 05/01	22.6	7.6	30.2	0.79
NS 501 + MM 06/04	25.6	4.7	30.3	0.78
NS 501 + MM 10/01	19.7	11.4	31.1	0.83
NS 501 + MM 07/01	11.4	34.1	45.5	1.02
NS 7020 + MM 05/05	15.9	14.5	30.4	1.02
NS 7020 + MM 06/04	16.8	11.6	28.4	1.01
NS 7020 + MM 10/01	13.6	15.8	29.4	0.94
NS 7020 + MM 07/01	8.3	40.5	48.8	1.05
$\text{LSD}_{0.05}$	2.4	2.8	3.4	0.09

Intercropping maize hybrid NS 7020 with cowpea produced highest fresh aboveground biomass yield (48.8 t ha<sup>-1</sup>), while intercropping the same maize hybrid with adzuki bean had the lowest fresh aboveground biomass yield (28.4 t ha<sup>-1</sup>). Cowpea had the highest individual contribution to fresh aboveground biomass yield, with 40.5 t ha<sup>-1</sup>, when intercropped with the maize hybrid NS 7020. Mung bean had the lowest individual contribution to fresh aboveground biomass yield, with 4.7 t ha<sup>-1</sup>, when intercropped with the maize hybrid NS 501. The values of LER<sub>FABY</sub> varied between 0.78 in the intercrop of the maize NS 501 and adzuki bean and 1.05 in the intercrop of the maize NS 7020 and cowpea, being significantly lower in comparison to the intercrops of annual legumes with each other (Mikić *et al.*, 2012).

The sole crop of cowpea had the highest aboveground biomass crude protein yield, with 2568 kg ha<sup>-1</sup>, while NS 7020 had the lowest aboveground biomass crude protein yield, with 1317 kg ha<sup>-1</sup> (Table 2).

Table 2

**Average values of aboveground biomass crude protein yield (kg ha<sup>-1</sup>) in the sole crops and intercrops of maize and *Vigna* species at Rimski Šančevi in 2012 and 2013**

Sole crop / Intercrop	Maize aboveground biomass crude protein yield	<i>Vigna</i> aboveground biomass crude protein yield	Total aboveground biomass crude protein yield	LER <sub>FDMY</sub>
Maize hybrid 501	1786	-	1786	-
Maize hybrid 7020	1317	-	1317	-
Mung bean	-	1716	1716	-
Adzuki bean	-	1813	1813	-
Black gram	-	1516	1516	-
Cowpea	-	2568	2568	-
NS 501 + MM 05/01	759	418	1177	0.80
NS 501 + MM 06/04	817	306	1123	0.77
NS 501 + MM 10/01	542	622	1164	0.85
NS 501 + MM 07/01	377	1620	1997	1.04
NS 7020 + MM 05/05	553	609	1162	1.05
NS 7020 + MM 06/04	585	603	1188	1.03
NS 7020 + MM 10/01	566	758	1324	0.96
NS 7020 + MM 07/01	299	1944	2243	1.10
LSD <sub>0.05</sub>	78	144	222	0.05

Among the intercrops, it ranged from 1123 kg ha<sup>-1</sup> in adzuki bean with the maize NS 501 to 1997 kg ha<sup>-1</sup> in the maize NS 501 with cowpea and 2243 kg ha<sup>-1</sup> in cowpea with the maize NS 7020, respectively. The highest individual contribution to the total aboveground biomass crude protein yield was in cowpea, with 1944 kg ha<sup>-1</sup>, when intercropped with the maize NS 7020. The lowest individual contribution to the total aboveground biomass crude protein yield was in adzuki bean, with 306 kg ha<sup>-1</sup> in the intercrop with the maize NS 501. All the values of LER<sub>ABCPC</sub> were higher than 1 and proved economically reliable. The two-year average values of LER<sub>ABCPC</sub> ranged between 0.77 in the intercrop of the maize NS 501 and adzuki bean and 1.09 in the maize NS 501 with cowpea and 1.10 in the maize NS 7020, respectively. Similar values were obtained in the intercrops of pea with cereals (Mihailović *et al.*, 2011).

**Conclusion**

The intercrops of warm season crop such as maize with *Vigna* species showed a considerable potential for fresh aboveground biomass yield. Its additional value is that it provides a quality protein-rich source for a potential use in feeding ruminants in summer, when other annual forage crops are already cut few months earlier. This preliminary research also reveals that the choice of an appropriate maize hybrid may be a crucial issue for both high yields and economically reliable forage

production. Future research should include a greater number of maize hybrids and species and accessions of warm season annual legumes.

#### Acknowledgements

The Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development.

#### References

- Freed, R. (2013) Mstat 5.5.7. Michigan State University, Minnesota, USA.
- Mihailović, V., Mikić, A., Vasiljević, S., Milić, D., Čupina, B., Krstić, Đ. and Ilić, O. (2006) Tropical legumes for forage. *Grassland Science in Europe*, 11, 306-308.
- Mihailović, V., Mikić, A., Kobiljski, B., Čupina, B., Antanasović, S., Krstić, Đ. and Katanski, S. (2011) Intercropping pea with eight cereals for forage production. *Pisum Genetics*, 43, 33-35.
- Mikić, A., Čupina, B., Mihailović, V., Krstić, Đ., Đorđević, V., Perić, V., Srebrić, M., Antanasović, S., Marjanović-Jeromela, A. and Kobiljski, B. (2012) Forage legume intercropping in temperate regions: Models and ideotypes. In: Lichtfouse, E. (ed.) *Sustainable Agriculture Reviews 11*. Springer Science+Business Media, Dordrecht, the Netherlands, pp. 161-182.
- Mikić, A., Čupina, B., Rubiales, D., Mihailović, V., Šarūnaitė, L., Fustec, J., Antanasović, S., Krstić, Đ., Bedoussac, L., Zorić, L., Đorđević, V., Perić, V. and Srebrić, M. (2015) Models, developments, and perspectives of mutual legume intercropping. *Advances in Agronomy*, 130, 337-419.

УДК 633.15:633.33:631.584

### УРОЖАЙ НАДЗЕМНОЙ БИОМАССЫ И ЕГО КАЧЕСТВО ПРИ МЕЖДУРЯДНОМ ПОСЕВЕ КУКУРУЗЫ (*ZEA MAYS*) С ВИДАМИ ВИГНЫ (*VIGNA*)

САНЯ МИКИЧ, АЛЕКСАНДР МИКИЧ\*, АЛЕКСАНДРА НАСТАСИЧ, ВОЙСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ, МАРИНА ТОМИЧИЧ, БОЯН МИТРОВИЧ,  
ДУСАН СТАНИСАВЛЕВИЧ

ИНСТИТУТ ПОЛЕВОДСТВА И ОВОЩЕВОДСТВА, МАКСИМА ГОРЬКОГО 30,  
21000 НОВИ САД, СЕРБИЯ

\*Автор для переписки: [aleksandar.mikic@ifvcns.ns.ac.rs](mailto:aleksandar.mikic@ifvcns.ns.ac.rs)

**Резюме:** Летом в регионах с умеренным климатом, таких, как Сербия, кормовая база животноводства испытывает недостаток богатых белком однолетних бобовых. В 2012 и 2013 годах проведено изучение междурядных посевов вигны и кукурузы. Установлено, что такая система кормопроизводства обеспечивает высокий выход свежей биомассы и сбор сырого протеина. При этом кукуруза является важным фактором получения высоких урожаев и обеспечивает экономически надежное кормопроизводство. Данная работа является новаторской для агрономической практики.

**Ключевые слова:** выход общего белка надземной биомассы, выход свежей надземной биомассы, междурядное размещение культур, *Vigna spp.*, *Zea mays*.

**Введение.** Интеркроппинг (междурядное размещение культур) является одним из наиболее древних методов ведения сельского хозяйства. В регионах с умеренным климатом, таких как Европа, наиболее распространен интеркроппинг зерновых с однолетними бобовыми. Кукуруза (*Zea mays* L.) является важной полевой культурой в Сербии, тогда как соя (*Glycine max* (L.) Merr.) и однолетние бобовые - наиболее значимые источники богатых протеином кормов для животноводства. Полученные нами ранее результаты показывают, что многие однолетние бобовые, такие как вигна, можно с успехом выращивать как на корм, так и на зерно в более высоких широтах, расположенных примерно в 45°N, в том числе в Сербии, (Mihailović *et al.*, 2006).

Целью данной работы является оценка потенциала совместных посевов кукурузы и вигны по выходу свежей надземной биомассы и сбору сырого протеина надземной биомассы, для использования в кормлении жвачных животных (рисунок 1).

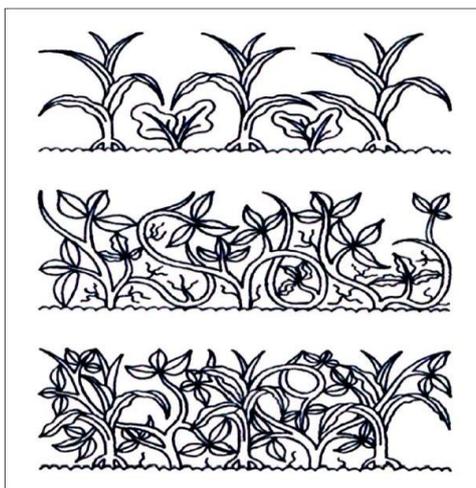


Рисунок 1. Междурядный посев кукурузы с коровьим горохом: (верхний ряд) кукуруза страдает от сорняков на ранних стадиях развития; (средний ряд) коровий горох борется с сорняками за счет густого (плотного) посева; (нижний ряд) междурядный посев кукурузы с коровьим горохом может быть взаимовыгодным, коровий горох борется с сорняками в посеве кукурузы, а кукуруза поддерживает коровий горох и помогает сохранять большую часть листьев в активном состоянии (Mikić et al., 2015)

**Материалы и методы.** Исследования проводились в 2012 и 2013 гг. на участках экспериментального поля Института полеводства и овощеводства в Римском Шанцеви около города Нови-Сад. В изучение были включены два гибрида кукурузы: NS 501 и NS 7020 и четыре образца видов *Vigna*: 05/01 маш (*V. radiata* (L.) R. Wilczek), MM 06/04 фасоль адзуки (*V. angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi), MM 10/01 урд (*V. mungo* (L.) Hepper) и MM 07/01 коровий горох (*V. unguiculata* (L.) Walp.). Размер делянки составил  $5 \times 2 \text{ м}^2$ , расстояние между рядками 20 см с чередующимися рядами кукурузы и вигны в трех повторениях. Делянки скашивали, когда *Vigna* была в фазе полного цветения, а кукуруза имела шесть-восемь листьев. Выход свежей надземной биомассы ( $\text{т/га}^{-1}$ ) определяли сразу после скашивания. Образцы свежей надземной биомассы по 500 г, высушенные в течение 24 часов в сушильном шкафу при  $90^\circ\text{C}$ , использовали для определения содержания сырого протеина по методу Кьельдаля и расчета сбора сырого протеина надземной биомассы ( $\text{кг/га}^{-1}$ ). Результаты были обработаны с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием программы Mstat 5.5.7 (Freed, 2013).

Экономические аспекты обоих параметров оценивали вычислением относительного земельного эквивалента (LER),  $\text{LER}_{\text{ФАВУ}}$  и  $\text{LER}_{\text{АВСРУ}}$ , при помощи следующей общей формулы:  $\text{LER} = x_{\text{IC}} / y_{\text{SC}} + y_{\text{IC}} / y_{\text{SC}}$ ,

где  $x_{\text{IC}}$  – параметр одного компонента в междурядном посеве,

$x_{\text{SC}}$  – параметр того же компонента в чистом посеве,

$y_{\text{IC}}$  – параметр другого компонента в междурядном посеве

$y_{\text{SC}}$  – параметр другого компонента в чистом посеве.

**Результаты и обсуждение.** В среднем за два года выход свежей надземной биомассы в чистых посевах варьировал от  $22,5 \text{ т/га}^{-1}$  у фасоли адзуки до  $50,1 \text{ т/га}^{-1}$  у коровьего гороха, со значительными различиями на уровне  $p=0,05$  (таблица 1).

Интеркроппинг гибрида кукурузы NS 7020 с коровьим горохом позволил получить самый большой выход свежей надземной биомассы ( $48,8 \text{ т/га}^{-1}$ ), в то время как интеркроппинг того же гибрида кукурузы с фасолью адзуки имел наиболее низкий выход свежей надземной биомассы ( $28,4 \text{ т/га}^{-1}$ ). У коровьего гороха отмечен наиболее высокий индивидуальный вклад в выход свежей надземной биомассы –  $40,5 \text{ т/га}^{-1}$  при междурядном посеве с гибридом кукурузы NS 7020. У фасоли адзуки был зафиксирован самый низкий индивидуальный вклад в выход свежей надземной биомассы –  $4,7 \text{ т/га}^{-1}$  при междурядном посеве с гибридом кукурузы NS 501.

Таблица 1

**Выход надземной биомассы (т/га<sup>-1</sup>) в чистых и междурядных посевах сортов кукурузы и вигны в Римском Шанчеви, 2012-2013 гг.**

Посев чистый / междурядный	Выход свежей надземной биомассы кукурузы	Выход свежей надземной биомассы вигны	Общий выход надземной биомассы	Относительный земельный эквивалент LER <sub>FABY</sub>
Гибрид кукурузы 501	45,1	-	-	-
Гибрид кукурузы 7020	33,9	-	-	-
Маш	-	26,1	-	-
Фасоль адзуки	-	22,5	-	-
Урд	-	29,1	-	-
Коровий горох	-	50,1	-	-
NS 501 + MM 05/01	22,6	7,6	30,2	0,79
NS 501 + MM 06/04	25,6	4,7	30,3	0,78
NS 501 + MM 10/01	19,7	11,4	31,1	0,83
NS 501 + MM 07/01	11,4	34,1	45,5	1,02
NS 7020 + MM 05/05	15,9	14,5	30,4	1,02
NS 7020 + MM 06/04	16,8	11,6	28,4	1,01
NS 7020 + MM 10/01	13,6	15,8	29,4	0,94
NS 7020 + MM 07/01	8,3	40,5	48,8	1,05
HCP <sub>0,05</sub>	2,4	2,8	3,4	0,09

Значения относительного земельного эквивалента LER<sub>FABY</sub> варьировали от 0,78 в междурядном посеве кукурузы NS 501 и фасоли адзуки до 1,05 в междурядном посеве кукурузы NS 7020 и коровьего гороха, что оказалось значительно ниже по сравнению с междурядными посевами однолетних бобовых друг с другом (Mikić *et al.*, 2012).

Чистый посев коровьего гороха имел самый высокий сбор сырого протеина надземной биомассы – 2568 кг/га<sup>-1</sup>, тогда как у кукурузы NS 7020 этот показатель был наиболее низким – 1317 кг/га<sup>-1</sup> (таблица 2).

Таблица 2

**Сбор сырого протеина надземной биомассы (кг/га<sup>-1</sup>) в чистых и междурядных посевах сортов кукурузы и вигны в Римском Шанчеви в 2012 и 2013 гг.**

Посев чистый / междурядный	Сбор сырого протеина надземной биомассы кукурузы	Сбор сырого протеина надземной биомассы вигны	Общий сбор сырого протеина надземной биомассы	Относительный земельный коэффициент LER <sub>FDMY</sub>
Гибрид кукурузы 501	1786	-	1786	-
Гибрид кукурузы 7020	1317	-	1317	-
Маш	-	1716	1716	-
Фасоль адзуки	-	1813	1813	-
Урд	-	1516	1516	-
Коровий горох	-	2568	2568	-
NS 501 + MM 05/01	759	418	1177	0,80
NS 501 + MM 06/04	817	306	1123	0,77
NS 501 + MM 10/01	542	622	1164	0,85
NS 501 + MM 07/01	377	1620	1997	1,04
NS 7020 + MM 05/05	553	609	1162	1,05
NS 7020 + MM 06/04	585	603	1188	1,03
NS 7020 + MM 10/01	566	758	1324	0,96
NS 7020 + MM 07/01	299	1944	2243	1,10
HCP <sub>0,05</sub>	78	144	222	0,05

В междурядных посевах этот показатель варьировал между 1123 кг/га<sup>-1</sup> у кукурузы NS 501 с фасолью адзуки и 1997 кг/га<sup>-1</sup> у кукурузы NS 501 с коровьим горохом, соответственно, и 2243 кг/га-1 у кукурузы NS 7020 с коровьим горохом. Самый высокий индивидуальный вклад в сбор сырого протеина надземной биомассы – 1944 кг/га<sup>-1</sup> был у кукурузы NS 7020 с коровьим горохом, а самый низкий – 306 кг/га<sup>-1</sup> отмечен у кукурузы NS 501 в междурядном посеве с фасолью адзуки. Все значения LER<sub>АВСРС</sub> были выше единицы. Средние значения LER<sub>АВСРС</sub> за два года варьировали между 0,77 в междурядном посеве кукурузы NS 501 с фасолью адзуки и 1,10 у кукурузы NS 7020 с коровьим горохом. Похожие значения были получены в междурядных посевах гороха с зерновыми (Mihailović *et al.*, 2011).

**Вывод.** Междурядные посевы кукурузы с видами *Vigna* продемонстрировали высокий потенциал выхода свежей надземной биомассы. Дополнительная ценность таких посевов заключается в том, что они обеспечивают качественный источник богатого белком корма для жвачных животных летом, в то время как другие однолетние кормовые культуры уже скошены несколько месяцев раньше. Проведенное исследование показывает, что выбор подходящего гибрида кукурузы может быть важным фактором как для формирования высоких урожаев, так и для экономически надежного кормопроизводства. Будущие исследования должны включать в себя большее количество гибридов кукурузы, а также видов и образцов теплолюбивых однолетних бобовых культур.

**Благодарности.** Министерству образования, науки и технологического развития Республики Сербия.

#### Литература

1. Freed R. (2013) Mstat 5.5.7. Michigan State University, Minnesota, USA.
2. Mihailović V., Mikić A., Vasiljević S., Milić D., Ćupina B., Krstić Đ. and Ilić, O. (2006) Tropical legumes for forage. *Grassland Science in Europe*, 11, – 306-308.
3. Mihailović V., Mikić A., Kobiljski B., Ćupina B., Antanasović S., Krstić Đ. and Katanski S. (2011) Intercropping pea with eight cereals for forage production. *Pisum Genetics*, 43, – 33-35.
4. Mikić A., Ćupina B., Mihailović V., Krstić Đ., Đorđević V., Perić V., Srebrić M., Antanasović S., Marjanović-Jeromela, A. and Kobiljski, B. (2012) Forage legume intercropping in temperate regions: Models and ideotypes. In: Lichtfouse, E. (ed.) *Sustainable Agriculture Reviews 11*. Springer Science+Business Media, Dordrecht, the Netherlands, pp. – 161-182.

УДК633.256631.5(574.3)

### УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ПАЙЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

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

**В. И. ЗОТИКОВ\***, доктор сельскохозяйственных наук

**Г. Ж. СТЫБАЕВ, А. А. БАЙТЕЛЕНОВА**, кандидаты сельскохозяйственных наук

**Н. К. МУХАНОВ**, докторант

КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С.СЕЙФУЛЛИНА, КАЗАХСТАН  
\*ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», РОССИЯ

*В данной статье приведены результаты анализа влияния агротехнических приемов на урожайность пайзы в условиях сухостепной зоны Центрального Казахстана. Проанализированы динамика прохождения фаз роста и развития растений пайзы и продолжительность их межфазных периодов, а также урожайность. На основе проведенного исследования определен наилучший срок посева для получения более высокого урожая зеленой массы при сложившихся неблагоприятных метеоусловиях 2015 года. Наибольшая урожайность у пайзы наблюдается при посеве в 1 декаде июня – 273,03 ц/га.*

**Ключевые слова:** пайза, урожайность, срок посева, интродукция, зеленая масса.

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. При этом большую роль играет подбор культур, которые должны обладать коротким периодом вегетации, ценными морфологическими признаками и свойствами растений [1]. Одной из причин, не позволяющих успешно использовать эти культуры, является полное отсутствие информации об элементах возделывания этих культур в конкретных почвенно-климатических условиях региона. К таким культурам относится просовидная зернокормовая культура – пайза.

Пайзу возделывают как зерновую и кормовую культуру в Индии, Китае, Корее, Японии. Зеленая масса пайзы – хорошее сырье для приготовления сена, силоса, сенажа, витаминно-травяной муки. На территории бывшего СССР она появилась в начале XX века. Посевы пайзы в России составляют не более 25 тыс га. С каждым годом площадь посева пайзы увеличивается и на Украине, если 2004 году в порядке эксперимента было посеяно 12 гектаров, то 2007 году она заняла 250 гектаров [2]. В Египте выращивается на 4550 га [3].

Пайза характеризуется высокой биологической пластичностью и адаптивностью, рационально использует агроклиматические условия зоны возделывания [4]. Культура заслуживает серьезного внимания и в связи с тем, что обеспечивает высокую урожайность в экстремальных засушливых условиях, особенно на легких по гранулометрическому составу почвах [5]. Урожайность зеленой массы – от 350-400 ц/га по данным Приморского СХИ и до 760 ц/га согласно сведениям Гомельской ГОСС. При благоприятных условиях выращивания формирует урожайность сена до 140 ц/га [6, 7, 8].

В этой связи одним из задач наших исследований являлось изучение влияния сроков посева на урожайности новой кормовой силосной культуры пайзы в почвенно-климатических условиях сухостепной зоны Центрального Казахстана.

**Материалы и методы исследований.** Экспериментальные исследования проводили на стационаре кафедры земледелия и растениеводства, расположенного на землях КХ «Олжабай» Осакаровского района. Закладка и постановка полевых опытов проводились по общепринятой в агрономии методологии: методике проведения полевого опыта Б.Д. Доспехова [9], Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур [10].

Объект исследований – сорт пайзы Красава.

Опыты закладывались в 3-х кратной повторности. Площадь одной опытной деланки 84 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 1м<sup>2</sup>. Размещение вариантов в опытах систематическое с последовательным расположением повторностей. Посев пайзы проводили при физической спелости почвы в 3 срока посева во второй и третьей декадах мая, а также в первой декаде июня.

Подготовка почвы для посева пайзы проводилась по традиционной технологии, рекомендованной для условий региона.

**Почвенно-климатические условия в год проведения исследования.** Для проведения полевых опытов был выбран участок типичный для региона с темно-каштановыми почвами. Перед началом закладки опытов был проведен отбор образцов почвы для определения основных питательных веществ, гумуса и рН почвенной среды по слоям 0-20 см и 0-40 см (таблица 1).

Таблица 1

**Агрохимические свойства почвы опытного участка**

Горизонт, см	Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	л/г азот, мг/кг	рН
0-20	2,18	14,33	565,5	31,9	7,0
20-40	1,49	7,07	388,5	25,2	7,1

*Примечание: л/г – легкогидролизуемый*

Степень уплотненности по величине объемной массы - рыхлая и составляет 1,2 г/см<sup>3</sup>. Реакция почвенного раствора нейтральная.

По данным Якушевского Е.С. (1964), в районах достаточного увлажнения пайза хорошо растет на любых почвах, хотя самую высокую урожайность зеленой массы (до 600 – 800 ц/га) дает на аллювиально-черноземовидных и окультуренных торфяниках. По гранулометрическому составу для нее подходят как связные, так и легкие почвы [11].

Опытный участок расположен в зоне с резко-континентальным климатом. По данным среднесуточных исследований в среднем за вегетационный период выпадает 125-185 мм осадков. Период со среднесуточной температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$  длится 135-140 дней. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 125-140 дней, высота снежного покрова составляет 16-35 см, а запасы воды в снеге не превышают 40-90 мм. Средняя температура воздуха января месяца – 25-30 градусов мороза, июля – 25 градусов тепла. Продолжительность теплого периода составляет 194-205 дней. Безморозный период – более 100 дней.

В исследовательском году на опытных участках температура выше  $+10^{\circ}\text{C}$  установилась в третьей декаде апреля (30 апреля) до 22 сентября и составила 149 дней. Среднесуточные температуры воздуха в течение вегетационного периода в сравнении со среднесуточными показателями изменялись незначительно. Однако в течение суток наблюдались резкие перепады температуры воздуха, что оказало отрицательное влияние на формирование вегетативной массы однолетней теплолюбивой кормовой культуры – пайзы. Сумма активных температур выше  $+10^{\circ}\text{C}$  составила  $2644^{\circ}\text{C}$ , а по среднесуточным данным составляет  $2295^{\circ}\text{C}$  и приходится на период с 5 мая по 20 сентября, в общей сложности 137 суток.

В зависимости от сорта для полноценного развития пайзы требуется от 75 – 80 до 100 – 120 суток с температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$  и при этом сумма активных температур должна быть в пределах  $2000 – 2400^{\circ}\text{C}$  [12].

Атмосферные осадки в течение всего периода выпадали неравномерно. В зимние месяцы (январь, февраль) осадков выпало меньше среднесуточного показателя на 7,8-13,1 мм. В весенние месяцы (март, апрель) количество выпавших осадков было на уровне среднесуточных показателей. Наибольшее количество осадков – в 2,7 раза больше, выпало в мае. В летние месяцы, в июне выпало осадков на 16,6 мм больше, а в июле, августе и сентябре в 2,0-2,5 раза ниже среднесуточного значения.

По отношению к влаге пайза является более требовательным растением, чем другие просовидные культуры [13].

Таким образом, температурный режим в текущем году в сравнении со среднесуточными значениями и значениями, установленными в результате многолетних исследований, для пайзы был достаточным, но сильные перепады температур в период интенсивного роста пайзы оказали отрицательное влияние на рост и развитие растений. Несмотря на хорошую обеспеченность влагой в весенние месяцы, в июле-августе наблюдался дефицит влаги, так как в этот период в сравнении со среднесуточными показателями выпало в 2,5 раза ниже атмосферных осадков. В целом, сложившиеся условия за май-август текущего года характеризуются как незначительно засушливые – ГТК -0,8.

**Результаты исследований.** Наиболее высокая полевая всхожесть семян пайзы отмечена при посеве в первой декаде июня – 87,3 %. Наименьшая полевая всхожесть была при посеве во второй декаде мая – 55,6 %. При проведении лабораторных исследований всхожесть пайзы составила – 76,3 %.

На низкую полевую всхожесть повлияли и сорные растения. Посевы пайзы были засоренными в связи с тем, что пайза после появления всходов развивается очень медленно и легко подавляется сорняками. Эта особенность пайзы отмечена и другими исследователями [14]. В посевах пайзы количество сорняков на  $1 \text{ м}^2$  составило 178,3 штук. Это говорит об очень сильной степени засоренности посевов (4 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 (таблица 2).

Таблица 2

**Фенологические наблюдения за ростом и развитием пайзы**

Сроки посева	всходы	3-й лист	кущение	выход в трубку	выметывание	цветение			
							молочная спелость	молочно-восковая спелость	полная спелость
18.V	01.06	12.06	22.06	13.07	15.08	20.08	30.08	-	-
29.V	10.06	17.06	25.06	13.07	16.08	23.08	29.08	-	-
2.VI	11.06	17.06	26.06	12.07	16.08	22.08	28.08	-	-

Продолжительность межфазных периодов при первом сроке посева (18 мая) в начале вегетации была на 3-4 дня больше, чем при втором (29 мая) и третьем (2 июня) сроках посева. Продолжительность межфазного периода «всходы-кущение» при первом сроке посева составила 21 день, при втором и третьем сроках – 15 дней. При втором и третьем сроке посева прохождение фаз в начале вегетации проходило несколько быстрее, чем при первом сроке посева. Полученная динамика созревания пайзы подтверждает, что ранние сроки посева пайзы подвержены отрицательным температурам и их развитие происходит медленнее, чем у растений, посеянных в более поздние сроки – в 1-ой декаде июня.

Общие наблюдения за динамикой прохождения фаз роста и развития растений пайзы и продолжительностью их межфазных периодов, показали, что высокий уровень теплообеспеченности и неравномерное выпадение осадков в исследуемом году создали условия для более позднего их наступления.

Важнейшим условием высокой продуктивности является не только достаточная площадь фотосинтетического аппарата, а также и продолжительность ее активного функционирования. По данным В.А. Кутакова, увеличение продолжительности жизни листьев всего лишь на 1 день ведет к увеличению прироста урожая сухой массы на 2-3 %.

Так, при первом сроке посева формируется большая ассимилирующая поверхность и фотосинтетический потенциал (ФП) составляет 53,2 тыс.м<sup>2</sup>/сутки. Несколько меньшая площадь листьев у растений при третьем сроке посева – 30,9 тыс.м<sup>2</sup>/сутки. Наивысший показатель фотосинтетического потенциала у пайзы был при посеве в первый срок и превышал второй и третий на 11,1 и 22,3 единицы соответственно (таблица 3).

Таблица 3

**Влияние сроков посева на ФП и ЧПФ пайзы**

Сроки посева	ФП, тыс.м <sup>2</sup> /сутки	ЧПФ, г/м <sup>2</sup>
II декада мая	42,1	5,0
III декада мая	30,9	3,0
I декада июня	53,2	5,7

По результатам наших исследований наблюдается обратная зависимость ЧПФ от размера листовой поверхности, чем позже сроки посева, тем выше показатель ЧПФ. Показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) пайзы варьирует от 3,0 до 5,7. Причем крайний нижний и крайний верхний показатель наблюдается при втором и третьем сроке посева соответственно.

Максимально высокая урожайность зеленой массы у пайзы составила 273,03 ц/га при посеве в 1-ой декаде июня, что выше на 33,43 ц/га, чем при посеве во 2-ой декаде мая и на 32,96 ц/га при посеве в 3-ой декаде мая (таблица 4).

Таблица 4

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

№	Сроки посева	Урожайность зеленой массы, ц/га
1	II декада мая	239,6
2	III декада мая	240,07
3	I декада июня	273,03
	НСР <sub>0,5</sub>	0,6

Примечание: НСР<sub>0,5</sub> - наименьшая существенная разница при 5 %-м уровне значимости

Обобщая урожайные показатели пайзы, можно сделать выводы, что по причине обильных осадков в мае и отсутствия осадков в июле и августе, что является экстремальным для условий сухостепной зоны Казахстана, интродуцируемая культура пайза имеет относительно стабильные показатели и наилучший срок посева – 1-ая декада июня.

### Литература

1. Константинов М.Д., Босый Н.П. Урожайная культура// Кормопроизводство. – 1987. – № 8. – С.21-23.
2. Башинская А.С. Продуктивность пайзы в зависимости от основных элементов технологии возделывания на черноземах саратовского побережья. Дисс... на соискание ученой степени кандидата с.х. наук. Саратов 2007. – С.16.
3. Egyptian Clover (*Trifolium alexandrinum*) King of Forage Crops by Dost Muhammad, Bimal Misri, Mohamed EL-Nahrawy, Sartaj Khan, Ates Serkan, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Regional Office for the Near East and North Africa Cairo, 2014.
4. 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.
5. 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.
6. Седнев В. С. Химический состав и питательность пайзы Уссурийской / В. С. Седнев // Однолетние кормовые культуры.-Тр. Примор. СХИ. – Т. 1. – 1962. – С. 179-182.
7. Анохина Т. А., Кадыров Р.М., Кравцов С В. Возделывание пайзы в Беларуси // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: Сборник научных материалов. – Минск, 2007. – С.300-303.
8. Рыженко В.Х. Научные и практические основы повышения семенной продуктивности и качества семян многолетних и однолетних трав на Дальнем Востоке /Автореферат дисс... докт. с.-х. наук. - Дальневост. НИИСХ. - Хабаровск, 1999. – 56 с.
9. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. 1985. – С.12-89.
10. Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений. Утверждена приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от «13» мая 2011 года № 06-2/254. – 81 с.
11. Якушевский Е.С. Пайза // Руководство по апробации сельскохозяйственных культур. – Т.4. – М., 1964. – С. 335-340.
12. Зыков Б.И. Пайза // Селекция сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке.-Вопросы биологии, селекции, агротехники. – Хабаровск: Хаб. кн. изд.,1987. – С.87-94.
13. Кадыров Р.М., Анохина Т.А., Кравцов С.В. О возможностях возделывания пайзы в Беларуси //Земляробства і ахова раслін. – 2006. – № 6. – С. 4-7.
14. Рыжков Н.Г., Рязанов А.В., Карбинов О.В. Пайза – ценная перспективная кормовая культура в Западной Сибири // Биология и агротехника кормовых культур в Западной Сибири. – Сб. науч. тр. Омского СХИ. – Омск, 1990. – С.53-55.

### THE YIELD OF GREEN MASS PAYZY DEPENDING ON THE TIMES OF CROP CONDITIONS IN THE DRY STEPPE ZONE OF CENTRAL KAZAKHSTAN

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

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

**Abstract:** In this article presents the results of the analysis of the impact of agricultural practices on the yield of payza in a dry steppe zone of Central Kazakhstan. We analyzed the dynamics of the passage of growth and development phases of payza and the duration of their interphase periods, as well as productivity. On the basis of the research determined the best sowing time for a higher yield of green mass at established adverse weather conditions in 2015. The highest yield in payza been when sowing in 1 decade of June - 273.03 kg/ha.

**Keywords:** payza, yield, sowing date, the introduction, green mass.

УДК: 633.39/3:631

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРОСОВИДНЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПАЙЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА УКОСОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**В. Л. КОПЫЛОВИЧ**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**Н. М. ШЕСТАК**, аспирант  
РНДУП «ПОЛЕССКИЙ ИНСТИТУТ РАСТЕНИЕВОДСТВА»  
РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

*В статье дан анализ продуктивности засухоустойчивых просовидных кормовых культур в условиях южной части Республики Беларусь, проведена оценка экономической эффективности возделывания пайзы при различных схемах использования. На основании химического анализа рассчитаны показатели кормовой ценности зеленой массы пайзы в зависимости от фазы развития растений.*

**Ключевые слова:** продуктивность, просо, пайза, чумиза, могар, зеленая масса, урожайность, фаза развития, белок, обменная энергия.

Обеспеченность животноводства Республики Беларусь как концентрированными, так и сочными кормами ещё не достигла необходимого оптимального уровня. Поэтому расширение посевов однолетних кормовых культур, обладающих хозяйственно-полезными признаками и отличающихся устойчивостью к болезням, представляет значительный интерес. 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]. В Республике Беларусь, наряду с широко возделываемым просом, в последние годы начинают получать распространение такие нетрадиционные для нашей зоны просовидные культуры, как чумиза, могар. К числу таких культур относится и пайза, которая в последние годы привлекла внимание ученых республики благодаря высокому потенциалу урожайности, скороспелости и засухоустойчивости.

История интродукции пайзы в Беларуси относится к пятидесятым годам прошлого столетия. В эти годы культура имела небольшой ареал возделывания в Южном регионе республики [2]. Более широкое распространение культура получила после районирования на территории Республики Беларусь первого сорта Удаляя 2, выключенного в Государственный реестр с 2008 года. Сорт создан во Всероссийском научно-исследовательском институте зернобобовых и крупяных культур (Россия, Орел) совместно с Гомельской областной сельскохозяйственной опытной станцией. В настоящее время прошли государственное испытание и районированы еще 3 сорта пайзы – Любава, Ладная и Фантом.

Пайза характеризуется высокой биологической пластичностью и адаптивностью, рационально использует агроклиматические условия зоны возделывания. Культура заслуживает серьезного внимания и в связи с тем, что обеспечивает высокую урожайность в экстремальных засушливых условиях, что актуально в последние годы в связи с участвовавшими засухами, особенно на легких по гранулометрическому составу почвах [3].

Пайза – экологически чистый корм. Исследованиями, проводимыми в условиях Полесья Украины и в Могилевском филиале РНИУП «Институт радиологии», доказано, что замена кукурузы пайзой на загрязненных радионуклидами почвах целесообразна в связи с невысоким уровнем накопления Cs 137 [4, 5].

Многие исследователи отмечают продуктивные и качественные показатели культуры. Пайза обладает высоким потенциалом урожайности зеленой массы до 760 ц/га согласно сведениям Гомельской ГОСС [6], и уже через 40–45 дней после посева ее можно использовать на зеленый корм. По данным А. Л. Зиновенко и др. (2007), пайза в РУСП «Заречье» Смолевичского района обеспечивает сбор зеленой массы 405 ц/га и 101 ц/га сухого вещества в

фазе молочно-восковой спелости зерна [7]. После скашивания эта культура хорошо отрастает и в течение вегетационного периода может сформировать 2-3 укоса.

В 100 кг зеленой массы содержится 12 –13 кормовых единиц, 1,5-1,6 кг переваримого протеина. Высокая облиственность и нежелтеющие до конца вегетации листья позволяют использовать посеы пайзы на зеленую массу до глубокой осени.

Пайза не требовательна к почвам и предшественникам, для неё непригодны лишь тяжёлые, заплывающие и холодные почвы. Достоинством пайзы при возделывании на зелёную массу является широкий спектр сроков посева, её можно высевать с первой декады мая до третьей декады июля. При посеве в мае она формирует на высоком фоне минерального питания до 700 ц/га, а в покусных июльских посевах – до 150-230 ц/га зеленой массы в зависимости от сроков посева. Благодаря своей мелкосемянности (масса 1000 семян 1,4-3,6 г) пайза не требует высоких норм посева, которые составляют при хорошем качестве семенного материала 3-4 млн всхожих семян/га или 10-12 кг/га, но не более 15 кг/га. При этом не выявлено сильного варьирования норм посева в зависимости от зон возделывания и типов почв. При возделывании на зелёную массу обязательным приёмом является внесение азотных удобрений под предпосевную культивацию в дозах 30-60 кг д.в./га, что позволяет в условиях Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве при среднем содержании подвижного фосфора и обменного калия и не высоком – гумуса (1,5-2,0 %) получить урожайность культуры до 500 ц/га.

Уборку на зелёную массу следует проводить в начале или при полном вымётывании метёлки. По нашему мнению, в целях получения более качественного и питательного корма пайзу на зелёную массу лучше убирать в начале вымётывания метёлки, на силос – при полном вымётывании. В эти фазы содержание протеина составляет 11,4-12,2 % [8].

**Методика и условия проведения исследований.** Полевые и лабораторные исследования проводились в 2012-2014 гг., на полях РНДУП «Полесский институт растениеводства», размещенного в юго-восточной части республики. Климат этой зоны характеризуется выраженной континентальностью, резкими перепадами температур, частыми засухами. Опыты закладывались в 4-х кратной повторности, с общей и учетной площадью 28 и 20 м<sup>2</sup>.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая с глубины 1м моренным суглинком. Агрохимические показатели в пахотном слое почвы в годы проведения исследований были следующими: содержание подвижного фосфора 125-140 мг на 1 кг почвы, обменного калия – 120-135 мг на 1кг почвы, гумуса -1,5%, рН<sub>KCL</sub> 5,4-5,8 и гидролитическая кислотность 2,1-2,2 м-экв. на 100 г почвы, что свидетельствует о слабокислой реакции почвенного раствора.

Предшественник - озимая рожь на зерно. Подготовка почвы состояла из вспашки сразу после уборки предшественника, предпосевной культивации и прикатывания после посева.

В опытах вносились только минеральные удобрения в предпосевную культивацию из расчёта N-90 P-60 K-90 кг/га. В вариантах с подкормкой азотные удобрения вносились дробно - N-60 под культивацию и N-30 после уборки первого укоса. Формы удобрений: карбамид, двойной суперфосфат, хлористый калий.

Посев проводился сеялкой СН-16 в первой декаде мая. Способ сева сплошной рядовой с шириной междурядий 15 см. В нашем опыте высевались культуры, предъявляющие повышенные требования к температурному режиму. Поэтому к севу пайзы, проса, чумизы, могоара приступали тогда, когда почва на глубине заделки семян прогреется до +12<sup>0</sup>С. Использовались следующие сорта и гибриды: чумиза – Стрела, просо Славянское, пайза – Удалая 2, могоар – Аскет. Уборка урожая проводилась вручную с взвешиванием массы со всей учетной площади при достижении уборочной фазы у 75 % растений. Просо, могоар, пайзу, и чумизу убрали в фазу начало выколашивания. Математическая обработка опытных данных проведена методом дисперсионного анализа. При расчете экономической эффективности использовались цены по состоянию на 1 января 2016 года.

Метеорологические условия в период проведения исследований были различными, что позволило более полно выявить реакцию исследуемых культур на тепло- и влагообеспеченность. Если за первые два года исследований по всем месяцам показатели практически одинаковы и температурный режим их был близок к средним многолетним, исключение апрель на 2,9 °С и август на 2,1 °С больше среднегодовых показателей, то 2014 год существенно отличался. Практически по всем месяцам вегетации культуры температура воздуха превышала среднемноголетние данные, но особенно аномально высокой была в период 3 декада июля – весь август (24-26 °С), что на 6-8 °С выше нормы.

За годы исследований характер выпадения осадков отличался периодичностью. Недостаток влаги наблюдался в июне 2012 года, когда количество выпавших осадков составило 49 % и августе – 59 % от среднегодовых показаний. В 2013-2014 годах так же был выявлен дефицит влаги в августе, влажность почвы в этот период составляла от 2,7 мм до 3,5 мм. Если учитывать гидротермический коэффициент, то самым увлажненным был 2013 год – 1,6, а в 2012-2014 годах – 1,4.

Анализируя количество выпадения осадков и влажность почвы, можно сделать вывод что, несмотря на засушливые условия, урожайность культур, используемых в опыте, была достаточно высокой и стабильной. Это доказывает перспективность их возделывания в условиях недостаточного влагообеспечения и подтверждает данные об исключительной засухоустойчивости, обусловленной морфологическими и биологическими признаками.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Решение вопроса о рациональном использовании и введении в производство новых нетрадиционных культур невозможно без анализа продуктивности и особенностей их жизнедеятельности. Поэтому нами был заложен 3-х летний опыт по изучению сравнительной продуктивности просовидных засухоустойчивых кормовых культур.

Анализируя данные исследований можно отметить, что наиболее продуктивной из изучаемых культур была пайза, которая по урожайности зеленой массы значительно превосходила остальные культуры. Такие культуры как просо, чумиза, могар в сравнении с пайзой показали более низкую продуктивность. Урожайность данных культур варьировала по годам в пределах 218-332,2 ц/га зеленой массы, 54,5-80,3 ц/га сухого вещества. В среднем за три года исследований по урожайности зеленой массы пайза превышала просо на 140,4 ц/га, чумизу – 193,8 ц/га, могар – 254,6 ц/га. По выходу кормовых единиц и сбору сухого вещества сохранялась аналогичная тенденция (таблица 1).

Следует отметить, что просо, чумиза, могар, пайза достигали уборочной спелости достаточно рано (2-я декада июля), что позволяет в нашей зоне использовать после них пашню для возделывания поукосных культур. Перспективно в этом направлении возделывание пайзы, так как данная культура характеризуется хорошим отращиванием после скашивания и по суммарному урожаю за 2-3 укоса в наших условиях является на данное время одной из самых продуктивных однолетних кормовых культур.

Таблица 1

**Сравнительная продуктивность просовидных кормовых культур (2012-2014 гг.)**

Культура	Фаза развития	Урожайность зеленой массы, ц/га				Урожайность сухого вещества, ц/га	Выход кормовых единиц, ц/га
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее за 3 года		
Просо	колошение	390,8	311,8	294,1	332,2	83,0	66,4
Чумиза	колошение	350,0	202,1	284,3	278,8	69,7	55,7
Могар	колошение	298,0	160,4	195,6	218,0	54,5	43,6
Пайза	колошение	555,3	441,4	421,0	472,6	106,8	80,3
НСР <sub>05</sub>		33,8	32,5	36,1			

Многие исследователи отмечают способность пайзы быстро отрастать после укосов и вегетировать до осенних заморозков [9]. В связи с этим нами были заложены опыты по изучению возможности 2-х и 3-х укосного использования данной культуры в условиях

Полесской зоны. Доказано, что максимальная кормовая ценность пайзы наступает в фазу полного выметывания метелки. Поэтому в варианте с одноукосным и 2-х укосным использованием уборку проводили в данной фазе. В варианте с 3-х укосным использованием первый укос проводили через 50 дней после всходов (начало выметывания метелки) -1-я декада июля, второй – через 50 дней после первого (3-я декада августа), третий перед наступлением заморозков (2-3 декада октября). Одновременно была поставлена задача исследования эффективности азотной подкормки. При многоукосном использовании пайзы доза азотных удобрений вносилась как в один прием под предпосевную обработку (N<sub>90</sub>), так и дробно – N<sub>60</sub> под предпосевную обработку и N<sub>30</sub> в подкормку после первого укоса.

Анализируя данные исследований, можно отметить, что в среднем за 3 года наибольшую суммарную урожайность зеленой массы в нашей зоне обеспечило трехукосное использование – 696,3-704,9 ц/га. Практически на одном уровне находились и варианты с двухукосным использованием – 683,5-699,4 ц/га. Вариант с одним укосом значительно уступал остальным - 478,2 ц/га. В тоже время следует обратить внимание, что по выходу сухого вещества и кормовых единиц двухукосное использование имело явное преимущество перед трехукосным. Это объясняется более высоким процентом содержания сухого вещества, так как уборка проводилась в более поздние фазы развития растений. В тоже время вариант трехукосного использования выглядит предпочтительнее в системе зеленого конвейера, позволяя закрывать проблемные в этом отношении периоды.

Применение подкормок на посевах пайзы как при двухукосном, так и при трехукосном использовании в сравнении с вариантами, где азотные удобрения вносились в один прием под предпосевную культивацию, обеспечивало незначительные прибавки урожая зеленой массы: 15,9 и 8,6 ц/га. Однако данный агроприем оказался неэффективным, так как затраты на внесение не окупались прибавкой урожая и на вариантах с дробным внесением уровень рентабельности был несколько ниже.

В целом, анализируя экономическую эффективность исследуемых факторов, следует отметить, что наибольшие показатели чистой прибыли и уровня рентабельности обеспечили варианты с двухукосным использованием (табл. 2).

Таблица 2

**Зависимость урожайности пайзы от количества укосов в среднем за 3 года**

Варианты	Урожайность зеленой массы, ц/га			Всего зеленой массы, ц/га	Урожайность сухого вещества, ц/га	Выход к. ед., ц/га	Чистый доход, млн.руб.	Уровень рентабельности, %
	1-й укос	2-й укос	3-й укос					
1. Один укос (N <sub>90</sub> K <sub>60</sub> P <sub>90</sub> )	478,2	-	-	478,2	119,5	95,6	14,3	69,5
2. Два укоса (N <sub>90</sub> K <sub>60</sub> P <sub>90</sub> )	447,1	236,4		683,5	153,8	138,4	20,7	93,5
3. Два укоса (N <sub>60</sub> K <sub>60</sub> P <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> )	401,0	298,4	-	699,4	157,4	141,6	21,0	91,4
4. Три укоса (N <sub>90</sub> K <sub>60</sub> P <sub>90</sub> )	328,1	222,4	145,8	696,3	139,2	128,0	19,2	78,9
5. Три укоса (N <sub>60</sub> K <sub>60</sub> P <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> )	289,7	257,4	157,8	704,9	140,9	129,6	19,4	77,5
НСР <sub>05</sub>	27,9-49,4	20,5-25,1	15,8-17,1					

При оценке продуктивности изучаемой культуры крайне важно определение качественных показателей полученных кормов. В наших исследованиях образцы для проведения полного зоотехнического анализа отбирались при следующих фазах развития растений: выход в трубку, начало выметывания, полное выметывание, молочная спелость и полная спелость семян.

Наибольшую влажность растения пайзы имели в фазу выхода в трубку, которая соответствует уборке в третьем укосе – 86,30 %, затем показатели влажности постепенно

снижаются, и к фазе полной спелости семян содержание сухого вещества в растениях пайзы достигало 32,69 %. По содержанию сырого жира и общего азота в абсолютно сухом веществе наблюдалась общая тенденция. Эти показатели увеличивались до фазы полного выметывания, а затем несколько снижались. Содержание сырой клетчатки наоборот снижалось до этой фазы, а в фазу молочной спелости наблюдался незначительный рост (табл. 3).

Таблица 3

**Качество зелёной массы пайзы в зависимости от фазы развития**

Фаза развития	Сухое вещество, %	Содержание в абсолютно сухом веществе, %					
		сырой жир	общий азот	сырая клетчатка	сырая зола	Са	Р
выход в трубку	13,70	1,98	2,76	27,39	8,77	0,82	0,26
начало выметывания	19,85	2,87	2,61	27,15	10,02	0,94	0,25
полное выметывание	24,18	3,02	2,55	26,75	10,14	0,90	0,27
молочная спелость	28,12	2,74	2,45	27,45	9,47	0,85	0,27
полная спелость	32,69	2,47	2,41	28,10	9,04	0,70	0,29

На основании полного зоотехнического анализа был произведен расчет показателей питательности зеленой массы пайзы в зависимости от фаз развития. Общая тенденция кормовой ценности пайзы следующая – по мере старения растений и прохождения ими последующих фаз увеличиваются все основные показатели в пересчете на натуральное вещество: содержание кормовых единиц, переваримого протеина, обменной энергии. В пересчете на сухое вещество тенденция обратная: наибольшие показатели по этим параметрам в фазу выхода в трубку, а в дальнейшем наблюдается снижение. Следует отметить высокое для злаков содержание переваримого протеина в 1 кормовой единице и что особенно является ценным так это то, что даже в фазу полной спелости семян этот показатель находится в пределах зоотехнической нормы, что, несомненно, доказывает высокую кормовую ценность культуры в нашей зоне.

Таблица 4

**Показатели питательности пайзы в зависимости от фазы развития**

Фаза развития	Кормовые единицы		Переваримый протеин, г		Обменная энергия, МДж		Перевар-й протеин / кормовые единицы, г
	в кг натур-го вещества	в кг сухого вещества	в кг натур-го вещества	в кг сухого вещества	в кг натур-го вещества	в кг сухого вещества	
выход в трубку	0,13	0,94	16,07	117,30	1,35	9,88	124,67
начало выметывания	0,21	0,94	22,05	112,14	1,88	9,80	119,30
полное выметывание	0,25	0,94	25,90	108,11	2,58	9,74	115,01
молочная спелость	0,27	0,93	32,05	102,42	2,74	9,71	110,13
полная спелость	0,30	0,92	32,49	99,40	3,16	9,66	107,99

**Выводы**

1. Агроклиматические условия южной зоны Республики Беларусь позволяют эффективно использовать потенциал высокой урожайности засухоустойчивых просовидных культур, развивающихся по типу фотосинтеза С<sub>4</sub>.

2. Наибольшая продуктивность в среднем за 3 года отмечена у пайзы. В среднем за три года исследований по урожайности зеленой массы пайза превышала просо на 140,4 ц/га, чумизу – 193,8 ц/га, могар – 254,6 ц/га. По выходу кормовых единиц и сбору сухого вещества сохранялась аналогичная тенденция.

3. В условиях южной зоны возможно использование пайзы по различным схемам: одноукосное, двухукосное, трехукосное.

4. Анализ экономической эффективности показывает, что наибольший чистый доход с одного гктара – 20,7-21,0 млн. руб. и рентабельность – 91,4-93,5 % были в вариантах с 2-мя укосами.

5. Применение подкормок на посевах пайзы как при двухукосном, так и при трехукосном использовании обеспечивало незначительные прибавки урожая зеленой массы: 15,9 и 8,6 ц/га. Однако данный агроприем оказался неэффективным, так как затраты на внесение не окупались прибавкой урожая и на вариантах с дробным внесением уровень рентабельности был несколько ниже.

6. В результате проведенного химического анализа установлено, что растения пайзы наиболее ценны для использования на зелёный корм в ранние фазы развития.

7. Пайза в наших условиях отличается высоким содержанием переваримого протеина в 1 кормовой единице, которое находится в пределах зоотехнической нормы и в зависимости от фазы развития составляет 108-125 граммов.

#### Литература

1. Кукреш Л.В., Казакевич П.П. Инновационные технологии – основа развития АПК. // Научно-инновационная деятельность в АПК. – Материалы 4 МНПК.-Мн.: УО «БГАТУ», 2010. – С.14-22.
2. Огнев И.М. Кормовые культуры в БССР / – Мн.: Гос. Изд-во БССР, 1957. – 228 с.
3. Копылович В.Л., Шестак Н.М. Перспективы интродукции засухоустойчивых культур в Белорусском Полесье. // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура. Материалы 4 Междунар. науч. – практ. конф. Мозырь: МГПИУ, 2009. – С. 180–182.
4. Приведенюк В.М. Вирощування нової кормової культури – пайзи // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 5.-С.74.
6. Шипилов Ю.В., Цыбулько Н.Н., Лазаревич С.С. Влияние форм азотных удобрений на переход Cs137 в растения и урожайность пайзы на дерново-подзолистых супесчаных почвах разной гидроморфности // Плодородие почв и эффективное применение удобрений. – Материалы МНПК, посвященной 80-летию основания Института почвоведения и агрохимии. 5-8.07. 2011. – Мн., 2011.
7. Анохина Т.А., Кадыров Р.М., Кравцов С.В. Возделывание пайзы в Беларуси // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: Сборник научных материалов. – Минск, 2007. – С.300-303.
8. Зиновенко А.Л., и др. Продуктивность и сравнительная оценка силосов из нетрадиционных культур // Зоотехническая наука Беларуси. – Сб. науч.тр. – Т. 42. – Мн., 2007. – С.251-259.
9. Корзун О. С., Геть Г. А. Агроенергетическая оценка зеленой массы и зерна просовидных кормовых культур // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 4. – С. 20-23.
10. Шлапунов В.Н., Лукашевич Т.Н. Нетрадиционные и малораспространенные кормовые культуры // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. Сборник научных материалов РУП «НПЦ НАНБ по земледелию». – Мн.: ИВЦ Минфина, 2005. – С. 187-196.

### COMPARATIVE PRODUCTIVITY OF MILLET FORAGE CROPS AND THE EFFICIENCY OF CULTIVATION RUNNING DEPENDING ON THE NUMBER OF CUTS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

V. L. Kapylovich, N. M. Shestak

RNDUP «POLESIE INSTITUTE OF PLANT GROWING» THE REPUBLIC OF BELARUS

**Abstract:** *The article analyzes the productivity of drought-resistant millet forage crops in the southern part of the Republic of Belarus, assessment of economic efficiency of cultivation running under different usage patterns. On the basis of chemical analysis the calculated indicators of nutritional value of green mass running depending on the phase of plant development.*

**Keywords:** productivity, millet, payza, millet, panic, green mass, productivity, development stage, protein, exchange energy.

## ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРОСА В УСЛОВИЯХ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

**Л. Х. СОКУРОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Д. А. ТУТУКОВА, Д. А. КУШХОВА**

ФГБНУ «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

*В условиях потепления климата особую ценность приобретают засухоустойчивые сорта проса как страховые культуры [1].*

*Адаптивные реакции новых сортов проса способствуют обеспечению устойчивого роста продуктивности, ресурсоэнергоэкономичности, природоохранности и рентабельности производства [2].*

*В настоящее время значение рационального, более оптимального использования почвенно-климатических, биологических, техногенных и трудовых ресурсов становится одним из важнейших факторов повышения эффективности и конкурентоспособности аграрного сектора экономики, где ведущее место занимает производство зерна и кормов с высокими технологическими и питательными качествами [3].*

*В условиях биологизации и экологизации инновационных процессов в растениеводстве особое место занимает селекция, ориентированная на устойчивый рост величины и качества урожая. Своевременное внедрение новых сортов, научная организация их семеноводства является важным фактором инновации производства растениеводческой продукции.*

*В сложившихся экономических условиях сельхозтоваропроизводителям нужны сорта, способные давать высокие и стабильные урожаи не любой ценой, а только экономически оправданные. Для хозяйств с различным уровнем экономического состояния и культуры земледелия необходимы сорта различной интенсивности. При этом каждой группе сортов должна соответствовать определённая технология, значительно отличающаяся по уровню материально-финансовых затрат [4].*

*Научные и производственные данные показывают, что уровень урожайности и качества зерна, в значительной степени определяются наследственными хозяйственно-биологическими свойствами сортов и условиями их выращивания [5].*

*Сорт и технология тесно взаимосвязаны. От сорта требуется технологичность, а его генотип должен противостоять воздействию биотических факторов среды [2].*

*Технология должна способствовать раскрытию потенциала продуктивности и качества зерна. Все агротехнические приёмы должны быть взаимосвязаны и направлены на мобилизацию потенциальной возможности сорта [6].*

**Ключевые слова:** сорт, просо, продуктивность, рентабельность, энергетическая эффективность, себестоимость, чистый доход, сроки посева, нормы высева.

Просо является одной из основных и наиболее ценных крупяных культур в Российской Федерации. По данным В. Христиановича просо является самой древней культурой в Кабардино-Балкарии. В XIX веке просо занимало в республике 38,5 % посевной площади и являлось ведущей зерновой культурой. В настоящее время просо является важной крупяной культурой в Республике и используется местным населением для приготовления многих национальных блюд и напитков.

На Северном Кавказе площадь посева проса колеблется по годам от 200 до 245 тыс. га. и имеет большое хозяйственное значение.

В среднем в пшене содержится 12 % белков, 2,9 – жира, 69,3 углеводов. В пшене имеются минеральные соли натрия, калия, кальция, микроэлементы, органические вещества, витамины.

**Материалы и методы.** Экспериментальная часть исследования выполнялась в 2010-2012 гг. на опытном поле Кабардино-Балкарского НИИСХ, расположенного в степной зоне КБР, которая характеризуется недостаточной увлажненностью. Среднегодовое количество осадков по многолетним данным составляет 444 мм. Для этой зоны характерна резко выраженная континентальность. Зима малоснежная, умеренно холодная, неустойчивая, с частыми оттепелями. Средняя глубина промерзания почвы 12-17 см. Переход к плюсовым температурам по многолетним данным наступает с 4 марта. Среднемесячная температура января – 3,0-3,6<sup>0</sup>С, июля – 25,3<sup>0</sup>С. Устойчивый переход температуры воздуха через +10<sup>0</sup>С отмечается весной 15-20 апреля, осенью – 5-10 ноября. Почвы в степной зоне представлены обыкновенными черноземами. Мощность гумусового слоя достигает 70-90 см, а содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 3 до 4,9 %. Содержание в почве подвижного фосфора колеблется в пределах 15,6-28,7 мг/кг, обменного калия 200-300 мг/кг (по Мачигину). Реакция почвы нейтральная или слабощелочная (рН в пределах 7-7,8). Объектами исследований в наших опытах были сорта проса Чегет и Эльбрус 10, допущенные к использованию, перспективный сорт проса Кавказские зори, который находится на испытании в ГСИ. Площадь делянки в опытах – 25 м<sup>2</sup>.

Посев, фенологические наблюдения, учеты, анализы и статистическую обработку экспериментальных данных проводили в соответствии с Методическими указаниями по проведению полевых опытов (Доспехов В.А., 1985, Никитенко Г.Ф., 1982, Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985, 1989 гг.).

**Результаты.** За последние годы сотрудниками лаборатории были углублены исследования по созданию альтернативных технологий возделывания проса, ориентированных на максимальное использование ресурсосберегающих и биологических факторов с учётом особенностей сортов.

Уточнены регламенты агроприёмов для максимальной реализации урожайного потенциала нового сорта проса Кавказские зори, сортов Чегет и Эльбрус 10.

Установлено, что в процессе селекции одновременно с сокращением периода вегетации сортов и увеличением урожайности, в среднем на 0,5-1,0 т/га, наблюдается улучшение большинства показателей качества зерна и крупы проса: увеличение крупности зерна на 0,7-1,0 г, выхода крупы на 3,0 %, индекса яркости на 30 %, повышение вкуса каши на 0,3 балла и снижение плёнчатости на 1,1 %.

Анализ результатов энергетической оценки приёмов возделывания проса показывает, что энергозатраты по всем срокам посева составили 7,0 ГДж/га (табл. 1).

Таблица 1

**Энергетическая оценка производства проса при разных сроках посева (среднее за 2010-2012 гг. сорт Кавказские зори).**

Показатели	Сроки посева					
	20.04	25.04	30.04	5.05	10.05	15.05
Затрачено энергии, ГДж/га	7,1	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Получено энергии с основной и побочной продукции, ГДж/га	31,6	35,7	40,3	41,7	37,4	34,8
Чистый энергетический доход, ГДж/га	24,5	28,7	33,4	34,8	30,2	27,6
Коэффициент энергетической эффективности.	2,8	3,3	3,8	4,1	3,5	3,2
Биоэнергетический коэффициент посева КДП	3,6	4,1	4,7	4,9	4,3	4,0
Энергетическая себестоимость, МДж/ц	307,5	270,2	236,0	227,5	274,2	299,7
Урожайность, т/га	1,86	2,10	2,34	2,47	2,20	2,05

Наибольшее количество энергии (40,3 и 41,7 ГДж/га) получено при посеве 30 апреля и 5 мая.

Так по вышеуказанным вариантам чистый энергетический доход составил 33,4 и 34,8 ГДж/га, что на 8,9-10,3 и 9,0-7,2 ГДж/га больше раннего и позднего сроков посева.

Себестоимость единицы продукции повышается как в ранние, так и в поздние сроки посева.

Энергетическая оценка производства проса в зависимости от норм высева показывает, что энергозатраты увеличиваются с увеличением нормы высева (табл. 2).

Увеличение нормы высева с 3,5 млн. всхожих семян на один гектар до 5,0 способствует увеличению чистого энергетического дохода с 32 Гдж/га до 37,4 Гдж/га.

Таблица 2

**Энергетическая оценка производства проса в зависимости от норм высева (среднее за 2010 – 2012 гг. сорт Кавказские зори).**

Показатели	Нормы высева					
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Затрачено энергии, Гдж/га	7,5	7,5	7,6	7,65	7,7	7,75
Получено энергии с основной и побочной продукции, Гдж/га	38,2	38,2	41,6	43,5	39,4	35,8
Чистый энергетический доход, Гдж/га	32,0	32,2	35,6	37,4	33,3	29,8
Коэффициент энергетической эффективности.	3,7	3,8	4,1	4,3	3,7	3,4
Биоэнергетический коэффициент посева КДП	4,4	4,5	4,8	5,0	4,4	4,1
Энергетическая себестоимость, МДж/ц	202,6	187,5	173,0	167,0	185,0	203,0
Урожайность, т/га	2,16	2,26	2,46	2,57	2,32	2,12

Энергетическая себестоимость была минимальной при оптимальных (4,5-5,0 млн. семян/га) нормах высева семян (табл. 2).

В опытах по изучению предшественников высокий энергетический доход получен по гороху и озимой пшенице – 52,0 и 47,3 Гдж/га (табл. 3).

Таблица 3

**Энергетическая оценка производства проса по разным предшественникам (среднее за 2010- 2012 гг. сорт Кавказские зори).**

Показатели	Предшественники			
	горох	озимая пшеница	кукуруза на силос	кукуруза на зерно
Затрачено энергии, Гдж/га	9,4	9,6	9,8	10,1
Получено энергии с основной и побочной продукции, Гдж/га	61,5	57,0	51,8	46,0
Чистый энергетический доход, Гдж/га	52,0	47,3	41,9	35,9
Коэффициент энергетической эффективности.	6,1	5,5	4,9	4,2
Биоэнергетический коэффициент посева КДП	7,2	6,7	6,1	5,3
Энергетическая себестоимость, МДж/ц	293,0	327,1	374,8	447,0
Урожайность, т/га	3,42	3,15	2,85	2,51

По кукурузе на силос и зерно энергетический доход снижался и повышалась себестоимость продукции на 47,7 – 154,0 МДж/га по сравнению с лучшими вариантами.

В условиях степной зоны Кабардино-Балкарии лучшие технологические качества зерна и потребительские свойства крупы сорта Кавказские зори формируются при посеве 4,4-5,0 млн. всхожих семян в оптимальные сроки (третья декада апреля – первая декада мая). При посеве в более поздние сроки и увеличении нормы высева понижается масса 1000 зёрен, повышается плёнчатость и снижается выход пшена.

Для получения максимального урожая с высоким качеством зерна, в степной зоне КБР, следует вносить полное минеральное удобрение в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$  кг д.в./га.

Урожай проса во многом определяется и способом посева, от которого зависит равномерность размещения, площадь питания, освещенность и продуктивность растений.

Способ посева выбирают с учетом почвенно – климатических условий, засоренности почвы, возможности своевременной и качественной обработки междурядий и применения гербицидов.

Сплошные посевы требуют меньших затрат труда и по урожаю почти не уступают широкорядным. Анализ данных урожая показывает, что при узких междурядьях увеличивается продуктивная кустистость растений проса. На широкорядных посевах продуктивных стеблей меньше.

Научные и производственные данные показали, что при узкорядных посевах, обеспечивающих наиболее равномерное размещение растений, просо нередко дает высокие урожаи, чем при широкорядных.

**Заключение.** Лучшие технологические качества зерна и потребительские свойства крупы сорта Кавказские зори формируются при посеве 4,5-5 млн. семян на гектар в оптимальные сроки (третья декада апреля – первая декада мая) рядовым способом.

Лучшими предшественниками проса являются горох и озимая пшеница.

Для получения максимального урожая (3,15-3,42 т/га) с высоким качеством зерна, следует вносить полное минеральное удобрение в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$  кг д.в./г.

Наибольшая экономическая и энергетическая эффективность приёмов возделывания проса в лучших вариантах опыта по продуктивности.

#### Литература

1. Ильин В.А. Повышение продуктивности сортов проса // Селекция, семеноводство и технология возделывания проса на Юго – Востоке, Саратов. 1981. – С. 11-18.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. – Москва: ООО «Издательство Агроресурс», 2009.
3. Посыпанов Г.С, Долгодворов В.Е. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур. – М: МСХА, 1995. – 22 с.
4. Малкандуев Х.А. Основы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и проса в центральной части Северного Кавказа. Нальчик, 1997. – С. 167-170.
5. Малкандуев Х.А., Сокурова Л.Х. Модель сорта проса для условий Северного Кавказа // Научные основы создания моделей агроэкотипов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России. – Орел, 1997. – С. 209-221.
6. Сокурова Л.Х. Технология возделывания проса в условиях Северного Кавказа. Материалы научно методического и координационного совещания. – Орел. 1997. – С.21-23.

## AGROTECHNICAL METHODS INFLUENCE ON PRODUCTIVITY IN THE MILLET KABARDINO-BALKARIA

L. H. Sokurova, D. A. Tutukova, D. A. Kushhova

FGBNU «KABARDINO-BALKARIAN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE  
OF AGRICULTURE»

**Abstract:** *In the context of climate warming of particular value acquire drought-resistant varieties of millet as insurance culture [1].*

*Adaptive reactions of new varieties of millet contribute to sustainable productivity growth, resources - power profitability, nature protection and profitability [2].*

*Currently, the value of management, better use of soil-climatic, biological, technological and human resources becomes one of the most important factors in improving the efficiency and competitiveness of the agricultural sector, which occupies a leading position the production of grain and animal feed with high technological and nutritional qualities [3].*

*In the context of biological function and greening of innovative processes in plant breeding occupies a special place, focused on sustainable growth of the value and quality of the crop. The timely introduction of new varieties, scientific organization of seed production is an important factor in crop production innovations [2].*

*In the current economic conditions, agricultural producers need varieties that can provide high and stable yields are not at any price, but only economically viable. For households with different levels of economic status and culture are necessary grades of varying intensity agriculture. When each group of varieties must comply with certain technology, differ significantly in terms of material and financial costs [4].*

*Scientific and production data show that the level of yield and grain quality is largely determined by the inherited economic and biological properties of varieties and the conditions of their cultivation [5].*

*Quality and technology are closely linked. From grade required processability and its genotype must be resistant to biotic environmental factors. [1]. The technology should contribute to the disclosure of the potential productivity and quality of grain. All agronomic techniques must be interconnected and aimed at mobilizing the potential grade opportunities [6].*

**Keywords:** variety, millet, productivity, profitability, energy efficiency, production cost, net income, sowing time, seeding rate.

УДК 63 (471.321)

## ВКЛАД ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА В АГРАРНУЮ НАУКУ РОССИИ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА

**С. А. РОДИМЦЕВ**, доктор технических наук  
ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Эффективным инструментом реализации инновационного развития аграрного сектора экономики является вузовская наука. В Центрально-Черноземном регионе России одним из наиболее значимых университетов аграрного профиля является Орловский государственный аграрный университет – динамично развивающийся научно-образовательный комплекс и культурный центр региона, признанная учеными, специалистами-производственниками, представителями власти и бизнес-сообщества площадка для проведения крупных научных мероприятий с всероссийским и международным статусом. На протяжении более 40 лет, наряду с подготовкой высококвалифицированных кадров, Орловский ГАУ обеспечивает формирование интеллектуального потенциала, определяет и реализует приоритетные направления научно-технической и инновационной политики в агропромышленном комплексе Орловской области, способствуя социально-экономическому развитию региона и страны.*

Нынешнее состояние страны, с точки зрения экономики, ставит вполне конкретные задачи, решение которых позволит кардинально изменить ситуацию в отраслях, позволив России, в течение короткого промежутка времени, занять достойное место на мировом рынке. Очевидность экстренной разработки мероприятий, обеспечивающих продовольственную безопасность страны, предопределяет необходимость реализации принципов импортозамещения и опережающего развития экономики регионов, отраслей, предприятий, хозяйств.

В условиях сложившейся международной ситуации мощный импульс к развитию получил российский аграрный сектор, являющийся базисом, обеспечивающим стабильное функционирование других отраслей экономики.

Сегодня государство создает все условия для поддержки сельскохозяйственных предприятий, перерабатывающих производств любых форм собственности, которые должны обеспечить продовольствием всю страну. А развитие, модернизация, наращивание объемов производства предусматривает создание новых рабочих мест, разработку и внедрение передовых технологий, новой техники и оборудования, использование перспективных, высокопродуктивных и устойчивых к неблагоприятным воздействиям культур и сортов растений, видов и пород животных, применение улучшенных материалов, создание условий для повышения качества и уровня жизни занятых в аграрном производстве и сельских жителей, устойчивого комплексного развития сельских территорий. Именно поэтому, роль и значение вузов аграрного профиля для социально-экономического развития регионов, формирование условий, способствующих увеличению выпуска конкурентоспособной отечественной продукции трудно переоценить.

Президент России Владимир Владимирович Путин отметил: «Сильная вузовская наука, активная исследовательская деятельность, эффективная коммерциализация интеллектуальных продуктов - показатели сильнейших университетов мира». Именно этой концепции придерживается Орловский государственный аграрный университет - крупный, динамично развивающийся научно-образовательный комплекс и культурный центр региона.

Орловский государственный аграрный университет является одним из динамично развивающихся многопрофильных ВУЗов Центрально-Черноземного региона России. Он

обеспечивает подготовку высококвалифицированных кадров, формирование интеллектуального потенциала, определяет и реализует приоритетные направления научно-технической и инновационной политики в агропромышленном комплексе Орловской области и способствует социально-экономическому развитию региона.

Сегодня Орловский ГАУ – победитель национального проекта «Образование» (2007), лауреат конкурса «100 лучших вузов России» в номинации «Лучший инновационный вуз России» (2012), обладатель премии «Национальная марка качества» (2015), неоднократный лауреат проекта «Лучшие образовательные программы инновационной России». В 2014 году университет занял первое место среди Орловских университетов и четвертое – среди аграрных вузов России в «Национальном рейтинге университетов», по версии информационной группы «Интерфакс».

С 2011 года Орловский ГАУ входит в Вышеградскую Ассоциацию Университетов – союз аграрных и естественно-научных вузов Восточной Европы; в 2015 году первым среди вузов аграрного профиля принят в члены Евразийской Ассоциации Университетов, объединяющей более 130 университетов из разных стран мира. Университет является одним из соучредителей и активных участников Ассоциации аграрных вузов Центрального Федерального округа России, где на правах образовательного учреждения с высокими показателями научно-исследовательской работы, курирует научное направление деятельности организации (рис. 1).

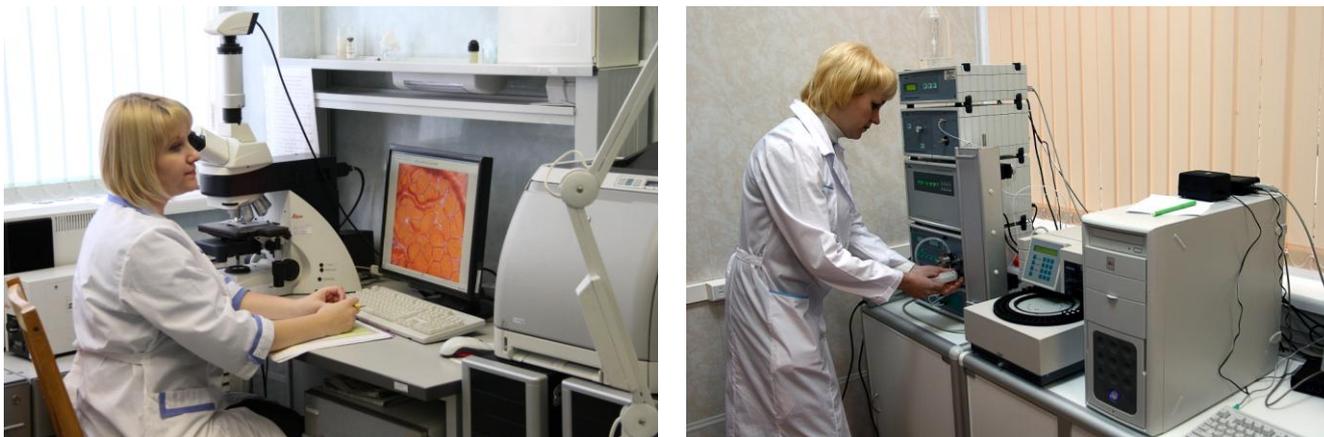
Научная инфраструктура университета представлена современной мощной научной базой, что отличает Орловский ГАУ от подавляющего большинства высших учебных заведений аграрного профиля. В университете функционируют пять центров коллективного пользования научным оборудованием, в его составе единственный в России ВНИИ социального развития села, 4 отдела ведущих отраслевых НИИ РАН (ВНИИЭСХ – Орловский отдел экономики материально-технической базы АПК, ФГБНУ ГОСНИТИ – Сектор №17 «Новые технологии», ВИЖ – Орловский отдел, ВНИИ фитопатологии), 9 малых инновационных предприятий. Активно работает научно-образовательный производственный центр «Интеграция», созданный на базе бывшего совхоза «Лавровский».



*Рис. 1. На опытных полях университета*

Отдельно следует отметить уникальный в своем роде аккредитованный в национальной системе аккредитации – Росакредитация и включенный в реестр генетических лабораторий при Минсельхозе России инновационный научно-исследовательский испытательный центр (ИНИИЦ). В него входят шесть лабораторий, на высоком уровне выполняющие биохимические, иммунологические, молекулярно-генетические, цитогенетические,

цитологические, гистологические и другие исследования. Оборудование лабораторий дает возможность проводить эффективную диагностику состояния здоровья животных, контролировать качество кормов, животноводческой и растениеводческой продукции (рис. 2).



*Рис. 2. В научно-исследовательских лабораториях вуза*

В 2001 году на базе университета создана Ассоциация «Научно-образовательный комплекс – Орловский государственный аграрный университет», в состав которой вошли ведущие научно-исследовательские учреждения области: ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, ВНИИ селекции плодовых культур, Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция, Национальный парк «Орловское полесье» и др. Правильность этого решения подтверждена временем, так как сейчас одним из вариантов развития аграрного образования рассматривается объединение образовательных учреждений с профильными НИИ региона.

Сегодня Орловский ГАУ уже не просто научная база, а центр научно-инновационного и культурного развития Орловской области, являющийся востребованной площадкой для проведения крупных научных мероприятий с международным и всероссийским статусом. В проведении таких мероприятий участвуют не только ведущие отечественные и иностранные учёные, но и представители Министерства сельского хозяйства РФ, Губернатор Орловской области, руководители ведущих аграрных предприятий и перерабатывающих производств, представители бизнес структур. Традиционно университет принимает самое активное участие в подготовке и проведении научно-методического семинара «День поля и ярмарка сортов и гибридов сельскохозяйственных культур».

В становлении, развитии и реализации потенциала вуза в наиболее значимых научно-инновационных проектах регионального и федерального уровней определяющая роль принадлежит длительное время руководившему вузом ректору академику РАН Н.В. Парахину. Именно благодаря талантливому руководству Николая Васильевича, его незаурядным профессиональным и личностным качествам, неумной жизненной энергии и острому чувству патриотического долга, когда-то рядовой сельскохозяйственный институт регионального значения, за короткий промежуток времени превратился в мощнейший современный учебно-научный комплекс, один из лучших инновационных вузов России!

Учёные Орловского ГАУ всегда находятся на острие проблем приоритетных направлений в научно-технологической и инновационной деятельности по вопросам развития АПК на территории Орловской области и в России. Ими осуществляется выработка предложений по совершенствованию законодательства в области развития инфраструктуры инновационной деятельности в АПК, по поддержке сельскохозяйственных товаропроизводителей и молодых специалистов в сельской местности, формированию научно-образовательного, инновационного комплекса АПК, разработка целевых и специализированных программ научно-технологического и инновационного развития АПК, участие в создании и работе системы информационно-консультационного обслуживания на селе, осуществление научно-исследовательской, научно-производственной и внедренческой

деятельности в рамках конкретных проектов и заказов министерств, ведомств, грантодающих фондов, организаций и хозяйств.

Среди результатов наиболее значимых исследований, полученных коллективом Орловского ГАУ в последние годы – выполнение ежегодного тематического плана-задания на проведение НИОКР за счет средств федерального бюджета по заказу Минсельхоза России, разработка комплексного проекта по заданию Департамента сельского хозяйства Орловской области, в рамках гранта на проведение НИОКР по тематике, утвержденной Научно-техническим советом по инновационному развитию АПК Орловской области, разработка проекта «Энергоресурсосберегающая технология утилизации отходов и экореабилитация техногенноизмененных территорий», финансируемая РФФИ, разработка, совместно с ФГБНУ ВНИИ охраны и экономики труда Минтруда России Правил по охране труда в сельском хозяйстве. В рамках финансирования конкурсных проектов выполнена НИР «Изучение адаптивных и продуктивных возможностей генофонда зерновых, зернобобовых, масличных, крупяных и плодово-ягодных культур и выделение перспективного генетического материала для создания отечественных конкурентоспособных сортов по обеспечению импортозамещения в растениеводстве», разработанная по сформулированному Минсельхозом России направлению «Обеспечение импортозамещения в растениеводстве (генетический материал)» научно-исследовательских проектов, особо значимых для АПК России в 2015 году.

По результатам проведенных исследований получены новые знания и разработаны новые способы, в том числе позволившие: выделить более 130 источников и доноров ценных физиологических свойств и полезно-хозяйственных признаков растений, создать и передать в государственное сортоиспытание 8 перспективных сортов яровой пшеницы, гороха, гречихи, сои, нута, яблони, черной и красной смородины; районировать новый сорт гороха посевного Оптимус; разработать и издать ряд практических пособий для использования в производстве.

Результаты исследований вовлечены в селекционный процесс Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур, Всероссийского НИИ селекции плодовых культур, Белгородского государственного аграрного университета, активно используются в образовательном процессе Орловского ГАУ.

Восполнению овощей на отечественном рынке во внесезонный период служат разработки, предлагаемые ЦКП «Орловский региональный центр сельскохозяйственной биотехнологии» университета. Решаются две основные задачи: выращивание собственной овощной продукции в условиях закрытого грунта в Орловской области на основе применения биологических средств защиты овощей от болезней; кроме того, создаются новые биопрепараты для полевых культур и овощей.

В условиях теплиц проведены сравнительные исследования влияния отечественных биологических препаратов фитоспорина и Trichoderma и созданного на кафедре биотехнологии комплексного препарата. Установлено, что новый препарат является стимулятором роста зеленых культур, экологически безопасным биологическим средством и может применяться в условиях теплиц для снижения доз азотных удобрений или при их исключении. Новый препарат в условиях Орловской и Курской областей показал эффективность на огурцах, болгарском перце и зеленых культурах и может заменить как известные отечественные средства (фитоспорин, триходермин, эпин), так и расход минеральных удобрений, снижая тем самым содержание нитратов в овощной продукции. Ряд хозяйств (ОАО «Березки», ВНИИЗБК, ООО «АПК Победа»), где испытывался препарат заинтересованы в его использовании и в настоящее время ведётся работа по включению его в государственный реестр Минсельхоза.

Определенные результаты достигнуты в области создания средств малой механизации селекционно-семеноводческого процесса. Так, в соответствии с планами НИР студенческого КБ университета, разработаны и изготовлены опытные образцы сноповой селекционной молотилки и малогабаритного штангового опрыскивателя тачечного типа (рис. 3).

Вновь разработанная селекционная молотилка отличается от аналогов имеющим форму усеченного конуса молотильного барабана, оснащенного обмолачивающими элементами в

форме пластин, установленных по винтовым линиям обечайки. Использование такого устройства позволяет реализовать принцип дифференцированного обмолота, предложенного В.П. Горячкиным. Кроме того, устройство очистки позволяет, уже на этапе обмолота, разделять семена по степени физиологической выполненности.

Малогабаритный штанговый опрыскиватель – одна из последних разработок СКБ – обеспечивает равномерное внесение средств защиты растений на опытных делянках 2-3 этапов селекции и первичного семеноводства. Благодаря одноколесному шасси, боковой 2-х метровой регулируемой штанге и наличию 30-литровой емкости возможна качественная обработка растений любых сельскохозяйственных культур с высокой производительностью. Привод насоса может осуществляться от двигателя внутреннего сгорания, электродвигателя или пневматической установки.

В настоящее время, по заказу Минсельхоза России, в университете выполняется ряд научных тем по биотехнологии и растениеводству, в том числе – в области исследования генно-инженерных трансформаций растительного материала и разработки методов контроля безопасности сельскохозяйственной продукции, а также создании сортов сельскохозяйственных культур с повышенной активностью фотосинтеза.

В рамках реализации проекта по развитию молочного скотоводства, при активной поддержке Департамента сельского хозяйства Орловской области, на базе ИНИИЦ Орловского ГАУ создан и эффективно функционирует Референтный аналитический Центр мониторинга и контроля качества молока и молочной продукции в регионе. Целью проекта является обеспечение потребителей Орловской области качественными и безопасными молочными продуктами питания, за счет повышения производительности и качества молочной продукции сельхозпроизводителями Орловской области. Работу Референтного центра обеспечивают несколько профильных лабораторий, занятых научной оценкой качества кормов, воды, молока и молочных продуктов. Кроме того, в организационную структуру входит аналитический центр, занимающийся обработкой получаемой информации и обратной связью с заказчиками и административными органами регионального управления, мобильный центр доставки отобранных проб, центр повышения квалификации специалистов и руководителей хозяйств.



В последние годы экономика Орловской области получила новое позитивное преобразование, что служит магнитом для новых инвестиционных проектов. За счет этого экономического потенциала, освоения новых направлений в промышленности и агропромышленном секторе, Орловская область становится территорией стабильности и динамичного развития. Большой вклад в это развитие, обеспечение продовольственной безопасности региона вносит Орловский государственный аграрный университет.

## CONTRIBUTION OF THE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY IN THE RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE AND INNOVATION DEVELOPMENT OF THE REGION

S. A. Rodimcev

RUSSIAN HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY

**Abstract:** *A high school science is an effective tool for the implementation of innovative development of the economic agricultural sector. The Orel State Agrarian University is one of the most important universities of the agricultural profile in the Central Black Earth region of Russia. It is a dynamic research and education center and cultural center of the region, which is recognized by scientists, experts, industrialists, government officials and the business community. Orel SAU is the venue for major scientific events of national and international status. For over 40 years, along with the preparation of highly qualified personnel, Orel SAU provides the formation of intellectual potential, define and implement priority areas of science, technology and innovation policy in the agro-industrial complex of the Orel region, contributing to the socio-economic development of the region and the country.*

УДК 581.133.12

## ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ В СМЕШАННЫХ ЛЮПИНО-ЗЛАКОВЫХ ПОСЕВАХ

О. Н. ШКОТОВА

А. С. КОНОНОВ, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
E-mail: Sckotova@yandex.ru

*Исследования азотного питания смешанных посевов показали, что решение проблемы оптимизации питания невозможно без всестороннего изучения взаимоотношений между культурами разных видов, складывающихся на уровне растительного сообщества. Было установлено, что усвоение элементов питания, и в частности азота в 2,5 раза в смешанном люпино-злаковом посеве более эффективнее, чем в одновидовом посеве злаковой культуры. Показано, что внесение ризобактерий и минерального азота в дозе N60 в смешанном люпино-ячменном посеве является приемом, обеспечивающим оптимальное азотное питание, увеличивающим выход белка в урожае биомассы на 47,6 %, что выше по сравнению с люпино-пшеничным посевом, повысившим выход белка на 27,4 % к средней сумме выхода белка в одновидовых посевах. Окупаемость выноса элементов питания в расчете на единицу продукции в смешанных посевах на 30-40 % выше, чем в средней сумме окупаемости одновидовых посевов культур – компонентов.*

**Ключевые слова:** смешанные посевы, люпин, ячмень, азот, фосфор, калий, белок, крахмал, урожайность.

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства является одним из первостепенных условий стабилизации агропромышленного комплекса страны [1]. В современной земледелии обусловлена тенденция к диверсификации – ключ к пониманию перспектив создания устойчивых, продуктивных и экономичных агроэкосистем. Концепция

диверсификации становится одной из стратегических в разрешении экологических и социальных проблем сельского хозяйства. Существует несколько путей диверсификации агроэкосистем. Одним из весьма перспективных направлений считается введение в практику смешанных посевов [2]. Агрофитоценоз, состоящий из нескольких видов культурных растений, имеет ряд преимуществ перед чистым посевом: формирует фотосинтетический аппарат большей площади, в разных ярусах, а с увеличением количества ярусов повышается эффективность перехвата растениями солнечной радиации и участия их в фотосинтезе; вследствие размещения корневых систем других видов в разных слоях почвы полнее используются минеральные вещества и влага; благодаря несовпадению максимума потребления влаги и питательных веществ видами агрофитоценоза, удастся избежать резко выраженных пиковых ситуаций и обеспечить удовлетворение потребностей посева в основных жизненных факторах; введение в посев видов с отличающимися биологическими признаками ведет к более полному использованию гидротермических ресурсов отдельных лет и формированию относительно стабильных урожаев; в совместных посевах создается более плотный травостой, позволяющий успешно подавлять сорные растения; ассоциация растений с разными видами реже страдает от вспышек вредителей и болезней, чем чистые посевы [3, 4]; введение в агроценоз бобовых культур улучшает азотное питание посева; плотный растительный покров замедляет развитие водной и ветровой эрозии, способствует сохранению почвенного плодородия [5].

С экономической точки зрения такие посевы относительно выгодны, благодаря более эффективному, по сравнению с чистыми посевами, использованию площади земель, равномерному распределению во времени труда рабочих и максимальному использованию возможностей комплексных сельскохозяйственных машин [23].

Цель исследований – изучить приемы оптимизации азотного питания в смешанных люпино-злаковых посевах.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в 2010-2014 гг. на опытном поле Брянского ГАУ, в условиях серых лесных почв юго-запада Брянской области.

Объектами исследований были наиболее распространенные в юго-западной части Нечерноземной зоны сорта: люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) сорт Кристалл, люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) Белозерный 110, яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорт Воронежская 6 и ячмень (*Hordeum sativum* L.) сорт Зазерский 85. Соотношение компонентов в смешанных посевах было: 1,0 млн. всхожих семян люпина и 2,0 млн. всхожих семян яровой пшеницы, или 1,6 млн. всхожих семян ячменя на 1 га. В одновидовых посевах люпин высевали с нормой 1, 2, а ячмень и яровую пшеницу с нормой 5,5 млн. всхожих семян на 1 га. В опытах использовали микробные биопрепараты: штамм № 30, штамм № 363а полученные из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Минеральный азот вносили весной под предпосевную обработку разбросным методом вручную. Вносили аммиачную селитру –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и калийную селитру –  $\text{KNO}_3$  в дозе N60 по схеме, представленной в таблицах 2, 3, 5.

Повторность опытов четырехкратная. Общая площадь делянки 28 м<sup>2</sup>, учетная 25 м<sup>2</sup>. Почва опытов серая лесная среднесуглинистая. Перед закладкой опыта имела следующие агрохимические показатели: рН КСl – 5,5 S (по Каппену-Гильковицу) 10 мг-экв/100 почвы г, V – 84 %, гумус (по Тюрину) 2,89 %, N гидрол (по Корнфилду) – 88, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 180, K<sub>2</sub>O – 170 мг/кг (в вытяжке по Кирсанову). Интенсивность фотосинтеза определяли по методике Ивановой и Косович [6]. Коэффициент симбиотической азотфиксации вычисляли по методу сравнения с не бобовой культурой [7]. Содержание общего азота определяли по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93) [8], фосфора – ванадо-молибдатным методом (ГОСТ 26657-97) [9], калия – пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97) [10]. Учет урожая – поделяночным методом с взвешиванием всей массы зерна.

**Результаты и их обсуждение.** Характер минерального питания в люпино-злаковом посеве можно эффективно оценить с помощью методов количественного анализа содержания

азота, фосфора, калия в зелёной массе и зерне совместно выращиваемых культур, а также выноса этих элементов с урожаем.

Наши исследования по изучению эффективности усвоения элементов питания в смешанных люпино-злаковых посевах показали, что существуют значительные отличия в накоплении азота, фосфора и калия у одних и тех же культур в одновидовых и смешанных посевах (табл. 1, 2, 3). Это во многом определяется уровнем содержания этих элементов в вегетативной биомассе и зерне (таблицы 4, 5).

Таблица 1

**Вынос азота, фосфора, калия в растениях узколистного люпина и яровой пшеницы в одновидовых и смешанных посевах в отчуждаемой части биомассы, в кг/га**

Вид посева	Норма высева, млн всх. семян, на 1 га	Вынос элементов питания, кг/га											
		Зерно						Вегетативная масса					
		люпин			яровая пшеница			люпин			яровая пшеница		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Узколистный люпин	1,0	134	12,0	20,6	-	-	-	191	41,4	89,2	-	-	-
Яровая пшеница	5,0	-	-	-	66	27,8	13,4	-	-	-	178	78,5	220,6
Узк. люпин + яр. пшеница	1,0+2,0	73	6,4	11,5	62	22,3	10,7	59	12,6	28,3	178	70,8	211,5

Установлено, что содержание азота в вегетативной массе люпина в одновидовом посеве при густоте стояния растений 78 шт./м<sup>2</sup> составляло 2,52 %. В смешанном посеве, где число растений люпина на одном метре квадратном было на 30 % меньше, а их общее количество вместе с яровой пшеницей на 60 % превышало плотность одновидового посева люпина, накопление азота у растений люпина несколько увеличилось и составило 2,56 % (табл. 3). По содержанию фосфора и калия в вегетативной массе растений одновидовых и смешанных посевов также были различия. Наблюдалось увеличение содержания азота, примерно, на 20 %, фосфора на 7 % и калия на 14 % у злаковых растений в смешанном посеве по сравнению с одновидовым, а у люпина их содержание было на уровне контроля – одновидового посева (табл. 4, 5).

Таблица 2

**Вынос азота, фосфора, калия в растениях узколистного люпина и ячменя в одновидовых и смешанных посевах в отчуждаемой части биомассы (зерно), в кг/га**

Вариант	Без удобрений			NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>			KNO <sub>3</sub>			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Ячмень -контроль	43,6	8,2	12,9	69,8	12,4	19,7	57,4	11,2	18,5	
Ячмень + штамм 30	53,9	10,6	17,5	75,4	16,5	23,6	62,8	12,5	20,3	
Люпин - контроль	52,9	5,4	13,8	120,1	11,2	27,8	95,0	9,8	23,6	
Люпин +штамм363а	73,4	7,5	19,1	146,4	13,8	32,9	69,9	7,3	18,2	
Ячмень + люпин – контроль	ячмень	31,6	6,8	9,3	53,9	10,9	17,2	41,7	7,0	12,4
	люпин	57,8	6,2	43,5	118,5	12,4	27,1	85,5	8,9	20,0
Ячмень (штамм 30) + люпин (штамм 363а)	ячмень	37,6	8,0	11,2	63,6	12,5	21,8	44,4	8,2	13,3
	люпин	77,1	8,3	18,8	142,6	14,4	31,9	64,1	7,1	15,8
НСР <sub>05</sub> ячмень	1,22	0,34	0,68	1,50	0,47	0,81	1,30	0,41	0,76	
НСР <sub>05</sub> люпин	2,60	0,70	1,21	3,12	0,93	1,44	2,91	0,85	1,52	

Конкурентные отношения за элементы питания в смешанных посевах зависят от темпа роста корневых систем и типа взаимоотношения видов, что влияет на уровень минерального питания.

Таблица 3

**Вынос азота, фосфора, калия в растениях узколистного люпина и ячменя в одновидовых и смешанных посевах в отчуждаемой части биомассы (вегетативная масса), в кг/га**

Вариант	Без удобрений			NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>			KNO <sub>3</sub>			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Ячмень -контроль	78,7	19,0	98,4	118,6	34,1	132,5	93,9	27,7	163,0	
Ячмень + штамм 30	87,6	25,6	109,1	129,7	38,4	142,6	102,0	30,2	181,4	
Люпин - контроль	139,4	25,3	67,3	181,5	36,6	111,7	167,9	35,9	103,7	
Люпин +штамм363а	148,8	31,7	89,4	196,1	40,7	104,5	151,4	30,4	85,7	
Ячмень + люпин – контроль	ячмень	56,0	16,3	63,1	109,1	31,6	111,2	78,4	21,8	111,5
	люпин	103,1	19,4	43,5	157,4	27,1	87,7	134,7	23,4	50,3
Ячмень (штамм 30) + люпин (штамм 363а)	ячмень	64,8	18,7	71,8	130,5	34,9	132,6	87,7	25,7	125,4
	люпин	121,4	20,4	71,2	174,5	30,2	93,4	117,4	19,5	42,8
НСР <sub>05</sub> ячмень	1,53	0,56	0,82	1,67	0,66	1,13	1,50	0,52	0,97	
НСР <sub>05</sub> люпин	2,81	0,91	1,49	3,00	1,16	1,64	2,64	1,05	1,50	

Химические анализы зерна, люпино – злаковых компонентов показали, что содержание азота в зерне люпина, выращенного в смешанном посеве, несколько выше, чем в одновидовом. Содержание фосфора у люпина в одновидовых и смешанных посевах было, примерно, одинаковым. Содержание калия у люпина в смешанном посеве было на 8 % больше, чем в одновидовом (табл. 3).

У злаковых зерно, выращенное в одновидовом и смешанных посевах, по содержанию фосфора и калия существенно не различалось. А вот содержание азота в зерне злаковых в смешанных посевах на 17 % превышало его количество в зерне одновидовых посевов (табл.4).

Таблица 4

**Содержание азота, фосфора, калия в растениях узколистного люпина и яровой пшеницы в одновидовых и смешанных посевах (в % на абсол. сухое вещество)**

Вид посева	Зерно, в %			Вегетативная масса, в %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Узколистный люпин	5,58	0,50	0,85	2,52	0,59	1,27
Яровая пшеница	1,97	0,83	0,40	1,54	0,68	1,91
Смешанный посев (узкол. люпин)	5,86	0,51	0,92	2,56	0,55	1,23
Смешанный посев (яровая пшеница)	2,30	0,83	0,40	1,84	0,73	2,18

Следовательно, если судить об относительном уровне минерального питания азотом, фосфором и калием по содержанию этих элементов в зеленой массе, то можно утверждать, что в люпине и в злаковых уровень их накопления не снижается в смешанном посеве по сравнению с одновидовым (табл. 4).

Таблица 5

**Содержание азота, фосфора, калия в зерне растений узколистного люпина и ячменя в одновидовых и смешанных посевах (в % на абсол. сухое вещество)**

Вариант	Без удобрений			NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>			KNO <sub>3</sub>			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Ячмень - контроль	1,76	0,33	0,52	1,98	0,35	0,56	1,80	0,35	0,58	
Ячмень + штамм 30	1,78	0,35	0,58	2,01	0,44	0,63	1,86	0,37	0,60	
Люпин - контроль	4,04	0,41	1,06	4,75	0,44	1,10	4,42	0,46	1,10	
Люпин +штамм363а	4,10	0,42	1,07	4,98	0,47	1,12	4,19	0,44	1,09	
Ячмень + люпин - контроль	ячмень	1,84	0,40	0,54	2,22	0,45	0,71	1,96	0,33	0,58
	люпин	4,59	0,49	1,10	5,34	0,56	1,22	5,01	0,52	1,17
Ячмень (штамм 30) + люпин (штамм 363а)	ячмень	1,88	0,40	0,56	2,39	0,47	0,82	2,00	0,37	0,60
	люпин	4,67	0,50	1,14	5,53	0,56	1,24	4,68	0,52	1,16
НСР <sub>05</sub> ячмень	0,02	0,01	0,01	0,05	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	
НСР <sub>05</sub> люпин	0,08	0,02	0,01	0,09	0,03	0,02	0,09	0,02	0,02	

В смешанных посевах содержание белка в зерне яровой пшеницы на контроле – в одновидовом посеве было в среднем 10,3 %. В смешанных посевах без внесения минерального азота содержание белка было значительно выше, и в среднем за три года составило 13,4 %, а в отдельные годы возрастало до 15 % и было выше на 3,5 %, чем в контроле – одновидовом посеве яровой пшеницы. И этот результат в опыте был получен без каких-либо дополнительных затрат невозможной энергии на это повышение. Повышение белковости зерна обеспечило в смешанных посевах высокий выход белка с гектара посева (табл. б).

Таблица 6.

**Урожайность зерна и выход сухого вещества зеленой массы в растениях узколистного люпина и яровой пшеницы в одновидовых и смешанных посевах в отчуждаемой части биомассы, в ц/га**

Вид посева	Норма высева, в млн всх. семян на 1 га	Урожайность, ц/га			
		Зерно		Вегетативная масса	
		люпин	яровая пшеница	люпин	яровая пшеница
Узколистный люпин	1,0	24,1	-	70,2	-
Яровая пшеница	5,0	-	33,4	-	115,5
Узколистный люпин + яровая пшеница	1,0+2,0	12,5	26,8	23,0	97,0

Анализ выноса элементов питания показал, что в гетерогенном агроценозе в отчуждаемой части урожая биомассы вынос NPK был, примерно, в 2 раза выше, чем в средней сумме выноса в одновидовых посевах. Несмотря на то, что в целом вынос NPK в смешанном посеве значительно выше, но наиболее ценный элемент питания азот при таком посеве в отчуждаемой биомассе выносятся культурами из почвы на уровне выноса его в одновидовом посеве яровой пшеницы (табл. 1).

Об эффективности минерального питания в смешанном посеве можно судить по затратам элементов питания на единицу продукции. Расчёт показал, что на производство одного центнера отчуждаемой части урожая смешанного посева требуется в 2,5 раза меньше азота, чем в одновидовых посевах зерновой культуры. При этом общие затраты элементов питания на формирование одного центнера продукции находятся на уровне одновидового посева (табл. 2, 3).

В связи с тем, что у растений люпина преобладает симбиотрофное питание азотом, использование минерального азота почвы в смешанном посеве всегда будет ниже, чем, например, в одновидовом посеве злаковой культуры.

Наши исследования показали, что в смешанных бобово-злаковых посевах возникает дефицит влаги в почве из-за интенсивной транспирации характерной для гетерогенной биосистемы. В результате стресса, вызванного недостатком влаги в почве, клетки корней бобового растения начинают интенсивно выделять в почву избыток амидов и органических азотсодержащих аминокислот (Якушкина Н.И, Бахтенко Е.Ю., 2005, Минько И.Ф.,1987). Сделанные нами расчеты при исследовании смешанных люпино-ячменных посевов показывают, что из корней узколистного люпина в результате экзосмоса выделялись азотистые вещества, которые были поглощены растениями ячменя. Их количество, как показали химические анализы растений, составило более 25 % от всего объема поглощенного азота ячменем в гетерогенной биосистеме (табл. 7).

Было установлено, что в гетерогенной биосистеме (люпин + ячмень) увеличивается на 30-35 % поглощение  $CO_2$  по сравнению со средней суммой интенсивности фотосинтеза у культур-компонентов в одновидовых фитоценозах. Корневые системы автотрофного злака и бобового растения в гетерогенной биосистеме образуют единый пул корневых систем и корневых выделений при этом корневые выделения злаков (сахара) дают бобовому растению дополнительную энергию на процесс восстановления молекулярного азота воздуха.

Таблица 7

**Влияние смешанного люпино-ячменного посева на поглощение азота злаковой культурой, в г/м<sup>2</sup>**

Вид фитоценоза	Количество растений, в шт /м <sup>2</sup>	Поглощено азота в биомассе растений, в г/м <sup>2</sup>			Коэффициент поглощения симбиотического азота биомассой растений, в %
		Молекулярного азота воздуха	Минерального азота почв	Всего азота	
Одновидовой фитоценоз - бобовая культура	75	20,02	6,51	32,53	80,0
Одновидовой фитоценоз – злаковая культура	264	0,00	24,37	24,37	0,0
Смешанный фитоценоз -бобовая культура	70	7,59	5,81	13,40	56,6
Смешанный фитоценоз - злаковая культура	130	6,06	17,94	24,00	25,3

Химические анализы показали, что регуляторный ответ злакового растения в смешанном люпино-ячменном посеве на дополнительный азот проявляется как экспрессия генома ячменя, направленная на повышение содержания белка в зерне и снижение крахмала. Так в одновидовых фитоценозах содержание белка может составлять 8,0-12 %, тогда как гетерогенной биосистеме в результате регуляторного ответа злака у него содержание белка возрастает до 13-16 % и более, а содержание крахмала при этом снижается с 49 до 42 % (табл. 8).

**Влияние смешанного люпино-ячменного посева на содержание белка и крахмала и его выход в зерне и вегетативной массе культур-компонентов**

Вид агроценоза	Количество растений, в шт /м <sup>2</sup>	Содержание в зерне, в %		Выход белка, в г/м <sup>2</sup>			Выход белка, в г/м <sup>2</sup> к сред. сумме выхода белка с одновид. фитоценозов	
		белка	крахмала	в зерне	в вегетативной массе	Всего в биомассе	Всего в среднем	%
Одновидовой агроценоз - люпин	75	37,0	-	81,6	132,0	213,6	181,0	100
Одновидовой агроценоз - ячмень	264	12,2	48,9	37,4	111,1	148,5		
Смешанный агроценоз - люпин	70	36,5	-	46,2	63,1	109,3	262,6	147,6
Смешанный агроценоз - ячмень	130	15,7	42,1	42,0	111,4	153,3		

**Выводы.** Минеральное питание в смешанных посевах в два раза экономичнее, чем в одновидовых посевах культур-компонентов на равной площади их выращивания.

Показано, что внесение ризобактерий и минерального азота в смешанном люпино-ячменном посеве является приемом, обеспечивающим оптимальное азотное питание, увеличивающим выход белка в урожае биомассы на 47,6 %, что выше по сравнению с люпино-пшеничным посевом, повысившим выход белка на 27,4 % к средней сумме выхода белка в одновидовых посевах.

При этом установлено, что более 25 % от всего объема поглощенного азота ячменем в гетерогенной биосистеме с люпином это симбиотический молекулярный азот воздуха, восстановленный нитрогеназой до аммиака в ризосфере люпина и выделенный его корнями в почву в результате экзоосмоса.

**Литература**

1. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв // Брянск: Издательство Брянской ГСХА. 2006. – 432 с.
2. Ториков В. Е. Опыт работы сельхозпредприятий Брянской области по внедрению инновационных технологий в производство // Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций. 2004. № 11. – С. 9-12.
3. Кононов А.С. Агрофитоценоз и методы его исследования. – Брянск. 2009. – 299 с.
4. Москалева В.Л., Мельникова О.В. Изучение минерального питания кормовых бобов, возделываемых в смешанных посевах // Агрехимический вестник. – № 3. 2009. – С. 33-34.
5. Кононов А.С., Шкотова О.Н., Шкотов А.Н. Влияние посевных соотношений семян в смешанных посевах на процесс синтеза белка и крахмала у яровой пшеницы // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 6. – С. 10-15.
6. Сказкин Ф.Д., Ловчиновская Е.И., Красносельская Т.А., Миллер М.С., Анисеев В.В. Практикум по физиологии растений / Под ред. Сказкина Ф.Д. Советская наука. – М., 1953. – С. 156-157.
7. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие. – М., 1991. – 300 с.
8. ГОСТ 13496.4-93. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск. 1993. – 13 с.
9. ГОСТ 26657-97. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск. 1999. – 10 с.
10. ГОСТ 30504-97. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия. Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск. 1997. – 8 с.

**TECHNIQUES OF OPTIMIZATION OF NITROGEN NUTRITION IN MIXED  
LUPINO-CEREAL CROPS**

**O. N. Shkotova, A. C. Kononov**

FGBOU VPO «BRYANSK STATE AGRICULTURAL ACADEMY»

E-mail: Sckotova.ru@yandex.ru

**Abstract:** *Research of nitrogen nutrition of the mixed crops showed that the solution to the problem of power optimization is impossible without a comprehensive study of the relationship between cultures of different species that are emerging at the level of plant communities. It was found that the absorption of nutrients, and particularly nitrogen 2,5 times in mixed lupino-cereal seeding is more effective than single-species sowing cereals. Return removal elements power per unit of output in a mixed planting is 30-40 % higher than the average amount of payback single-species crops of crop components. It is established that grain yield in mixed crops of 30-36 % and protein yield by 48 % with 1 ha more compared to the average yield of single-species crops of crop components.*

**Keywords:** mixed crops, lupins, barley, nitrogen, phosphorus, potassium, protein, starch, yield.