

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 1(29), 2019 г.

Научно – производственный журнал основан в 2012 году.

Периодичность издания – 4 номера в год.

ISBN 9 785905 402036

Учредитель и издатель – Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур

Главный редактор

Зотиков Владимир Иванович – член-корр. РАН

Заместитель главного редактора

Сидоренко Владимир Сергеевич – к. с.-х наук

Ответственный секретарь

Грядунова Надежда Владимировна – к. биол. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Артюхов Александр Иванович, д. с.-х наук

Амелин Александр Васильевич, д. с.-х наук

Баталова Галина Аркадьевна, академик РАН

Бобков Сергей Васильевич, к. с.-х наук

Бударина Галина Алексеевна, к. с.-х наук

Васин Василий Григорьевич, д. с.-х. наук

Гурин Александр Григорьевич, д. с.-х наук

Вишнякова Маргарита Афанасьевна, д. биол. наук

Возиян Валерий Иванович, д. с.-х наук

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

Кобызева Любовь Никифоровна, д. с.-х наук

Косолапов Владимир Михайлович, академик РАН

Матвейчук Петр Васильевич, к. с.-х наук

Серекпаев Нурлан Амангельдинович, д. с.-х наук

Суворова Галина Николаевна, к. с.-х наук

Фесенко Алексей Николаевич, д. биол. наук

Чекмарев Петр Александрович, академик РАН

Шевченко Сергей Николаевич, член-корр. РАН

Научный редактор, корректор

Грядунова Н.В.

Технический редактор

Хмызова Н.Г.

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

Фотоматериал **Черненький В.А.**

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

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

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

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

Журнал включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ)
<http://eLIBRARY.RU>
и международную базу данных
AGRIIS ФАО ООН <http://agris.fao.org>

Адрес редакции, издателя,
типографии:
302502, Орловская область,
Орловский район, пос. Стрелецкий,
ул. Молодежная, д.10, корп.1
тел.:(4862) 40-33-15, 40-30-04
E-mail: office@vniizbk.orel.ru
Сайт: <https://vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 21.03.2019 г.
Формат 60x84/8.
Гарнитура Times New Roman.
Тираж 300 экз.
Отпечатано в ФГБНУ «ФНЦ ЗБК»
Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

Косиков А.О., Новикова Н.Е., Бобков С.В., Зеленев А.А. Некорневая подкормка удобрениями и их совместное использование с фиторегуляторами для повышения продуктивности и адаптивных свойств гороха	4
Голопятов М.Т. Влияние минеральных удобрений, микроудобрений и биологически активных веществ на использование сортами гороха нового поколения питательных элементов почвы и удобрений	10
Постников П.А. Оценка гороха как предшественника для яровой пшеницы	15
Гурин А.Г., Чадаев И.М. Роль бобовых предшественников в повышении биологической активности серой лесной почвы	21
Конончук В.В., Штырхунев В.Д., Благовещенский Г.В., Тимошенко С.М., Соболев С.В., Назарова Т.О. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов зерновых бобовых культур в зависимости от сорта и применения минеральных удобрений в Центральном Нечерноземье	26
Агаркова С.Н., Головина Е.В., Беляева Р.В. Формирование продуктивности сортами люпина узколистного в контрастных метеорологических условиях	31
Новик Н.В., Степаненко А.А., Яговенко Т.В., Лебедев А.А. Получение мутантов люпина желтого с измененным аминокислотным составом белка	38
Матвейчук П.Н., Лысенко Н.Н., Прудникова Е.Г. Передовой опыт возделывания сои в производственных условиях ООО «Дубовицкое» Орловской области	47
Осипова Г.А., Самофалова Л.А., Березина Н.А., Серегина Т.В. Безотходная переработка сои: использование соевой окары в макаронном производстве	56
Белявская Л.Г., Рыбальченко А.М. Скрининг коллекции сои по скороспелости и продуктивности в условиях левобережной лесостепи Украины	63
Донской М.М., Донская М.В., Бобков С.В., Селихова Т.Н., Наумкин В.П. Биохимический состав семян чины посевной	70
Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Новые перспективные линии люцерны уральской селекции с комплексом хозяйственно ценных признаков	78
Черненькая Н.А., Мурзёнок В.И. Влияние системных протравителей на жизнеспособность семян вики посевной и люпина узколистного	84
Медведев А.М., Пома Н.Г., Осипов В.В., Осипова А.В., Лисенко Е.Н., Серебренникова И.Н. К вопросу создания сортов озимой тритикале с высокими показателями продуктивности и качества зерна в Центральном районе Нечерноземной зоны России	89
Левакова О.В., Ерошенко Л.М. Оценка ярового ячменя крупяного направления с повышенной продуктивностью для целей перерабатывающей промышленности в условиях Центрального Нечерноземья	93
Кабашов А.Д., Жукова М.Ю., Власенко Н.М., Маркова А.С., Лейбович Я.Г., Разумовская Л.Г., Филоненко З.В. Результаты экологического испытания линий ярового овса селекции ФИЦ «Немчиновка»	98
Вишнякова М.А., Грядунова Н.В. К 90-летию со дня рождения Н.М.Чекалина.....	103

CONTENT

Kosikov A.O., Novikova N.E., Bobkov S.V., Zelenov A.A. Pea foliar nutrition in combination with growth regulators for increase of yield and adaptive properties	4
Golopyatov M.T. The effect of mineral fertilizers, micronutrients and biologically active substances on the use of new generation of pea varieties of nutrients of the soil and fertilizers	10
Postnikov P.A. Evaluation of peas as a predecessor for spring wheat	15
Gurin A. G., Chadaev I.M. The role of legume predecessors in the activation of biological activity of gray forest soil	21
Kononchuk V.V., Shtyrkhunov V.D., Blagoveshchensky G.V., Timoshenko S.M., Sobolev S.V., Nazarova T.O. Productivity of single-species and mixed crops of grain legumes depending on the variety and the use of mineral fertilizers in the Central Non-Black Earth Region	26
Agarkova S.N., Golovina E.V., Belyaeva R.V. Formation of productivity by varieties of narrow-leaved lupine in contrasting meteorological conditions	31
Novik N.V., Stepanenko A.A., Yagovenko T.V., Lebedev A.A. Development of yellow lupin mutants with changed amino acids' composition of protein	38
Matveichuk P.N., Lysenko N.N., Prudnikova E.G. Advanced experience of soybean cultivation in the production conditions of LLC "Dubovitskoe" of the Orel region	47
Osipova G.A., Samofalova L.A., Berezina N.A., Seregina T.V. Wasteless processing of soy: use soya okara in macaroni manufacture	56
Bilyavskaya L.G., Rybalchenko A.M. Screening soya collection as to early maturing and productivity in the conditions of the left bank forest-steppe of Ukraine	63
Donskoj M.M., Donskaya M.V., Bobkov S.V., Selihova T.N., Naumkin V.P. Biochemical composition of seeds of Indian pea	70
Tormozin M.A., Zyryantseva A.A. New perspective lines of lucerne Ural selection with a complex of economically valuable characteristics	78
Chernen'kaya N.A., Murzenkova V.I. The impact of systemic disinfectants on the viability of seeds of common vetch and narrow-leaved lupine	84
Medvedev A.M., Poma N.G., Osipov V.V., Osipova A.V., Lisenko E.N., Serebrennikova I.N. On the issue of creating winter triticale varieties with high rates of productivity and quality of grain in the Central Region of the Non-Black Earth Zone of Russia	89
Levakova O.V., Eroshenko L. M. Evaluation of spring barley grain direction with improved productivity for the purposes of the processing industry in the Central Non-Black Earth zone	93
Kabashov A.D., Zhukova M.Yu., Vlasenko N.M., Markova A.S., Lejbovich Ya.G., Razumovskaya L.G., Filonenko Z.V. Results of ecological test of lines of summer oats of selection FRC «Nemchinovka»	98
Vishnyakova M.A., Gryadunova N.V. On the 90 th anniversary of the birth of N.M. Chekalin ..	103

УДК 631.811.98:631.816.12:631.559:581.1:633.358

НЕКОРНЕВАЯ ПОДКОРМКА УДОБРЕНИЯМИ И ИХ СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ С ФИТОРЕГУЛЯТОРАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ГОРОХА

А.О. КОСИКОВ, аспирант, Н.Е. НОВИКОВА, доктор сельскохозяйственных наук
С.В. БОБКОВ*, А.А. ЗЕЛЕНОВ*, кандидаты сельскохозяйственных наук

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

*ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В условиях полевого опыта изучено влияние некорневой подкормки гороха карбамидом и террафлексом в фазе формирования бобов, предпосевной и фолитарной обработки регуляторами роста эпин-экстра и циркон, а также совместного использования удобрений и фиторегуляторов на урожайность, накопление белка в семенах и адаптивные свойства растений. Установлено положительное действие некорневой подкормки на урожайность гороха, одинаковое при использовании карбамида и террафлекса. Повышение урожайности под влиянием карбамида достигалось без снижения содержания протеина в семенах, а террафлекс уменьшал этот показатель на 0,8%. Действие регуляторов роста в годы исследований не было стабильным. Подкормка карбамидом и фиторегуляторы положительно влияли на ферментативную систему защиты растений от окислительных повреждений. Активность пероксидазы в прилистниках наиболее значительно повышалась под влиянием карбамида, циркона и их сочетания; активность каталазы – при сочетании карбамида и изученных регуляторов роста.

Ключевые слова: некорневая подкормка, регуляторы роста, урожайность, сырой протеин, ферменты антиоксидантного действия, горох.

Горох посевной (*Pisum sativum L*) относится к бобовым культурам, прошедшим длительный период окультуривания и селекции. Это привело к изменению соотношения между симбиотрофным и автотрофным типами азотного питания в пользу автотрофного [1] причина которого, по мнению исследователей, связана с тем, что селекция новых сортов проводилась часто при достаточном или избыточном обеспечении почвы азотом. На этом фоне происходил отбор генотипов, активно усваивающих почвенный азот, то есть питающихся по энергетически менее затратному пути, а симбиотическая фиксация подавлялась.

Соотношение между типами азотного питания регулируется содержанием в почве доступного азота. Избыток его угнетает образование клубеньков и их нитрогеназную активность, поэтому внесение азотных удобрений в почву при выращивании бобовых культур признается во многих случаях экономически не выгодным. При этом считают, что некорневая подкормка, наряду с глубокой заделкой азотных удобрений ниже зоны нодуляции может служить альтернативным, не ухудшающим симбиотические свойства, приемом использования азотных удобрений при выращивании зернобобовых культур [2].

У современных сортов гороха период вегетации относительно короткий (65-75 суток), поэтому размеры накопления биомассы и питательных элементов у них ограничены. Основная часть азота и фосфора поступает в растения до начала налива семян и только 20-30% – в последующий период. Поэтому, во время налива семян растения интенсивных сортов максимально используют собственные внутренние резервы питательных веществ, накопленных в вегетативных органах в предшествующий период. В зависимости от погодных условий реутилизация может обеспечить от 55 до 100% азота и до 85% фосфора,

необходимого развивающимся семенам. Наиболее значителен вклад реутилизации в формирование урожая семян в засушливые годы, так как поступление питательных веществ в растения рано прекращается [3].

Исходя из этого, у гороха после цветения складываются напряженные донорно-акцепторные связи между вегетативными и репродуктивными органами для обеспечения развивающихся семян питательными веществами, и некорневая подкормка может быть эффективным приемом для улучшения условий формирования урожая. Она может также снижать риск значительных потерь урожайности в годы с ранними весенне-летними засухами, которые ухудшают как использование азота из почвы, так и процессы формирования бобово-ризобиальных структур.

Большая часть микроэлементов, а также сера, железо обладают слабой подвижностью в растениях и не могут использоваться в растениях повторно. Если приток этих элементов из почвы прекращается, то страдают молодые, вновь образующиеся органы, включая репродуктивные. Даже на почвах с достаточным содержанием микроэлементов растения могут испытывать голодание, поскольку многофакторные условия влияют на их подвижность и усвояемость. Недостаток микроэлементов негативно отражается на азотном, фосфорном, нуклеиновом обмене, нарушает синтез хлорофилла, угнетает репродуктивную функцию [4]. В результате снижается урожайность, ухудшается его качество.

При выращивании сельскохозяйственных культур все более широкое использование приобретают регуляторы роста различной химической природы. Они положительно влияют на урожайность, повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды. Механизм физиологического действия многих из них еще недостаточно раскрыт, а имеющиеся сведения по эффективности препаратов часто противоречивы. Важно учитывать, что стимуляция ростовых процессов возможна только при достаточной обеспеченности растений водой и питанием, в первую очередь азотным.

С использованием метода меченых изотопов установлено, что до 2/3 углерода поступает в семена гороха из листьев, прилистников и фотосинтезирующих частей плода того же узла при максимальном количественном вкладе листа. При подкормке после цветения в семена перемещалось 74% ^{15}N [5]. Это предопределяет возможную высокую эффективность некорневой подкормки для формирования урожая семян. В условиях засухи и других условий, ограничивающих поступление питательных веществ из почвы, эффективность некорневого удобрения выше. Это связано с поступлением необходимых питательных веществ непосредственно в листья и быстрым поглощением (например, 0,5-2 ч для азота; 10-24 ч для калия), а также с определенной автономностью этого процесса, независимостью от корневой деятельности и наличия влаги в почве [6]. Для сортов усатого морфотипа, отличающихся высокой технологичностью, но с уменьшенной ассимилирующей поверхностью листьев, ограничивающей потенциал биологической продуктивности [7], некорневая подкормка представляет большой интерес.

Цель исследований – изучить влияния некорневой подкормки гороха карбамидом и террафлексом в фазу образования бобов, предпосевной и фолиарной обработки семян регуляторами роста эпин-экстра и циркон, а также совместного применения удобрений и регуляторов роста на урожайность, накопление белка в семенах и адаптивные свойства растений.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2011 – 2013 гг. в условиях полевого опыта на экспериментальном поле ФГБНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур с сортом гороха усатого морфотипа Фараон.

Схема опыта: Схема опыта: 1 – контроль (без обработки); 2. Эпин-экстра: обработка семян и опрыскивание растений; 3. Циркон: обработка семян и опрыскивание растений; 4. Некорневая подкормка карбамидом; 5. Некорневая подкормка террафлексом; 6. Эпин-экстра+ карбамид; 7. Циркон + карбамид.

Циркон использовали в дозах, рекомендованных для гороха (40 мл/т и 10 мл/га). Эпин-экстра – в дозах, рекомендованных для зерновых культур (200 мл/т и 50 мл/га), так как в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов отсутствуют регламенты применения эпина-экстра на горохе. Регуляторами роста обрабатывали семена перед посевом полусухим способом, а растения – в фазе 5-6-ти листьев. Действующее вещество регулятора роста циркон – смесь гидроксикоричных кислот (0,1 г/л), эпина-экстра – 24-эпибрасинолид (0,025 г/л).

Для некорневой подкормки удобрениями использовали карбамид (доза 45 кг/га, 15%-ный раствор) и террафлекс марки 17-17-17 (3 кг/га). Подкормку проводили в период образования плодов на растениях. Карбамид содержит 46% азота в легкоусвояемой растениями амидной форме, считается лучшим азотным удобрением для некорневой подкормки растений, поскольку не обжигает листья даже в повышенных концентрациях. Террафлекс – комплексное водорастворимое удобрение. Кроме азота, фосфора и калия (с содержанием каждого элемента по 17%), содержит Mg, SO₃, Fe, B, Mo, Mn, Cu, Zn. Азот находится в амидной форме. Железо, марганец, медь, цинк – в хелатной форме. Обработки растений растворами удобрений и регуляторов роста проводили с помощью ранцевого опрыскивателя. Норма расхода рабочего раствора – 300 л/га.

Почва опытного участка темно-серая лесная, средней окультуренности, содержание гумуса по Тюрину – 4,89 %, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) 170 и 135 мг/кг соответственно, рН_{KCl} – 5,3. Площадь делянки 10...12 м². Повторность опыта 4-х кратная. Размещение вариантов рендомизированное. Посев производили селекционной сеялкой СКС-6-10 в период с 28 апреля по 4 мая. Вегетационный период составил 58-62 дня. Норма высева семян – 1,2 млн. шт./га. Технология выращивания – принятая в Центрально-Черноземном регионе. Предшественник – озимая пшеница. Уборку проводили однофазным способом комбайном САМПО-130. Учет урожая – после очистки зерна и пересчета на стандартную 15%-ную влажность. Содержание белка в семенах определяли микрометодом Кьельдаля на автоматической системе UDK-152 после сжигания проб на дигесторе с программированным нагревом DK-6 фирмы Velp Scientifica (Италия). В прилистниках первого продуктивного узла определяли активность каталазы перманганатометрическим методом [8], пероксидазы – по окислению бензидина [9]. Экспериментальные данные обработаны статистическими методами с использованием программы MS Excel 2003.

Результаты исследований и их обсуждение

Формирование урожайности и качество семян гороха зависели в разной степени от состава удобрения, фиторегуляторов и погодных условий в годы проведения исследований. Некорневая подкормка растений в фазе формирования бобов карбамидом и террафлексом существенно повышала урожайность и была эффективной во все годы исследования. Среднее увеличение урожайности составило 0,38 т/га при использовании карбамида и 0,37 т/га при использовании террафлекса, то есть было одинаковым (табл. 1).

Влияние на урожайность регуляторов роста эпин-экстра и циркон было значительно более низким, и наблюдалась не во все годы. В среднем за три года исследований повышение урожайности под влиянием предпосевной обработки семян и опрыскивания растений эпином-экстра составило 0,19 т/га, а под влиянием циркона – 0,21 т/га. Повышение урожайности в вариантах комбинирования подкормки карбамидом с применением фиторегуляторов было обусловлено, очевидно, в большей степени влиянием подкормки, так как увеличения урожайности при совместном использовании удобрений и регуляторов роста по сравнению с одной подкормкой карбамидом не отмечено.

Большое влияние на урожайность гороха оказывали погодные условия. В 2013 году его вегетация проходила при остром недостатке осадков в первой и второй декадах мая и июня и аномально высокой температуре воздуха. Затяжные дожди в конце июня привели к распространению на посевах мучнистой росы. Урожайность сформировалась в 1,4-1,6 раза ниже, чем в таких же вариантах в 2011 и 2012 годах. Однако положительный эффект подкормки сохранялся и в 2013 году.

Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность гороха, т/га

Вариант	Годы			Среднее	Прибавка к контролю (среднее)
	2011	2012	2013		
Контроль (без обработки)	2,48	2,12	1,58	2,06	-
Эпин-экстра	2,58	2,54	1,63	2,25	0,19
Циркон	2,88	2,29	1,63	2,27	0,21
Террафлекс	2,86	2,62	1,82	2,43	0,37
Карбамид	2,88	2,48	1,95	2,44	0,38
Эпин-экстра + карбамид	2,64	2,58	1,82	2,35	0,29
Циркон + карбамид	2,86	2,72	1,79	2,46	0,40
НСР ₀₅	0,32	0,29	0,24		

Повышение урожайности гороха было обусловлено улучшением показателей структуры урожая. Самые высокие значения сухой массы растений, числа бобов и семян на растении получены в варианте некорневой подкормки карбамидом и при совместном использовании карбамида и циркона (табл. 2). Крупность семян (масса 1000 шт.) увеличилась наиболее значительно под влиянием циркона (на 15 г) и при совместном его использовании с подкормкой карбамидом (на 22 г).

Таблица 2

Структура урожайности гороха (среднее за 2011-2012 гг.)

Вариант	Масса растения, г.	Длина стебля, см.	Число продуктивных узлов, шт/раст.	Число бобов, шт/раст.	Число семян, шт/раст.	Масса семян, г/раст.	Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г.	Индекс урожайности, %
Контроль	8,4	47,2	2,1	4,2	16,8	4,0	4,0	239	47,9
Эпин-экстра	8,7	48,4	2,1	4,7	17,5	4,3	3,8	241	48,9
Циркон	8,5	50,3	2,1	4,5	16,5	4,2	3,8	254	49,4
Террафлекс	8,8	48,8	2,2	4,5	17,1	4,6	3,8	239	52,1
Карбамид	9,1	49,8	2,2	5,0	18,7	4,6	3,8	245	50,8
Эпин-экстра + карбамид	8,4	48,6	2,2	4,6	17,9	4,2	4,0	235	49,4
Циркон + карбамид	9,5	48,2	2,2	4,8	18,3	4,8	3,9	261	50,4

Удобрения и регуляторы роста оказывали неодинаковое действие на накопление сырого протеина (табл. 3). В целом, между урожайностью и содержанием протеина в семенах связь отрицательная. Коэффициент корреляции составил – 0,727 в среднем за три года. При этом важно, что увеличение урожайности под влиянием некорневой подкормки карбамидом не приводило к снижению белковости семян, а сопровождалось сохранением содержания протеина в них на уровне контроля. Подкормка террафлексом, которая увеличила урожайность так же, как и подкормка карбамидом, снижала содержание сырого протеина на 0,8% по сравнению с контролем. Очевидно, увеличение урожайности при использовании террафлекса, не обеспечивалось необходимым количеством азота из-за низкого его содержания в удобрении и небольшой дозы.

По сравнению с зерновыми культурами, у которых основным эффектом от поздней некорневой подкормки азотом является увеличение накопления белка в зерне, отсутствие влияния этого приема на накопление белка в семенах гороха обусловлено, по-видимому, характерным для бобовых культур продолжающимся в период плодообразования вегетативным ростом. На образование новых вегетативных органов отвлекается значительная часть веществ, поступающих с подкормкой. Второй причиной, очевидно, является эффект «разбавления» азота в результате увеличения массы семян на растении.

Сбор белка с единицы площади в опытных вариантах был выше, чем на контроле, на 39-81 кг/га, или на 8-16%, благодаря росту урожайности (табл. 3). Максимальную белковую продуктивность обеспечивала некорневая подкормка гороха карбамидом и комбинирование подкормки с регулятором роста циркон.

Таблица 3

Влияние удобрений и регуляторов роста на накопление сырого протеина в семенах (среднее за 2011-2013 гг.)

Вариант	Содержание сырого протеина, %	Сбор с 1 га, кг	Прибавка, кг
Контроль (без обработки)	24,4	499	-
Эпин-экстра	24,2	538	39
Циркон	24,0	535	36
Террафлекс	23,6	568	69
Карбамид	24,1	580	81
Эпин-экстра + карбамид	24,2	561	62
Циркон + карбамид	24,1	576	77

Оказывая положительное влияние на формирование урожайности в целом, удобрения и регуляторы роста повышали способность растений противостоять действию неблагоприятных условий внешней среды, которые способны вызывать у растений оксидативный стресс. Устойчивость растений к окислительным повреждениям определяется в значительной мере способностью клеток реагировать на неблагоприятную ситуацию увеличением активности ферментов антиоксидантного действия, которые нейтрализуют перекиси и другие агрессивные формы кислорода, накапливающиеся в этих условиях в избыточных количествах и способные приводить к необратимым нарушениям в клетках.

Удобрения и фиторегуляторы увеличивали активность в прилистниках ферментов каталазы и пероксидазы, которые разлагают перекиси и являются элементами неспецифических механизмов устойчивости растений к стрессовым условиям среды (табл. 4).

Таблица 4

Влияние фиторегуляторов и удобрений на активность ферментов антиоксидантной защиты (фаза плоского боба)

Вариант	Пероксидаза, изменение оптической плотности/г сырой массы × мин	Каталаза, мкмоль Н ₂ О ₂ /г сырой массы × мин
Контроль	1778±107	2098±85
Эпин-экстра	1849±119	2190±21
Циркон	2077±109	2200±35
Террафлекс	1642±60	2200±29
Карбамид	*2627±161	2173±18
Эпин-экстра+карбамид	*2871±183	*2451±88
Циркон+карбамид	*2417±153	*2576±53

*Различия с контрольным вариантом существенны при $p < 0,05$

Подкормка карбамидом существенно повышала активность пероксидазы (на 48% к контролю). Максимальный эффект достигался при сочетании некорневой подкормки с регуляторами роста. В наибольшей мере активность этого фермента увеличивалась при совместном использовании карбамида и эпина-экстра – на 61% по сравнению с контролем. Активность каталазы также была самой высокой при сочетании регуляторов роста эпин-экстра и циркон с подкормкой карбамидом – (на 17-23%).

Положительное влияние некорневой подкормки на антиоксидантную систему растений установлено также на яровой пшенице [10]. По данным О.Г.Полесской и др. питание растений азотом в аммонийной форме, в отличие от нитратной, увеличивало устойчивость к окислительному стрессу благодаря существенному повышению активности аскорбатпероксидазы и глутатионредуктазы [11]. В нашем опыте положительное действие карбамида на антиоксидантную систему растений гороха, возможно, имеет подобную природу, так как в тканях растений карбамид разлагается до аммиака, который затем включается в реакции азотного обмена.

Заключение

Некорневая подкормка гороха удобрениями в фазе формирования бобов является физиологически обоснованным мероприятием в технологии выращивания этой культуры. Основанием является необходимость улучшения обеспеченности растений элементами питания, в том числе азотом, во второй половине вегетации, когда симбиотическая фиксация азота падает, растения используют элементы питания из листьев путем реутилизации, обедняя их и ускоряя процесс старения. Подкормки карбамидом, комплексным удобрением террафлекс одинаково эффективны в повышении урожайности гороха, но использование карбамида позволяет увеличивать урожайность без снижения содержания белка в семенах, в то время как рост урожайности под влиянием террафлекса сопровождается снижением белковости семян из-за низкого содержания азота в составе удобрения и небольшой дозы. Действие регуляторов роста эпин-экстра и циркон на урожайность гороха не было стабильным в годы исследований и по эффективности существенно уступало некорневой подкормке. Карбамид и фиторегуляторы положительно влияли на ферментативную систему защиты растений от окислительных повреждений. Это выражалось в существенном увеличении активности пероксидазы в прилистниках под влиянием карбамида, циркона и их сочетания; активности каталазы – при сочетании карбамида и регуляторов роста.

Литература

1. Проворов Н.А. Повышение эффективности симбиотической фиксации азота растениями: молекулярно-генетические подходы и эволюционные модели // Физиология растений. – 2013. – Т.60. – № 1. – С. 31-37.
2. Персикова Т.Ф., Цыганов А.Р., Вильдфлуш И.Р. Биологический азот в земледелии Беларуси. – Мн.: Бел. изд. Тов-во «Хата», – 2003. – 183 с.
3. Новикова Н.Е., Лаханов А.П., Гаврикова А.А., Трошина К.А. Роль накопления и реутилизации элементов питания в формировании семенной продуктивности сортов гороха // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – Т. 21. – № 5. – С. 46-49
4. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. – СПб.: Изд-во СПб ун-та. – 2011. – 318 с.
5. Pate J.S., Flinn A.M. Fruit and seed development // In: The physiology of the garden pea. Edited by J.E. Sutcliff, J.S. Pate. – London and New York: Academic Press, – 1977.
6. Hu Y., Burcus Z., Schmidhalter U. Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. // Soil Science Plant Nutrition. – 2008. – Vol. 54. – P. 133-141.
7. Новикова Н.Е., Лаханов А.П. Особенности формирования биомассы и семенной продуктивности у сортов гороха с усатым типом листа // Доклады РАСХН. – 1977. – № 5. – С.11-13.
8. Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. – М.: Просвещение, – 1975. – 317 с.
9. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1976. – 255 с.
10. Шупинская И.А., Самсонова Н.Е. Влияние некорневых подкормок и высококремнистого цеолита на урожайность яровой пшеницы и компоненты антиоксидантной системы защиты растений // Сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Фундаментальные основы современных аграрных технологий и техники». Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2015. – С. 174-177.
11. Полесская О.Г., Каширина Е.И., Алехина Н.Д. Влияние солевого стресса на антиоксидантную систему растений в зависимости от азотного питания // Физиология растений. – 2006. – Т. 53. – № 2. – С. 207-214.

PEA FOLIAR NUTRITION IN COMBINATION WITH GROWTH REGULATORS FOR INCREASE OF YIELD AND ADAPTIVE PROPERTIES

A.O. Kosikov, N.E. Novikova, S.V. Bobkov*, A.A. Zelenov*

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

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

Abstract: *Influence of plant foliar nutrition with urea and terraflex (NPK with addition of Mg, SO₃, Fe, B, Mo, Mn, Cu, Zn) at the period of pea pod formation, pre-sowing and foliar treatment with growth regulators epin-extra (epibrassinolide), and zircon (mix of hydroxycinnamic acids) as well as the joint use of fertilizers and growth regulators on yield, protein accumulation in the seeds and adaptive properties of the plants were studied in the field experiment. Positive effect of foliar nutrition on the yield with use of both urea and terraflex was revealed. Fertilization with urea led to increase of productivity without reducing protein content in the seeds, but terraflex resulted in drop of protein content on 0,8%. Influence of growth regulators on yield was not stable at various years. Combination of urea and growth regulators activated enzymatic system of plant protection from oxidative damage. Activity of peroxidase was significantly increased after treatment of plants with urea alone and in combination with zircon. Joint treatment of plants with urea and growth regulators epin-extra and zircon promoted significant increase of catalase activity.*

Keywords: foliar feeding, growth regulators, yield, protein content, adaptation, peas.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11066

УДК 633.351.524.8

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, МИКРОУДОБРЕНИЙ И
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТАМИ
ГОРОХА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЧВЫ И
УДОБРЕНИЙ**

М.Т. ГОЛОПЯТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье изложены результаты исследований 2014-2016 гг. по изучению влияния минеральных удобрений, обработки семян перед посевом раствором гумата натрия и комплексного микроудобрения аквамикс, содержащего в хелатной форме элементы на тёмно-серых лесных среднесуглинистых почвах на особенности использования питательных элементов почвы и минеральных удобрений сортами гороха нового поколения, различающимися по архитектонике листового аппарата – листочковые, безлисточковые, с ярусной гетерофиллией – хамелеоны. Исследованиями установлено, что сорта и линии гороха, различающиеся по архитектонике листового аппарата, проявляют существенные генотипические различия в отношении минерального питания, накопления, транслокации в зерно и продуктивности использования питательных элементов почвы и удобрений. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы при разработке системы применения удобрений под эти сорта гороха на тёмно-серых лесных среднесуглинистых почвах, что позволит наиболее полно раскрыть биологический потенциал культуры и стабилизировать высокий уровень продуктивности.

Ключевые слова: сорт, горох, почва, минеральные удобрения, микроэлементы, вынос питательных веществ, урожайность.

Внедрение новых сортов в производство должно сопровождаться совершенствованием технологии возделывания, при которой в полной мере проявляются потенциальные возможности сорта, заложенные в их наследственных свойствах. Технологии должны быть

максимально адаптированы к почвенно-климатическим условиям конкретного региона, сортам и базироваться на дифференцированном использовании техногенных, биологических, социально-экономических и других ресурсах [1, 2, 3, 4]. К сожалению, в естественных условиях очень редко встречаются оптимальные сочетания всех факторов, способствующих раскрытию потенциальных возможностей растений. В частности это касается и минерального питания. Поскольку уровень минерального питания является доминирующим фактором продуктивности растений, создание наиболее рациональной системы удобрений имеет большое значение в реализации наследственного потенциала растений. Незнание потребностей генотипа в элементах питания может вызвать не только снижение урожая с применением удобрений, но и ухудшить его качество.

Необходимо знать, прежде всего, действительные потребности возделываемых сортов в элементах питания, необходимые для расчета норм удобрений, которые имеют большую вариабельность и сильно зависимы не только от действия комплекса факторов среды, но и генетически обусловленных особенностей сорта [5, 6, 7]. Содержание химических элементов в урожае зависит от ряда факторов, среди которых важнейшее значение принадлежит условиям минерального питания, которые регулируются за счет использования различных видов и форм удобрений.

В этой связи актуальное значение имеет изучение влияния техногенных и биологических факторов на использование сортами гороха нового поколения питательных элементов почвы и минеральных удобрений.

Условия и методы исследований

Исследования проводили в полевых опытах на темно-серой лесной среднесуглинистой почве в 2014-2016 гг. в севообороте лаборатории агротехнологии и защиты растений. Почвы, на которых проводились опыты, были с повышенным содержанием подвижных элементов минерального питания и в среднем содержали: гумуса 4,0-4,9% (по Тюрину), фосфора – 12,9-16,2 мг/100 г почвы и калия 11,0-16,1 мг/100 г почвы (по Кирсанову), $pH_{\text{сол}}$ – 4,9-5,3. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки 20 м². Расположение делянок – рендомизированное. Минеральные удобрения, рассчитанные по нормативным затратам на планируемый урожай ($P_{59}K_{82}$ и $N_{53}P_{59}K_{82}$ на 4,5 т/га в 2014 году, $P_{82}K_{82}$ и $N_{53}P_{82}K_{82}$ в 2015 году и $P_{82}K_{117}$ и $N_{53}P_{82}K_{117}$ в 2016 году), вносили под предпосевную культивацию [8]. Семена перед посевом обрабатывали полусухим способом, (комбинированно) двумя препаратами – биологически активным веществом – 3,0 % раствором гумата натрия и комплексным микроудобрением – аквамикс – 100 г/т семян, содержащем водорастворимые элементы в хелатной форме: Fe (ДТПА) – 0,53%; Fe (ЭДТА) – 2,1%; Mn (ЭДТА) – 2,57%; Zn (ЭДТА) – 0,53%; Cu (ЭДТА) – 0,53%; Ca (ЭДТА) – 2,57%; B – 0,52%; Mo – 0,13%; N – 1,55%, P_2O_5 – 5,0%; K_2O – 1,55%. В опытах изучались сорта и линии гороха, различающиеся по архитектонике листового аппарата: Фараон – безлисточковый, Темп – листочковый, Спартак – гетерофильного типа (хамелеон) и линия Яг-07-643 – гетерофильного типа с неосыпающимися семенами. При проведении учетов и химических анализов использовали общепринятые методы исследований. Метеорологические условия при проведении опытов были не совсем благоприятными для роста и развития растений гороха, что не могло не отразиться на урожайности.

Результаты и обсуждения

Результаты исследований показали, что общая закономерность для всех изучавшихся сортов гороха – увеличение урожайности при внесении минеральных удобрений (табл. 1).

Прибавка урожайности зерна в среднем за три года составила 0,2-0,5 т/га к контролю. Следует отметить, что не все сорта одинаково реагировали на внесение минеральных удобрений. Наиболее отзывчивыми на внесение полного минерального удобрения оказались безлисточковый сорт Фараон, Спартак (хамелеон) и линия с ярусной гетерофиллией Яг-07-643. По отношению к сорту-стандарту лучше других показал листочковый сорт гороха Темп.

Содержание химических элементов в урожае зависит от ряда факторов, среди них важнейшее значение принадлежит условиям минерального питания, которые регулируются за счет использования удобрений. С учетом урожайности зерна, массы соломы и содержания в них элементов минерального питания нами рассчитан вынос NPK разными сортами гороха.

Таблица 1

Урожайность сортов и линий гороха в зависимости от техногенных и биологических факторов (ср. за 2014-2016 гг.)

Прибавка, т/га	Семена не обработаны БАВ и аквамиксом			Семена обработаны БАВ и аквамиксом		
	т/га	Прибавка, т/га		т/га	Прибавка, т/га	
		к контролю	к st		к контролю	к st
Фараон (сорт – стандарт)						
Контроль (без удобр.)	2,1	-	-	2,3	-	-
PK на пл. ур. 4,5 т/га	2,3	0,2	-	2,4	0,1	-
NPK на пл. ур.4,5 т/га	2,6	0,5	-	2,8	0,5	-
Темп						
Контроль (без удобр.)	2,4	-	0,3	2,6	-	0,3
PK на пл. ур. 4,5 т/га	2,5	0,1	0,2	2,6	0	0,2
NPK на пл. ур.4,5 т/га	2,7	0,3	0,1	2,8	0,2	0
Спартак						
Контроль (без удобр.)	2,1	-	0	2,2	-	-0,1
PK на пл. ур. 4,5 т/га	2,2	0,1	-0,1	2,4	0,2	0
NPK на пл. ур.4,5 т/га	2,5	0,4	-0,1	2,7	0,5	-0,1
Яг-07-643						
Контроль (без удобр.)	1,9	-	-0,2	2,2	-	-0,1
PK на пл. ур. 4,5 т/га	2,2	0,3	-0,1	2,3	0,1	-0,1
NPK на пл. ур.4,5 т/га	2,4	0,5	-0,2	2,5	0,3	-0,3

Анализируя вынос питательных веществ сортами гороха нового поколения, следует отметить, что обработка семян гуматом натрия и комплексным микроудобрением аквамикс, способствовала некоторому увеличению потребления элементов минерального питания по сортам (табл. 2). Более существенное влияние на вынос NPK с урожаем гороха оказало внесение минеральных удобрений. У всех сортов гороха при внесении удобрений вынос NPK был выше, чем на контроле. Так, если на контроле без удобрений, в среднем по сортам, вынос азота составил 106 кг/га, фосфора – 24 и калия 121 кг/га, то при внесении полного минерального удобрения он вырос по азоту на 14%, фосфору на 17% и калию на 16%.

Обработка семян гороха БАВ и аквамиксом на фоне полного минерального удобрения стимулирует потребление элементов минерального питания. Вынос азота при этом увеличивается на 21%, фосфора на 26% и калия на 18%. Возрастание выноса связано в основном с ростом сбора основной и побочной продукции и потреблением растениями этих элементов из почвы и вносимых удобрений.

Следует отметить заметные сортовые различия по выносу NPK. К примеру, на контроле (без удобрений) вынос азота колебался от 96 до 116 кг/га, фосфора – от 22 до 29 кг/га и калия – от 108 до 134 кг/га, при среднем выносе по сортам: азота – 106, фосфора – 24, калия – 121 кг/га. Это еще раз подтверждает тот факт, что при расчете доз удобрений, необходимо учитывать сортовую специфику в использовании элементов минерального питания разными сортами гороха.

Уборочный индекс питательных элементов, характеризующий генетическую особенность сорта перераспределять поглощенные питательные элементы между репродуктивной и вегетативной частями растений, показывает, что основное количество азота и фосфора локализуется в зерне, а калия – в соломе. В среднем по сортам (табл. 2) в

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» №1(29)2019 г.
зависимости от вариантов уборочный индекс колебался по азоту от 81 до 79%, фосфору от 75 до 85% и по калию от 43 до 46.

Для расчета доз удобрений на планируемый урожай и разработки системы их применения под новые сорта, необходимо знать не только затраты питательных веществ на синтез единицы продукции, но и коэффициенты их использования из почвы и удобрений, которые в свою очередь зависят от технологии выращивания, включая систему применения удобрений, погодные условия, сортовые различия и другие факторы.

Таблица 2

Вынос элементов минерального питания и уборочный индекс у сортов гороха нового поколения в зависимости от факторов интенсификации

Сорт, линия	Семена не обработаны БАВ и аквамиксом						Семена обработаны БАВ и аквамиксом					
	Вынос, кг/га			Уборочный индекс, %			Вынос, кг/га			Уборочный индекс, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль без удобрений												
Фараон	102	22	121	85	82	43	109	25	119	78	84	44
Темп	116	23	134	78	83	45	119	28	135	81	89	49
Спартак	111	29	122	75	76	46	114	29	140	77	83	42
Яг-07-643	96	23	108	75	76	41	103	26	118	81	85	48
В среднем по сортам	106	24	121	78	79	44	111	27	128	79	85	46
РК на планируемый урожай 4,5 т/га												
Фараон	111	28	129	85	84	45	118	25	129	75	88	45
Темп	124	29	144	77	83	41	126	27	158	78	85	44
Спартак	118	30	129	75	80	46	119	30	135	76	80	44
Яг-07-643	110	25	128	73	84	40	122	29	152	71	83	38
В среднем по сортам	116	28	132	78	83	43	121	28	143	75	84	43
NPK на планируемый урожай 4,5 т/га												
Фараон	124	26	141	79	83	46	137	33	151	77	79	46
Темп	124	28	140	83	84	50	129	31	143	82	87	48
Спартак	126	30	128	80	82	49	142	36	149	76	81	44
Яг-07-643	131	30	151	71	78	37	130	35	160	75	77	39
В среднем по сортам	126	28	140	78	82	45	134	34	151	77	81	44

Изучение нами этого вопроса показало, что коэффициенты использования элементов минерального питания из почвы и минеральных удобрений, рассчитанные разностным методом у разных сортов и линий гороха различаются (табл. 3).

Так, на контроле без удобрений лучше других сортов использовал фосфор и калий из почвы листочковый сорт гороха Темп. Обработка семян гороха перед посевом раствором гумата натрия и аквамикса способствовала некоторому увеличению потребления фосфора и калия из почвы. Внесение минеральных удобрений, особенно полного, способствует мобилизации элементов минерального питания почвы, в результате чего коэффициенты их использования из почвы возрастают.

В среднем по сортам гороха на контроле без удобрений коэффициент использования из почвы азота составил 21%; фосфора – 5% и калия 27%, при внесении полного минерального удобрения он увеличился по азоту до 25%, фосфору – до 6 и по калию – до 31%.

Внесение азота в составе полного минерального удобрения, особенно при обработке семян БАВ и аквамиксом, способствовало увеличению потребления питательных элементов из удобрений. Особенно сильно влиял азот на поступление в горох фосфора и калия.

Влияние минеральных удобрений, микроудобрений и биологически активных веществ на использование сортами гороха питательных элементов из почвы и удобрений, % (ср. за 3 года)

Сорт, линия	Семена не обработаны БАВ и аквамиксом						Семена обработаны БАВ и аквамиксом					
	КИ из почвы			КИ из удобрений			КИ из почвы			КИ из удобрений		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль без удобрений												
Фараон	21	5	26	-	-	-	22	5	27	-	-	-
Темп	22	5	30	-	-	-	24	6	31	-	-	-
Спартак	22	6	26	-	-	-	23	6	31	-	-	-
Яг-07-643	20	5	24	-	-	-	21	6	26	-	-	-
В среднем по сортам	21	5	27	-	-	-	22	6	29	-	-	-
РК на планируемый урожай 4,5 т/га												
Фараон	23	6	28	-	6	11	24	6	29	-	2	10
Темп	25	6	30	-	8	9	25	6	35	-	2	19
Спартак	24	7	27	-	2	16	25	7	30	-	2	10
Яг-07-643	22	6	27	-	4	15	25	7	34	-	5	16
В среднем по сортам	24	6	28	-	5	13	25	7	32	-	3	13
НПК на планируемый урожай 4,5 т/га												
Фараон	25	6	31	7	5	9	28	7	34	8	13	23
Темп	25	6	31	3	7	12	26	7	31	5	13	24
Спартак	25	6	28	7	2	24	31	8	33	2	12	15
Яг-07-643	26	6	33	15	10	28	26	8	34	10	13	22
В среднем по сортам	25	6	31	8	6	18	28	8	33	6	13	21

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено: сорта гороха нового поколения, с разной архитектурой листового аппарата различаются по затратам питательных веществ на синтез единицы продукции и по степени их использования как из почвы, так и минеральных удобрений. Полученные данные могут быть использованы при разработке системы применения удобрений под эти сорта гороха на темно-серых лесных среднесуглинистых почвах, что позволит наиболее полно раскрыть биологический потенциал культуры и стабилизировать высокий уровень продуктивности.

Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. – Изд. Агрорус, – М. 2004. – 1109 с.
2. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии – Изд. «Лань» Снб: – 2015 – 464 с.
3. Голопятов М.Т. Продуктивность сортов и линий гороха нового поколения при разных уровнях питания// Земледелие, – 2014. – № 4 – С. 26-27.
4. Иванов А.Л., Завалин А.А. Приоритеты научного обеспечения земледелия // Агротехника – 2011. – № 3 – С. 17-23.
5. Климашевский Э.Л. Сорт-удобрения-урожай // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1983 – № 3 – С.31-32.
6. Климашевский Э.Л. Генотипический аспект минерального питания растений – М.: Агропромиздат, – 1991. – 415 с.
7. Никитин С.Н. Оценка эффективности применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья. Ульяновск – 2017. – 315 с.
8. Державин Л.М., Колокольцева И.В., Скворцова Н.К., Пузанова О.А., Яковлева Т.А. Составление проекта на применение удобрений: рекомендации, – М.: Росинформагротех, – 2008. – 153 с.

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS, MICRONUTRIENTS AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE USE OF NEW GENERATION OF PEA VARIETIES OF NUTRIENTS OF THE SOIL AND FERTILIZERS

M.T. Golopyatov

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article presents the results of research (2014-2016) on the study of the influence of mineral fertilizers, seed treatment before sowing with sodium humate solution and complex microfertilizer aquamix, which contains chelated elements on dark gray forest medium loamy soils on features of the use of nutrients of the soil and mineral fertilizers of the new generation of peas, differing by architectonics of leaf apparatus – leafy, leafless and with a tiered heterophyllia-chameleons. Studies have found that varieties and pea lines, which differ in the architectonics of the leaf apparatus, show significant genotypic differences in relation to mineral nutrition, accumulation, translocation into grain and productivity of the use of soil nutrients and fertilizers. The experimental data obtained can be used in the development of a system for the use of fertilizers for these varieties of peas on dark gray forest medium loamy soils, which will most fully reveal the biological potential of the crop and stabilize the high level of productivity.*

Keywords: variety, peas, soil, mineral fertilizers, microelements, nutrient removal, yield.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11067

УДК 633.358

ОЦЕНКА ГОРОХА КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКА ДЛЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

П.А. ПОСТНИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

УРАЛЬСКИЙ НИИСХ – филиал ФГБНУ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН»

E-mail: postnikov.ural@mail.ru

Для решения проблемы растительного белка в сельскохозяйственном производстве перспективным приемом остается выращивание зернобобовых культур, в частности гороха. В Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в 2012-2018 гг. на темно-серой лесной почве изучено влияние систем удобрений и предшественников на урожайность яровой пшеницы. Исследования проведены в пятипольных севооборотах на трех фонах питания: контроль (без удобрений), минеральный и органоминеральный. Из всех лет наблюдений засушливые условия наблюдались в 2012 г., 2016 г., чрезмерно влажные – в 2014-2015 гг., в другие годы – умеренно влажные условия. Накопление продуктивной влаги в весенний период меньше всего на естественном фоне плодородия под клевером, в среднем за 7 лет исследований количество доступной влаги ниже на 3,3-3,7 мм по отношению к сидеральному пару и гороху. Систематическое применение минеральных и органических удобрений за счет увеличения накопления свежих растительных остатков в виде сидерата и соломы способствовало повышению запасов продуктивной влаги на 4,6-7,2 мм по сравнению с контролем. На удобренных вариантах в пахотном слое отмечено достоверное увеличение запасов нитратного азота в период посева, по отношению к контролю, разница колебалась в пределах от 7,3 до 11,7 мг/кг почвы. Аналогичная тенденция выявлена и в период вегетации растений. Снижение урожайности яровой пшеницы в контроле в зависимости от предшественника происходит в следующем порядке: сидеральный пар – клевер – горох, на фоне удобрений – сидеральный пар – горох – клевер. Использование удобрений повысило сбор зерна яровой культуры после гороха и сидерального пара на 0,86-1,03 т, а после клевера – всего на 0,65-0,66 т/га по отношению к контрольному варианту.

Ключевые слова: почва, севооборот, фон питания, горох, предшественник, влажность, минеральный азот, яровая пшеница, урожайность.

В современных условиях в большинстве сельхозпредприятий применение минеральных удобрений ограничено из-за дороговизны последних, поэтому должно быть уделено внимание биологизации земледелия [1, 2]. В Нечерноземной зоне Российской Федерации в севообороты рекомендуют обязательно включать многолетние травы и зернобобовые культуры [4, 5], которые не только оставляют большое количество растительной массы, но и накапливают биологический азот за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями.

В структуре посевных площадей Российской Федерации на долю гороха приходится около 1,6% [6], что явно недостаточно в плане внедрения приемов биологизации в современном земледелии. Горох является хорошим предшественником для зерновых культур, но он отличается нестабильной урожайностью, что связано с полегаемостью, высокой засоренностью, низкой засухоустойчивостью [7, 8, 9]. Снижение полегаемости стеблестоя и повышение продуктивности зернобобовой культуры в настоящее время в основном решается за счет внедрения усатых форм гороха [10].

Цель исследований – выявить влияние гороха как предшественника на урожайность яровой пшеницы в полевых севооборотах.

Материалы и методика исследований

Исследования выполнены в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках программы ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 гг. по теме № 0773-2018-0016 «Совершенствование систем земледелия и севооборотов в направлении биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия».

С 2002 г. проводится изучение полевых севооборотов с максимальной ориентацией на биологические факторы. В третьей ротации севооборотов включен горох и они изучались по следующим схемам: 1. Зернопаросидеральный (без многолетних трав) – сидеральный пар (рапс), пшеница, овес, горох, ячмень; 2. Зернотравяной (бобовые культуры 40 %) – горох, пшеница с подсевом трав, клевер 1 г.п., ячмень, овес; 3. Зернотравяной (многолетние травы 20%) – однолетние травы, поукосно рапс, ячмень с подсевом трав, клевер 1 г.п., пшеница, овес.

Почва опытного участка – темно-серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 4,67-5,06%, легкогидролизуемого азота – 136-181 мг, подвижного фосфора – 206-268, обменного калия – 150-168 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований – 27,6-33,9 ммоль на 100 г почвы, $pH_{\text{сол}}$ – 4,9-5,1.

Изучение севооборотов проводится с размещением во времени и пространстве на трех фонах питания:

1. Контроль (без удобрений)
2. Минеральный – с применением умеренных норм минеральных удобрений из расчета на 1 га севооборотной площади $N_{30}P_{30}K_{36}$.
3. Органоминеральный – использование сидератов, соломы на фоне минеральных удобрений $N_{24}P_{24}K_{30}$.

Для оценки качества предшественников в севооборотах высевался районированный сорт яровой пшеницы Красноуфимская 100 с нормой посева 6,0 млн. всхожих семян. Непосредственно под пшеницу вносили сложные удобрения (азотно-фосфорно-калийное) в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для Среднего Урала [11].

За годы исследований погодные условия заметно различались по выпадению осадков и среднесуточными температурами воздуха от среднесезонных данных. Наблюдения показали, что засушливые годы за вегетационный период с температурой выше 10⁰С сложились в 2012 , 2016 годах с гидротермическим коэффициентом ниже единицы. Умеренно-увлажненные условия отмечены в 2013, 2017, 2018 гг., ГТК за период вегетации растений равнялся 1,46 единицы. В 2014, 2015 гг. выявлены избыточно-увлажненные условия, особенно в первой половине лета, коэффициент составил 2,15 единиц [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Накопление продуктивной влаги меньше всего отмечено на естественном фоне плодородия под клевером, в среднем за 7 лет исследований количество доступной влаги ниже на 3,3-3,7 мм по отношению к сидеральному пару и гороху (табл. 1). На минеральном фоне питания обнаружена несколько иная картина, отмечено достоверное повышение запасов продуктивной влаги после запашки зеленой массы рапса в паровом поле и по пласту клевера по сравнению с горохом. При сочетании минеральных и органических удобрений доступность влаги в весенний период после клевера ниже по сравнению с другими предшественниками, т.е. возделывание бобовой культуры в большей степени иссушает почву, поэтому не всегда происходит полное восстановление запасов почвенной влаги за счет зимне-весенних осадков. В целом органоминеральный фон питания за счет увеличения поступления свежих растительных остатков в виде сидерата и соломы способствовал повышению запасов продуктивной влаги на 4,6-7,2 мм по отношению к варианту без удобрений.

Анализ данных по наличию влаги в слое 0-50 см свидетельствует, что влагообеспеченность подпахотных горизонтов в меньшей степени зависит от предшественника. Обнаружена тенденция увеличения содержания воды после рапса и клевера на контрольном варианте и минеральном фоне питания, что во многом связано с более глубоким проникновением корней данных культур по сравнению с горохом [5]. На органоминеральном фоне питания влияние предшественников на доступность влаги почвенного профиля практически нивелируется. Систематическое применение органических удобрений на фоне NPK обеспечило повышение запасов продуктивной влаги на 7,5-9,6 мм по отношению к естественному плодородию почвы.

Таблица 1

Влагообеспеченность темно-серой почвы в зависимости от фона питания и предшественника, ср. 2012-2018 гг.

Севооборот	Предшественник	Фон питания		
		без удобрений	минеральный	органоминеральный
Запасы продуктивной влаги в период посева, мм				
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	$\frac{31,7}{74,1}$	$\frac{32,3}{73,8}$	$\frac{37,3}{83,7}$
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	$\frac{28,2}{76,1}$	$\frac{34,5}{75,3}$	$\frac{35,4}{83,7}$
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	$\frac{31,5}{75,9}$	$\frac{34,0}{76,7}$	$\frac{36,1}{84,8}$
НСР ₀₅ фон питания		$\frac{2,52}{3,46}$		
НСР ₀₅ предшественник		$\frac{1,82}{2,05}$		
Запасы продуктивной влаги в слое 0-20 см, мм (в среднем за вегетацию)				
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	29,4	30,6	33,9
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	27,5	30,4	31,5
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	28,1	30,4	32,3
НСР ₀₅ фон питания		3,35		
НСР ₀₅ предшественник		2,84		
Примечание – в знаменателе в слое 0-20 см, в числителе – 0-50 см.				

Оценивая усредненные данные по содержанию доступной воды в течение вегетации яровой пшеницы, можно сказать, что в контрольном варианте влагообеспеченность пахотного слоя соответствовала удовлетворительному уровню, на минеральном и органоминеральном фонах питания – среднему. Выпадающие атмосферные осадки в первой половине лета, несмотря на расход воды на формирование биомассы, позволяли поддерживать запасы продуктивной влаги в течение вегетации растений близкими к уровню весенних. Достоверных различий между изучаемыми предшественниками не обнаружено, органоминеральный фон питания увеличил запасы влаги на 4,0-4,5 мм по отношению к контролю.

На удобренных вариантах в пахотном слое выявлено достоверное повышение запасов нитратного азота в период посева, по отношению к контролю, разница варьировала в пределах от 7,3 до 11,7 мг/кг почвы (табл. 2). По доступности минерального азота весной заметных различий между минеральным и органоминеральным фонами питания не обнаружено, т.е. при заашке сидератов и гороховой соломы происходила относительно быстрая минерализации растительных остатков [13]. Аналогичная закономерность выявлена по влиянию предшественников на обеспеченность нитратным азотом в слое 0-20 см. Если в контрольном варианте содержание N-NO₃ под горохом ниже на 1,4-1,6 мг по сравнению с сидеральным паром и клевером, то на удобренных фонах питания наибольшее количество доступного азота обнаружено после заашки зеленой массы рапса в паровом поле, меньше всего – под клевером. Горох занимал промежуточное положение.

Таблица 2

Содержание минерального азота в слое 0-20 см в зависимости от фона питания и предшественника, мг/кг почвы (2012-2018 гг.)

Севооборот	Предшественник	Фон питания		
		без удобрений	минеральный	органоминеральный
Нитратный азот в период посева				
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	11,5	22,7	22,7
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	13,1	20,4	21,9
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	12,9	23,9	23,6
НСР ₀₅ фон питания		2,76		
НСР ₀₅ предшественник		2,15		
Минеральный азот (N-NO ₃ + N-NH ₄) в среднем за вегетацию				
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	9,27	13,8	13,9
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	8,97	11,8	11,9
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	9,96	13,9	15,0
НСР ₀₅ фон питания		1,23		
НСР ₀₅ предшественник		0,95		

Обобщенные данные по суммарному содержанию N-NO₃ + N-NH₄ в пахотном слое темно-серой лесной почвы в процессе вегетации показали, что максимальное количество доступных форм азота обнаружено в третьей декаде мая, когда яровая пшеница в большинстве лет находилась в фазе полных всходов. Это связано пока со слабым

потреблением минерального азота растениями и благоприятными гидротермическими условиями в почве. В дальнейшем, начиная с фазы полных всходов до колошения, обнаружено устойчивое снижение доступности различных форм минерального азота

Следует отметить, что в начале вегетации доля нитратов была на уровне аммонийного азота или чуть выше. В дальнейшем в период интенсивного роста и формирования надземной массы (июнь-июль) соотношение менялось в сторону N-NH₄. Очевидно, что потребление нитратов растениями увеличилось, а из-за снижения уровня влагообеспеченности пахотного слоя усиливаются процессы аммонификации [14].

На азотный режим почвы также оказывают влияние биофакторы, применяемые в севооборотах. Запашка зеленой массы рапса в паровом поле обогащала почву свежим органическим веществом и основными элементами в легкодоступной форме, поэтому в первый год действия она способствовала увеличению запасов минеральных форм по сравнению с другими предшественниками. Горох, благодаря накоплению биологического азота, по воздействию на содержание минеральных форм азота в слое 0-20 см был близок к сидеральному пару.

Наименьшее содержание нитратов и аммонийного азота по пласту клевера в годы исследований связано с меньшими запасами влаги в начале вегетации и с более медленным разложением растительных остатков бобовой культуры из-за неблагоприятных гидротермических условий в июне (засушливые – 2012 г., 2016 г.; избыток осадков – 2014 г., 2015 г.). Также следует иметь в виду, что непосредственно под клевер минеральные удобрения не применялись.

В среднем за вегетацию применение минеральных и органических удобрений под всеми предшественниками достоверно увеличивало содержание доступных форм азота под яровой пшеницей, максимум - на органоминеральном фоне питания после сидерального пара. Наличие достаточного количества влаги и минерального азота в пахотном слое позволило обеспечить на окультуренной темно-серой почве сбор зерна яровой пшеницы на уровне 2,38-2,58 т/га даже без применения удобрений (табл. 3). В контрольном варианте по урожайности яровой культуры преимущество было за сидеральным паром, здесь получен максимальный урожай в среднем за 7 лет исследований. По сбору зерна на фоне естественного плодородия горох как предшественник практически не уступал многолетней бобовой культуре, благодаря более быстрому разложению растительных остатков в почве.

При применении минеральных удобрений и их сочетаний с органическими по уровню урожайности яровой пшеницы предшественники можно расположить в следующем порядке по мере убывания: сидеральный пар – горох – клевер. Относительно низкая эффективность многолетней бобовой культуры как предшественника в изучаемые годы объясняется причинами, о чем говорилось выше. В предыдущих наших исследованиях (2007-2011 гг.) установлено, что по своему эффекту в первый год действия на урожайность пшеницы клевер превосходил сидеральный пар на 0,12-0,25 т/га [15].

Таблица 3

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественника, т/га (2012-2018 гг.)

Севооборот	Предшественник	Фон питания		
		без удобрений	минеральный	органоминеральный
Зернотравяной (бобовые культуры 40 %)	Горох	2,38	3,24	3,19
Зернотравяной (многолетние травы 20 %)	Клевер	2,42	3,08	3,07
Зернопаросидеральный	Сидеральный пар	2,58	3,51	3,61
НСР ₀₅ фон питания		0,42		
НСР ₀₅ предшественник		0,30		

На удобренных фонах питания после гороха и сидерального пара получен дополнительный сбор зерна яровой пшеницы на уровне 0,86-1,03 т/га. В то же время отдача от удобрений по пласту клевера не превышала 0,65-0,66 т/га. Это свидетельствует о том, что при более длительной минерализации растительных остатков бобовой культуры растения пшеницы обеспечиваются питательными веществами в течение всей вегетации, поэтому отсутствует необходимость обязательного применения минеральных удобрений по пласту клевера. В зависимости от гидротермических условий весеннего периода возможно применение стартовых доз азотно-фосфорных удобрений при посеве в пределах 0,5-1,0 ц в физическом весе.

Из всех лет исследований урожайность яровой пшеницы в севооборотах на удобренных фонах питания достигала 5,0 т/га и выше только в 2017 г. по сидеральному пару. В засушливых условиях сбор зерна не превышал 1,8-2,1 т/га, меньше всего по пласту многолетней бобовой культуры.

Выводы

1. По накоплению продуктивной влаги в весенний период в слое 0-20 см горох как предшественник не уступал клеверу и сидеральному пару. Заделка сидератов и соломы в сочетании с NPK способствовала увеличению увлажненности темно-серой почвы в пахотном слое на 4,6-7,2 мм, в слое 0-50 см – на 7,5-9,2 мм по отношению к естественному фону плодородия. В среднем, за вегетацию яровой пшеницы доступность влаги в пахотном слое на удобренных фонах мало зависело от вида предшественника.

2. Систематическое применение удобрений в севооборотах повышало запасы нитратного азота в период посева в слое 0-20 см на 7,3-11,7 мг/кг почвы, по сравнению с контролем. Аналогичная закономерность выявлена в течение вегетации растений. По накоплению доступных форм азота в пахотном слое горох занимал промежуточное положение между сидеральным паром и клевером.

3. По уровню урожайности яровой пшеницы в контроле предшественники располагаются по мере убывания в следующем порядке: сидеральный пар – клевер – горох, на удобренных фонах питания – сидеральный пар – горох – клевер. Использование удобрений повышало сбор зерна яровой пшеницы после гороха и сидерального пара на 0,86-1,03 т, а после клевера – на 0,65-0,66 т/га по отношению к контрольному варианту.

Литература

1. Повышение эффективности использования пашни в условиях Зауралья и Среднего Урала / С.Д. Гилев, Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов и др. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2016. – 300 с.
2. Лобков В.Т. Опыт Орловской области в разработке и практической реализации биологизированных систем земледелия // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2 (22). – С.55-59.
3. Зеленева А.В., Уришев Р.Х., Семинченко Е.В. Эффективность средств биологизации в полевых севооборотах сухостепной зоны Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. № 1 (45). – С. 63-69.
4. Кружков Н.К., Лобков В.Т., Наполов В.В. Агроэкологические основы биологизации земледелия в центральной лесостепи европейской части России. – Орел, – 2018. – 290 с.
5. Современное кормопроизводство Урала / Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов, М.А. Тормосин и др. – Екатеринбург, – 2018. – С. 149-176.
6. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С.4-9.
7. Мингалев С.К. Оценка сортов гороха в разных зонах северной лесостепи Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 11 (153). – С. 51-55.
8. Постников П.А. Агрометеорологические условия и урожайность гороха в севооборотах // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т.32. № 10. – С.57-60.
9. Попова В.В., Зезин Н.Н. Влияние элементов технологии на урожайность и экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы на Среднем Урале // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 2 (22). – С.77- 82.
10. Лихачева Л.И., Гималетдинова В.С., Козионова Е.Г. Результаты селекции гороха в Уральском НИИСХ // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 4 (20). – С.87-91.
11. Рекомендации по проведению весенних полевых работ в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области / Н.Н. Зезин, А.В. Безгодов, Постников П.А. и др. – Екатеринбург, – 2018. – 80 с.
12. Постников П.А. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от погодных условий и фона питания // Итоги выполнения программы фундаментальных исследований государственных академий на 2013-2020 гг.:

EVALUATION OF PEAS AS A PREDECESSOR FOR SPRING WHEAT

P.A. Postnikov

URAL NIISH - BRANCH OF FSBSI «URAL FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC RESEARCH CENTRE OF URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE»

E-mail: postnikov.ural@mail.ru

Abstract: *To solve the problem of vegetable protein in agricultural production, the cultivation of leguminous crops, in particular peas, remains a promising technique. In the Ural research Institute of agriculture in 2012-2018 on dark gray forest soil the impact of fertilizer systems and predecessors on the yield of spring wheat was studied. The studies were carried out in five-field crop rotations on three nutrition backgrounds: control (without fertilizers), mineral and organo-mineral. Of all the years of observations, dry conditions were observed in 2012, 2016, excessively wet-in 2014-2015., in other years-moderately moist conditions. The accumulation of productive moisture in the spring was least on the natural background of fertility under the clover. On average, for 7 years of research, the amount of available moisture was lower by 3,3-3,7 mm than under green manure steam and grain peas. The systematic use of mineral and organic fertilizers by increasing the supply of fresh plant residues in the form of green manure and straw contributed to an increase in productive moisture reserves by 4,6-7,2 mm more than without fertilizers. The fertilized variants showed a significant increase in nitrate nitrogen reserves during sowing in the arable layer relative to the control, the difference ranged from 7,3 to 11,7 mg/kg of soil. A similar trend was revealed during the vegetation of plants. The decrease in the yield of spring wheat in the control, depending on the predecessors, occurs in the following order: clover-sideral steam-peas. On the background of fertilizer – green manure – clove – peas. The use of fertilizers increased the grain harvest of spring crops after peas and green fertilizer by 0,86-1,03 t, and after clover – by only 0,65-0,66 t/ha in relation to the control option.*

Keywords: soil, crop rotation, nutrition background, peas, predecessor, moisture, mineral nitrogen, spring wheat, yield.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11068

УДК 631.46:633.11

РОЛЬ БОБОВЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В ПОВЫШЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

А.Г. ГУРИН, доктор сельскохозяйственных наук

И.М. ЧАДАЕВ, аспирант

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

В статье представлены результаты исследований по определению биологической активности серой лесной почвы на посевах озимой пшеницы после бобовых предшественников: горох, люпин, вика+овёс, выращиваемых на зерно и сидерат. В качестве контроля взят чистый пар, в котором было внесено 20 т/га навоза КРС. Предшественники

не оказали влияние на активность разложения льняного полотна. Наименьшее количество разложившейся ткани было в контрольном варианте после чистого пара-27,6%. После бобовых предшественников активность микроорганизмов была выше. Процент разложения в слое почвы 0-10 см составил 32,4-44,6%. Наименьшие показатели биологической активности почвы были в вариантах с посевом бобовых на зерно. Степень разложения льняной ткани в слое почвы 0-10 см составила 22,4-28,8 %. Запашка сидерата разных видов бобовых культур оказала незначительное влияние на активность уреазы – 0,16-0,22 мг NH₃, относительно контрольного варианта. После выращивания бобовых на зерно активность уреазы была ниже контрольного значения 0,14-0,16 мг NH₃. В вариантах с запашкой бобовых культур на сидерат активность каталазы увеличилась относительно контрольного варианта в 1,33-1,60 раза, в вариантах с возделыванием бобовых культур на зерно в 1,28-1,40 раза. Имеется тенденция увеличения активности инвертазы в вариантах с выращиванием бобовых на сидерат.

Ключевые слова: биологическая активность, почва, микроорганизмы, предшественник, бобовые

Современное состояние почв характеризуется как деградационное. Происходит повсеместное снижение плодородия [1-3]. Причин этому несколько. Прежде всего, это происходит в результате чрезмерного насыщения севооборотов зерновым компонентом [4]. В результате происходит отчуждение питательных элементов из почвы с надземной массой растений. Возврат элементов питания в виде минеральных удобрений осуществляется не полностью. Что касается органических удобрений, их в настоящее время практически не вносят. Как следствие, снижается, прежде всего, биологическая активность почвы. Как известно, микроорганизмы играют основную роль в круговороте веществ, трансформируя органические остатки и замыкая, таким образом, биологические циклы агроэкосистем [6-8].

В результате жизнедеятельности микроорганизмов в биологический круговорот вовлекается большое количество микробной биомассы, что обуславливает почвенное плодородие и снабжение растений необходимыми элементами и другими жизненно важными веществами, которые поступают в сбалансированном виде, и что особенно важно, в необходимые для растений сроки [5-7].

В агроэкосистемах с большим насыщением зерновых культур, сокращается микробное разнообразие, снижается их активность.

Исходя из представленных данных, целью наших исследований было изучение влияния бобовых предшественников на биологическую активность серой лесной почвы в посевах озимой пшеницы [2-9].

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в однофакторном опыте, который был заложен в ОПХ «Орловское» ФГБНУ ВНИИЗБК. Варианты опыты: 1. Чистый пар – (контроль); 2. Горох на зерно; 3. Горох на сидерат; 4. Люпин на зерно; 5. Люпин на сидерат; 6. Вика + овёс на зерно; Вика + овёс на сидерат.

Опыт заложен в 3-х кратной повторности, площадь делянки 120 м². Объекты исследования: озимая пшеница – Московская 39; горох Темп; люпин узколистный – Орловский сидерат; вика яровая – Никольская. В чистом пару внесено 20 т/га навоза КРС. Почва – серая лесная слабоподзоленная, тяжелосуглинистая, содержание гумуса 2,46%, рН КСІ-5,6, содержание подвижного фосфора – 115-118 мг/кг, обменного калия – 143-151 мг/кг.

Определение биологической активности почвы проводили по методу В.И. Штатного[11]. Общую микробиологическую активность микроорганизмов – по методике Е.Н. Мишустина [10] и В.Г. Минеева [12].

Результаты и обсуждение

Наибольшее разложение льняного полотна было в верхнем 0-10 см слое почвы (табл. 1). За трёх месячный период экспозиции разложение ткани в данном горизонте составило 27,6-44,6 %. В слое почвы 10-20 см разложение ткани не превысило 34,9%. Наименьшее разложение льняной ткани было в слое почвы 20-30 см, которое составило 11,3-22,4% в

зависимости от предшественника. Таким образом, можно утверждать, что наибольшая численность почвенных микроорганизмов сосредоточена в верхнем слое почвы.

Предшественники также оказали влияние на активность разложения льняного полотна. Наименьшее количество разложившейся ткани было в контрольном варианте после чистого пара – 27,6%. После бобовых предшественников активность микроорганизмов была выше. Процент разложения в слое почвы 0-10 см составил 32,4-44,6%.

Среди изучаемых бобовых предшественников используемых на сидерат наибольший процент разложившейся ткани наблюдался после люпина. Несколько меньше были показатели в вариантах после гороха – 34,9-38,7%. Минимальные показатели отмечены в вариантах после вики с овсом – 32,4-34,6%.

Таблица 1

Разложение льняного полотна целлюлозоразрушающими микроорганизмами в серой лесной почве в зависимости от предшественника (среднее за 2016-2018 гг.)

Варианты	Разложение льняного полотна,%		
	0-10 см	10-20 см	20-30 см
Чистый пар (контроль)	27,6	21,9	14,3
Горох на зерно	24,9	19,7	17,7
Горох на сидерат	38,7	30,8	19,2
Люпин на зерно	28,8	24,6	21,1
Люпин на сидерат	44,6	34,9	22,4
Вика+овёс на зерно	22,4	17,4	10,9
Вика+овёс на сидерат	34,6	28,1	18,3
НСП ₀₅	2,16	2,07	1,94

Различия по биологической активности между указанными вариантами зависели от количества органического вещества запаханного в почву. Небольшая биологическая масса в среднем за три года наблюдалась на посевах люпина – 37,1 т/га, а наименьшая на посевах вики с овсом – 25,5 т/га. В чистом пару вносилось 20 т/га свежего навоза, что отразилось в наименьшей степени разложения ткани.

Наименьшие показатели биологической активности почвы были в вариантах с посевом бобовых на зерно. Степень разложения льняной ткани в слое почвы 0-10 см составила 22,4-28,8 %. Меньшая степень разложения в указанных вариантах объясняется незначительным поступлением в почву органического вещества, состоящего из корневых остатков, поскольку надземная масса была отчуждена за пределы поля вместе с урожаем.

В вариантах с возделыванием бобовых на зерно небольшая степень разложения льняного полотна наблюдалась в варианте с люпином. Степень разложения полотна здесь составила 28,8%. После возделывания гороха разложилось 24,9% полотна, что на 3,9% меньше, чем после люпина. Наименьшая степень разложения отмечена после посева вики с овсом 22,4%.

В более нижних слоях почвы отмечена аналогичная закономерность, но менее выраженная. Так, в слое почвы 20-30 см после посева бобовых на сидерат, степень разложения полотна составила 18,3-22,4%, а после посева бобовых на зерно – 17,7-21,1% в зависимости от культуры. Меньшая степень разложения полотна, по нашему мнению, связана с уменьшением численности микроорганизмов в результате меньшего количества кислорода в почве, т.к. видовой состав их представлен аэробами.

Таким образом, использование в качестве предшественников бобовых культур, выращиваемых на сидерат, позволяет существенно повысить биологическую активность почвы. В условиях серой лесной почвы для этих целей предпочтительно использовать в качестве сидеральной культуры люпин.

Наряду с целлюлозоразрушающей активностью, нами также проведены исследования по активности почвенных ферментов, благодаря которым также осуществляется минерализация органических веществ и растительных остатков (табл. 2).

Таблица 2

Ферментативная активность почвы (0-30 см) в посевах озимой пшеницы в зависимости от предшественников (среднее за 2016-2018 гг.)

Варианты	Ферменты		
	Уреазы мг NH ₃	Каталаза см ² O ₂ в мин.	Инвертаза мг.инв.сахара.
Чистый пар (контроль)	0,17	1,71	13,9
Горох на зерно	0,14	2,19	13,7
Горох на сидерат	0,21	2,28	14,1
Люпин на зерно	0,16	2,49	13,8
Люпин на сидерат	0,22	2,73	14,7
Вика+овёс на зерно	0,14	2,19	13,6
Вика+овёс на сидерат	0,16	2,34	14,1

Как известно, уреазы – это гидролитический фермент из группы амидаз, обладающий специфическим свойством катализировать гидролиз мочевины до диоксида углерода и аммиака, участвующий в процессах почвообразования. Наши исследования показали, что запахка сидерата разных видов бобовых культур оказала незначительное влияние на активность уреазы -0,16-0,22 мг NH₃, относительно контрольного варианта. После выращивания бобовых на зерно активность уреазы была ниже контрольного значения 0,14-0,16 мг NH₃.

Что касается каталазы, относящийся к группе дыхательных ферментов, разрушающих пероксид водорода до воды и кислорода, активность её зависит прежде всего от наличия растений с мощной, глубоко проникающей корневой системой. Изучаемые предшественники оказали существенное влияние на данный показатель. В вариантах с запахкой бобовых культур на сидерат, активность каталазы увеличилась по отношению к контролю в 1,33 - 1,60 раза, в вариантах с возделыванием бобовых культур на зерно – в 1,28-1,40 раза.

Фермент инвертаза катализирует гидролиз дисахаридов до моносахаридов и имеет важное значение в освобождении сахаров с низкой молекулярной массой, который является важнейшим источником энергии для почвенных микроорганизмов. В первый год после выращивания бобовых предшественников выявить закономерность в активности инвертазы не удалось. Содержание данного фермента колебалась от 13,6 мг до 14,7 мг инвертного сахара на 1 г. почвы. Имеется тенденция увеличения активности инвертазы в вариантах с выращиванием бобовых на сидерат.

Выводы

1. Использование люпина на сидерат в качестве предшественника пшеницы в условиях серой лесной почвы позволяет существенно повысить активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

2. Запажка бобовых культур на сидерат оказала незначительное влияние на активность уреазы, относительно чёрного пара.

3. В вариантах с запахкой бобовых на сидерат активность каталазы увеличилась на 33-60%, в вариантах с возделыванием бобовых на зерно - на 28-46% относительно контрольного варианта.

4. В первый год после возделывания бобовых не выявлена закономерность в активности инвертазы. Прослеживается тенденция увеличения её активности в вариантах с выращиванием бобовых на сидерат.

Литература

1. Гребенников А.М. Использование сидерации смешанными агрообществами для повышения плодородия типичных чернозёмов // Плодородие, 2011. № 2. – С. 30-32.

2. Резвякова С.В., Гурин А.Г. Влияние стартовых доз азотных удобрений на урожайность люпина узколистного на серой лесной почве // Зернобобовые и крупяные культуры, 2016. № 1(17). – С. 108-113.
3. Сорокина Н.Д. Оценка микробиологической активности почв // Тезисы докладов 2 съезда общества почвоведов России СПб., 1996. – С.291-292.
4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М., 2005. – С.137-145.
5. Морозова В.И. Биологизация севооборотов и плодородие почвы в земледелии Лесостепи Поволжья// Поволжье Агро. – 2012. – № 5. –С.8-9.
6. Лошаков В.Б. Севооборот и плодородие почвы. – М.: Издательство ВНИИА, 2012. –512 с.
7. Новиков В.М. Влияние агротехнологических приёмов и погодных условий на биологическую активность тёмно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры 2016. – № 4. – С.116-120.
8. Данилова А.А., Николаева Ф.В., Попов Н.Т. Изучение процесса разложения сидерального удобрения в криогенной почве // Сиб. Вестник с-х науки, 2013. –№3. –С. 123-19.
9. Кузнецова Л.Н. Целлюлозоразрушающая активность микроорганизмов при «нулевой» технологии // Вестник Курской ГСА. – Курск, 2014. –№7. – С. 49-51.
10. Мишустин Е.Н. Микробиология.- М.: Агропромиздат, 1987. –317 с.
11. Штатнов В.И. К методике определения биологической активности почвы // Доклады ВАСХНИ, 1952. – вып. В. – С.137-142.
12. Практикум по агрохимии / Под.ред. В.Г. Минеева.- М.: Издательство МГУ, 1989. – 304 с.

THE ROLE OF LEGUME PREDECESSORS IN THE ACTIVATION OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF GRAY FOREST SOIL

A. G. Gurin, I. M. Chadaev

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

Abstract: *The article presents the results of studies to determine the biological activity of gray forest soil on winter wheat crops after legume predecessors: peas, lupine, vetch+oats grown for grain and green manure. As a control, pure fallow was taken, into which 20 t/ha of cattle manure was introduced. Predecessors influenced the activity of decomposition of linen cloth. The smallest amount of decomposed tissue was in the control variant after clean fallow-27.6%. After leguminous predecessors microbial activity was higher. The percentage of decomposition in the soil layer of 0-10 cm was 32.4-44.6%. The lowest indicators of biological activity of the soil were in variants with legumes plantings for grain. The degree of decomposition of linen tissue in the soil layer 0-10 cm was 22.4-28.8 %. Ploughing in of green manure of different types of legumes had a slight effect on the activity of urease-0.16-0.22 mg NH₃, relative to the control variant. After growing legumes for grain, urease activity was below the control value of 0.14-0.16 mg NH₃. In variants with the ploughing in of legumes for green manure, catalase activity increased relative to the control variant by 1.33-1.60 times, in variants with the cultivation of legumes for grain by 1.28-1.40 times. There is a tendency to increase the activity of invertase in variants with the cultivation of legumes for green manure.*

Keywords: biological activity, soil, microorganisms, predecessor, legumes.

УДК 633.31/631.8

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ
ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА
И ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ**

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

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

Трехлетними исследованиями на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве Подмоскovie, с высокой обеспеченностью пахотного (0-20 см) слоя подвижным фосфором и калием, при не вполне благоприятных метеорологических условиях вегетационных периодов по уровню увлажнения, установлены дозы и сочетания минеральных удобрений, способствующие формированию урожайности зерна в одновидовых посевах гороха и пелюшки сортов Немчиновской селекции 3,4-4,2 т/га, их смесей с яровой пшеницей 2,8-3,4 т/га, вико-пшеничной смеси 3,0 т/га с содержанием бобового компонента от 42-56% до 69 %.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, вид, сорт, урожайность, удобрение, одновидовые посева.

Модернизация молочной отрасли животноводства в Центре Нечерноземья предусматривает не только повышение численности поголовья и улучшение породного состава стада, но и существенное увеличение производства объемистых и концентрированных кормов, рост их качественных характеристик.

В настоящее время дефицит сырого протеина в кормах по разным оценкам достигает 20-40% и является причиной перерасхода фуражного зерна до 300-400% и более, что приводит к удорожанию себестоимости молока и продуктов его первичной переработки. Исправление сложившейся ситуации видится в увеличении валового сбора зерна фуражных сортов, изменении его структуры за счет повышения доли зернобобовых культур с нынешних 2,5% до 12% [1-3].

В Центральном Нечерноземье на кормовые цели традиционно возделывается горох, пелюшка и вика посевная, которые наряду с многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травами составляют основу полевого кормопроизводства в регионе.

Внедрение в практику растениеводства сортов зернобобовых культур нового поколения, обладающих рядом хозяйственно ценных признаков, как-то – устойчивость к специфическим заболеваниям, отсутствие или слабая полегаемость, улучшенный биохимический состав зерна, значительно повышает их возможности по вкладу в общий объем производства и заготовки высокобелковых концентрированных кормов. Возделывание этих видов бобовых в смесях с ячменем, яровой пшеницей или овсом позволяет практически без дополнительной доработки получать сбалансированные по протеину и энергии корма.

Технология возделывания гороха и вики в одновидовых и смешанных посевах в условиях Центрального Нечерноземья в целом достаточно хорошо разработана. Выявлены лучшие предшественники их в севооборотах, установлены наиболее эффективные способы основной обработки почвы, как в занятых парах, так и после пропашных или зерновых

предшественников, доказано преимущество комплексной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, включающей сочетание агротехнических и химических средств [4-9].

В то же время слабо изучена реакция сортов гороха и вики нового поколения на удобрения и в первую очередь – на необходимость внесения азота. В научной литературе на этот счет существуют полярные точки зрения: от рекомендации к использованию высоких (до 80-90 кг/га) доз азота, до полного отсутствия внесения азотного удобрения [10-13]. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на выявление реакции новых сортов гороха, пелюшки, вики яровой в одновидовых и смешанных посевах на применение азотных удобрений для оптимизации доз применительно к планируемой урожайности зерна, зеленой или сенажной массы.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2016-2018 годах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка» в Нарофоминском районе Московской области в краткосрочном полевом эксперименте в поле занятого пара. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, с глубины 60-80 см подстилаемая суглинистой мореной. После уборки предшественника (яровые зерновые) в пахотном (0-20 см) слое содержалось гумуса 1,5-1,8%, подвижного фосфора – 150-170 мг/кг и калия – 120-140 мг/кг, рН_{KCl} – 5,4-6,0, Нг – 1,9-2,9 мг-экв./100 г.

Схемой опыта предусматривалось изучение эффективности трех вариантов удобрений: P₈₀K₁₁₀ – фон, фон+N₃₀, фон+N₄₅. На каждом варианте удобрений блоками высевали сорта гороха посевного Немчиновский 100 и Немчиновский 50, пелюшку Флора 2, яровую пшеницу Лиза в чистом виде, а также их смеси и смесь вики яровой Уголек с яровой пшеницей. Блочное расположение вариантов обусловлено созданием удобств при проведении защитных мероприятий на делянках одновидовых посевов зернобобовых культур и пшеницы. Норма высева гороха и пелюшки в одновидовых посевах 1,4 млн./га, вики яровой – 2,5 млн./га, пшеницы – 6,0 млн./га. В смесях выдерживали соотношение бобового и злакового компонентов (%) 50: 50 от полной нормы высева в одновидовых посевах. Расположение вариантов в блоках последовательное, повторность четырехкратная. Общая площадь делянки 80 м², учетная – 27 м².

Посев проводили в лучшие агротехнические сроки (с 28 апреля по 8 мая) протравленными семенами: бобовых – Фундазолом (2 кг/т), злаковых – Винцитом форте (1,2 л/т). За сутки до посева семена бобовых обрабатывали раствором молибденово-кислого аммония (50 г на 10 л воды) и активными штаммами азотфиксирующих микроорганизмов производства ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин, Ленинградской обл.).

Система обработки почвы включала следующие приёмы: лущение стерни предшественника; зяблевую вспашку плугом с предплужником на глубину 20-22 см; весеннее боронование с целью закрытия влаги; культивацию с боронованием; предпосевную обработку почвы комплексным агрегатом типа РВК для заделки азотных удобрений, выравнивания поверхности почвы и создания плотного семенного ложа на глубине заделки семян (5-7 см).

Фосфорно-калийные удобрения (аммофос 8:52 и хлористый калий, 60% K₂O) вносили фоном осенью перед вспашкой зяби центробежным разбрасывателем Amazone, азотные (аммиачная селитра) – весной под предпосевную культивацию вручную. Для посева использовали механическую навесную сеялку Amazone D-9.

Защитные мероприятия на одновидовых посевах включали: опрыскивание почвы на второй день после посева почвенным гербицидом Гезагард, 2,5 л/га (кроме яровой пшеницы) и по вегетации – баковой смесью из гербицида (Пивот ВК 0,7 л/га) и инсектицида Би-58 (0,8 л/га) или Дитокс КЭ (0,8 л/га), а при появлении одиночных цветков – инсектицидом Эфория (0,3 л/га) с расходом рабочей жидкости 200 л/га против гороховой зерновки. Защита растений в блоках смешанных посевов ограничивалась двукратной обработкой инсектицидами.

Учеты урожая проводили по достижении полной спелости зерна поделяночно со всех повторений прямым комбайнированием (Wintersteiger). Результаты учетов после приведения их к стандартной влажности и 100% чистоте подвергали дисперсионному анализу по Б. А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы Statgraf (ВИУА, 1990) [14].

Результаты и обсуждение

По данным АМС «Немчиновка» во все годы исследований температурный режим вегетационного периода (май-первая половина августа) характеризовался повышенными значениями (на 1,8-2,2° С выше средних многолетних). По сумме осадков, которые выпадали неравномерно, два года из трех (2016 и 2017 гг.) отличались высоким уровнем увлажнения 284 и 301 мм против 214 мм по норме. В целом гидротермический коэффициент (ГТК по Селянинову) периода активной вегетации изучаемых культур составил 2,1 и 2,2 соответственно по годам. Вегетационный период 2018 года отличался слабой засушливостью. Сумма осадков с мая по июль составила 191 мм или 89% нормы при среднесуточной температуре воздуха 18,1° С, что на 2,2° С превышало средние многолетние значения (ГТК = 1,18). При этом во влажные годы урожайность зерна сортов посевного гороха, в среднем по удобрениям, варьировала в пределах 3,4-3,7 т/га, пелюшки – 3,7 т/га, в засушливом 2018 году – 3,0-3,4 т/га и 2,6 т/га соответственно.

Установлено, что в сложившихся условиях возделывания яровая пшеница максимальную урожайность 3,33 т/га формировала при предпосевном внесении N₄₅ на фоне РК, которая на 16% превышала аналогичную величину фонового варианта.

Эта доза азота была наиболее предпочтительна и для полевого гороха Флора 2. Его урожайность в варианте N₄₅P₈₀K₁₁₀ составила в среднем 3,77 т/га или + 22% к соответствующему фону.

Очевидно, формирование бобово-ризобиального симбиоза у этого сорта полевого гороха тормозилось погодными условиями и для его ускорения растениям требовалась поддержка в виде азота удобрений. В тоже время сорта посевного гороха усатого типа, характеризующиеся более мощной и разветвленной корневой системой, урожайность зерна максимального уровня равного в среднем 3,44 т/га (Немчиновский 100) и 4,19 т/га (Немчиновский 50) обеспечивали без дополнительного внесения азотного удобрения. По-видимому, высокая обеспеченность корнеобитаемого слоя почвы подвижным фосфором и калием (200-260 мг/кг P₂O₅ и 180-200 мг/кг K₂O) на ранних этапах формирования урожая (5-6 настоящих листьев культуры) способствовала активному и устойчивому функционированию бобово-ризобиального комплекса в плане продуцирования достаточного количества фиксированного азота для нужд растения-хозяина (табл. 1-2).

Таблица 1

Урожайность зерна одновидовых посевов яровой пшеницы и гороха в зависимости от доз и сочетания удобрений, т/га (среднее за 2016-2018 гг.)

Дозы и сочетания удобрений, кг/га	Пшеница яровая Лиза	Горох посевной		Горох полевой Флора 2
		Немчиновский 100	Немчиновский 50	
P ₈₀ K ₁₁₀ -фон	2,86	3,44	4,19	3,10
Фон + N ₃₀	3,28	3,39	3,95	3,25
Фон + N ₄₅	3,33	2,95	3,17	3,77
НСР _{0,5} , т/га	0,36	0,30	0,24	0,17

Отмеченный уровень максимальной урожайности зерна одновидовых посевов гороха и пелюшки формировался за счет более высокой (на 12-18%) густоты стояния растений при уборке, количества бобов на одно растение и озерненности боба – на 8-10%, массы 1000 зерен – на 7-16% в сравнении с остальными вариантами.

Зерновая продуктивность однолетних бобово-злаковых смесей с участием яровой пшеницы, посевного и полевого гороха, а также яровой вики была несколько ниже аналогичных величин в одновидовых посевах, что может быть связано проявлением

конкурентных отношений компонентов за факторы жизнеобеспечения в сложившихся условиях возделывания. Иным был и характер воздействия изучаемых доз азота, обусловленный наличием зернового компонента. Все взятые на изучение смеси гороха с яровой пшеницей положительно отзывались на применение возрастающих доз азотного удобрения, вносимых в составе НРК. При этом достигнутый максимум урожайности зерносмеси посевного гороха Немчиновский 100 с яровой пшеницей и полевого гороха Флора 2 с ней же обеспечивался предпосевным внесением N₄₅ на фоне РК и составлял соответственно 3,45 т/га и 2,76 т/га (+26% и 13% к фону). Для получения наибольшей урожайности зерна смеси гороха посевного Немчиновский 50 с яровой пшеницей 3,41 т/га (+23% к фону) было достаточно внесения N₃₀ весной и P₈₀K₁₁₀ осенью.

Таблица 2

**Содержание фосфора и калия в почве в начале вегетации в слое 0-20 см
(среднее за 2016-2018 гг., мг/кг)**

Культура, сорт	Дозы и сочетание удобрений, кг/га					
	P ₈₀ K ₁₁₀ -фон		Фон + N ₃₀		Фон + N ₄₅	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Горох посевной Немчиновский 100	244	200	236	202	236	195
Горох посевной Немчиновский 50	261	194	255	201	240	214
Горох полевой Флора 2	230	196	228	202	200	190
Пшеница яровая Лиза	201	178	271	205	265	182

В смеси вики посевной с яровой пшеницей не выявлено положительной реакции на внесение возрастающих доз азота в составе полного удобрения. В годы исследований проявлялась лишь тенденция уменьшения урожайности с ростом доз N на 5-6%, а максимальная величина ее 2,96 т/га создавалась при осеннем внесении P₈₀K₁₁₀ (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность зерна однолетних бобово-злаковых смесей в зависимости от видосортного состава и применения удобрений (среднее за 2017-2018 гг.).

Видосортной состав	Дозы и сочетания удобрений, кг/га	Урожайность, т/га			Доля в урожае, %	
		всего	в том числе		горох (вика)	пшеница
			горох (вика)	пшеница		
Вика посевная Уголек+пшеница яровая Лиза	P ₈₀ K ₁₁₀ -фон	2,96	1,24	1,72	42	58
	Фон + N ₃₀	2,82	1,23	1,59	44	56
	Фон + N ₄₅	2,78	1,10	1,68	40	60
	НСР _{0,5} , т/га 0,28					
Горох посевной Немчиновский 100+ пшеница яровая Лиза	P ₈₀ K ₁₁₀ -фон	2,74	1,50	1,24	55	45
	Фон + N ₃₀	3,24	2,08	1,16	64	36
	Фон + N ₄₅	3,45	1,93	1,52	56	44
	НСР _{0,5} , т/га 0,20					
Горох посевной Немчиновский 50+ пшеница яровая Лиза	P ₈₀ K ₁₁₀ -фон	2,78	1,82	0,96	66	34
	Фон + N ₃₀	3,41	2,36	1,05	69	31
	Фон + N ₄₅	3,09	2,21	0,88	72	28
	НСР _{0,5} , т/га 0,26					
Горох полевой Флора 2 + пшеница яровая Лиза	P ₈₀ K ₁₁₀ -фон	2,45	1,67	0,78	68	32
	Фон + N ₃₀	2,47	1,54	0,93	62	38
	Фон + N ₄₅	2,76	1,90	0,86	69	31
	НСР _{0,5} , т/га 0,24					

Следует отметить, что соотношение компонентов смесей в конечном урожае определялось, как правило, не внесением азотного удобрения, а биологией культур. Так, в смесях с участием яровой пшеницы, посевного и полевого гороха Немчиновский 50 и Флора 2 в зерносмеси заметно преобладал бобовый компонент независимо от изучаемых доз азотного удобрения. В меньшей степени это относится к смеси гороха Немчиновский 100 и яровой пшеницы, а у вико-пшеничной смеси некоторое преимущество было за злаковым компонентом (табл. 3). На оптимальных по урожайности зерна вариантах близкое к уравновешенному соотношение бобового и злакового компонентов (42:58% и 56:44%) отмечено у вико-пшеничной и горохо-пшеничной смесей с участием сорта Немчиновский 100. У остальных двух смесей, для выравнивания соотношения компонентов, в конечном урожае в будущем необходимо повысить долю злакового компонента с 50% до 70-75% с соответствующим уменьшением доли бобовой культуры в семенах при посеве.

Выводы

1. На среднекультуренной дерново-подзолистой почве Центрального Нечерноземья с высокой обеспеченностью пахотного слоя подвижным фосфором и калием урожайность зерна одновидовых посевов гороха Немчиновский 100 и Немчиновский 50 достигнутого максимального уровня 3,44 и 4,19 т/га создавалась при осеннем внесении под зябь $P_{80}K_{110}$. Пелюшке Флора 2 для формирования величины урожайности подобного уровня 3,77 т/га требовалось внесение полного минерального удобрения $N_{45}P_{80}K_{110}$.

2. Максимальная зерновая продуктивность однолетних бобовозлаковых смесей яровой пшеницы с сортами посевного и полевого гороха 2,76-3,45 т/га обеспечивалась применением полного удобрения $N_{30-45}P_{80}K_{110}$. Вико-пшеничной смеси для получения урожайности зерна близкого уровня 2,96 т/га было достаточно осеннего внесения $P_{80}K_{110}$.

3. При исходном соотношении компонентов смесей в семенах при посеве 50:50 близкое к уравновешенному сочетание их в конечной продукции на вариантах удобрений отмечалось у вико-пшеничной и горохо-пшеничной смеси с участием сорта Немчиновский 100. У остальных смесей заметно преобладал бобовый компонент.

Литература

1. Мазуров В.Н., Лукашов В.Н., Исаков А.Н. Использование зернобобовых культур и бобовозлаковых смесей на корм скоту в условиях Калужской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2(6). – С. 123-126.
2. Башмаков А.А. Урожайность зернобобовых культур на дерново-подзолистых почвах Смоленской области // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях. Сб. материалов международной науч. – практ. конф., посвященной 35-летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА», – Смоленск. – 2010. – Ч.1. – С.38-41.
3. Рябов Ю.А. Приемы возделывания люпина узколистного на семена в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Основные итоги исследований по сельскому хозяйству в Центральном районе Нечерноземной зоны России (70 лет НИИСХ ЦРНЗ). – Москва. Немчиновка. – 2001. – С. 469-471.
4. Исаев А.П. Агротехническая и энергосберегающая роль зерновых бобовых культур в лесостепной зоне Европейской части России // Автореферат дисс. доктора с.-х. наук. – Немчиновка. – 1994. – 46 с.
5. Артюхов А.И. Элементы энергосберегающей технологии возделывания гороха в юго-западной части Нечерноземной зоны России // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. – Брянск. – 1995. – 25 с.
6. Бурдюгов М.Ю. Ресурсосберегающие элементы технологии возделывания яровых вико-злаковых смесей на черноземах выщелоченных северной части ЦЧР // Автореферат дисс. канд. ... с.-х. наук. М. - 2010. – 19 с.
7. Иванов Ю.И. Эффективность возделывания одновидовых и смешанных посевов однолетних кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды // Автореферат дис. ... канд. с.-х. наук, – Брянск. – 2016. – 22 с.
8. Новиков В.М. Продуктивность гороха и сои в зависимости от основной обработки почвы и минеральных удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 106-112.
9. Борзенкова Г.А. Оптимизация комплексного применения пестицидов и физиологически активных веществ в защите гороха от вредителей и болезней // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях Сб. научных материалов. – Орел. – 2008. – С. 356-367.
10. Рахимова О.В. Активность симбиотической азотфиксации и семенная продуктивность вики посевной в зависимости от обеспеченности элементами питания // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – М., – 1995. – 20 с.
11. Шаманаев В.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность вико-овсяной смеси и ее компонентов // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях. Сб. материалов международной научно – практ. конф., посвященной 35 - летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА», ч.1, – Смоленск, – 2010. – С. 296-298.

12. Ханиева И.М. Удобрение азотом посевов гороха в различных зонах КБР // Плодородие. – 2007. – № 2 (35). – 50 с.
13. Колобов А.В Сравнительная оценка продуктивности различных видов однолетних культур // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях. Сб. материалов международной научн-практ. конф., посвященной 35-летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА», ч.1. – Смоленск. – 2010, – С. 154-156.
14. Милащенко Н.З. Программа и методика исследований в Географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии. – М., – 1990. – 220 с.

PRODUCTIVITY OF SINGLE-SPECIES AND MIXED CROPS OF GRAIN LEGUMES DEPENDING ON THE VARIETY AND THE USE OF MINERAL FERTILIZERS IN THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION

V.V. Kononchuk, V.D. Shtyrkhunov, G.V. Blagoveshchensky, S.M. Timoshenko,
S.V. Sobolev, T.O. Nazarova

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER “NEMCHINOVKA”

Abstract: *Three-year (2016-2018) studies on the medium-loamy sod-podzolic soil of the Moscow region, with high availability of arable (0-20 cm) layer of movable phosphorus and potassium, with not quite favorable meteorological conditions of vegetation periods in terms of moisture content are set doses and combinations of mineral fertilizers, contributing to the formation of grain yield in single-species crops of pea and maple pea of the Nemchinovskaya breeding varieties, 3,4-4,2 t/ha, their mixtures with spring wheat, 2,8-3,4 t/ha, vetch- wheat mixture 3,0 t/ha containing beans component from 42-56% to 69%.*

Keywords: leguminous crops, species, variety, yield, fertilizer, single-species crops, mixtures.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11070

УДК633.367:631.526

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТАМИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В КОНТРАСТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

С.Н. АГАРКОВА, доктор биологических наук
Е.В. ГОЛОВИНА, доктор сельскохозяйственных наук
Р.В. БЕЛЯЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В 2013, 2014 и 2018 годах на 6 сортах люпина узколистного исследовано влияние метеорологических условий на накопление и распределение сухого вещества в связи с адаптивностью. Установлено: Кристалл, Витязь и Орловский сидерат характеризуются оптимальным распределением пластических веществ в контрастных по влагообеспеченности условиях. При достаточной влагообеспеченности у этих сортов ассимиляционные процессы направлены в большей степени на формирование фитомассы. При недостатке влаги пластические вещества перераспределяются в направлении генеративных органов, благодаря чему в засушливых условиях урожай зерна более высокий, чем в благоприятных.

У сортов люпина определена оптимальная для формирования высокой зерновой продуктивности площадь листьев: 197 см²/растение или 2,2 м²/м² при недостатке влаги; 325 см²/растение или 3,6 м²/м² при достаточной влагообеспеченности. Адаптация растений люпина к засушливым условиям заключается в увеличении доли корней в фитомассе растения. В условиях повышенной влагообеспеченности установлены тесные корреляционные положительные связи между урожаем зерна и надземной массой; между

зерновой продуктивностью, урожаем сухого вещества и фотосинтетическим потенциалом и количеством клубеньков. В условиях достаточной влагообеспеченности установлена взаимосвязь на высоком уровне между урожаем сухого вещества и площадью листьев и фотосинтетическим потенциалом. В засушливых условиях отрицательно коррелируют площадь листьев и фотосинтетический потенциал с количеством клубеньков в связи с конкуренцией за пластические вещества.

Ключевые слова: люпин узколистный, метеорологические условия, продуктивность, адаптивность, урожай сухого вещества, урожай зерна.

Внимание к люпину узколистному в последние годы неуклонно растет, в связи со значительностью его роли в решении белковой проблемы в животноводстве и как средоулучшающего компонента в земледелии. Люпин узколистный до начала XX столетия использовался главным образом как сидеральная культура. В 1927-1929 гг. немецкий ученый Р. Зенгбуш выделил два мутантных штамма с низким содержанием алкалоидов, которые послужили исходным материалом для создания сортов кормового использования, как за рубежом, так и в нашей стране [1]. За сравнительно короткий период были созданы скороспелые, малоалкалоидные, с высоким содержанием белка, сорта кормового узколистного люпина с нестрессивизирующимися бобами, с различной архитектурой стебля, не имеющие равных среди зернобобовых культур по азотфиксирующей способности. Потенциал продуктивности современных сортов кормового использования чрезвычайно высок и находится на уровне урожайности зерновых культур [2].

Однако у новых сортов люпина узколистного наблюдается довольно резкое колебание урожайности зерна по годам, что обусловлено особенностями формирования адаптивных реакций к стрессовым факторам. В течение вегетации происходит рост и дифференциация вегетативных и генеративных органов, накопление и распределение сухого вещества в которых зависит от активности и направленности ассимиляционных процессов. Оптимальные условия, в которых образуются биологический урожай и его хозяйственно ценная часть могут быть различными. Борьба за ассимиляты между вегетативными и репродуктивными органами способна снизить урожайность и количество семян [3]. В этой связи формирование продуктивности необходимо изучать одновременно с теми факторами, от которых зависит величина, как общей биологической продуктивности, так и основной ее составляющей – урожая зерна. Подобные исследования на современных отечественных сортах люпина узколистного немногочисленны [4].

Цель исследований: изучить влияние погодных условий на накопление и распределение сухого вещества по органам растений сортов люпина узколистного кормового и сидерального использования; определить особенности фотосинтетической деятельности и симбиотической активности в процессе формирования биологической и хозяйственной продуктивности.

Материалы и методы исследований

Опыты проведены в 2013, 2014 и 2018 гг. в ФГБНУ ФНЦ ЗБК. Предшествующая культура - озимая пшеница. Почва опытных участков, на которых проводились исследования, темно-серая лесная, суглинистая. Мощность гумусового горизонта 30-35 см., влажность устойчивого завядания 9,7% от объема почвы. Содержание гумуса в пахотном горизонте по Тюрину 4,3-5,6%, легкогидролизующего азота по Кононовой и Тюрину 6,4-10,1 мг/100 г почвы, обменного калия по Масловой 7-15 мг/100 г почвы, подвижного фосфора по Кирсанову 6,8-16,5 мг/100 г почвы, сумма поглощенных оснований по Каплену 18,5-26,2 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями 83-91%, рН солевой вытяжки по Алямовскому 5,3-6,0, гидролитическая кислотность по Каплену 1,7-6,3 мг-экв/100 г почвы.

Сорта выращивали на делянках 10 м² в 4-х кратной повторности по принятой для зоны технологии. Сорта, включенные в исследования, по архитектонике стебля относятся к индетерминантному типу (Тимир 1), индетерминантному типу с генетическим блокированием ветвления на побегах 2-4 порядка (Кристалл, Витязь, Орловский, Орловский сидерат), колосовидному типу с блокированным ветвлением на уровне первого порядка

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» №1(29)2019 г. (Надежда). Сорты люпина внесены в Госреестр селекционных достижений РФ в различные годы: Тимир 1 – 1990, Кристалл – 1998, Надежда – 2004, Орловский сидерат – 2006, Витязь – 2011, Орловский – 2016.

Годы исследований характеризовались контрастными метеорологическими условиями: 2013 год – избыточно влажный, 2014 – благоприятный, 2018 – засушливый, особенно в начале вегетации (табл. 1).

Таблица 1

Агрометеорологические условия, г. Орел

Показатели	Месяцы			
	май	июнь	июль	август
Средняя температура воздуха за месяц, °С				
Средняя многолетняя	13,8	16,8	18,0	17,0
2013 г.	18,0	19,8	18,8	19,0
2014 г.	15,0	16,3	20,9	20,0
2018 г.	17,0	18,0	20,4	19,8
Количество осадков за месяц, мм				
Среднее многолетнее	51,0	73,0	81,0	63,0
2013 г.	64,3	68,5	49,5	33,2
2014 г.	124,0	53,3	19,4	14,4
2018 г.	31,9	16,1	109,0	16,5

Фотосинтетическую деятельность оценивали по методике [5, 6, 7]. Учитывали количество и массу клубеньков [8]. Отбор проб для исследований по накоплению сухого вещества и азота проводили в фазы стеблевания и бутонизации (лист, стебель, корень); начала формирования бобов и налива бобов (лист, стебель, корень, бобы, клубеньки); полной спелости (стебель, створки, семена, корень) согласно методике [9].

Содержание сырого протеина определяли по методу Кьельдаля с использованием для сжигания проб дигестора с программированным нагревом DK-6 фирмы Velp Scientifica, для дальнейшей отгонки и титрования – автомата UDK – 152 этой же фирмы. Экспериментальные данные обработаны с помощью Microsoft Excel 2007 с учетом методических рекомендаций Б.А. Доспехова (1985).

Результаты исследований

В формировании общего биологического урожая люпина узколистного значительную роль играет фотосинтетическая деятельность и в частности фотосинтетический потенциал суммарной листовой поверхности (ФП), который зависит не только от общей поверхности листьев, но и от скорости ее образования и продолжительности активной деятельности в генеративный период. Наибольшая площадь листьев за три года установлена у сортов Витязь (351 см²/раст.) и Тимир 1 (315 см²/раст.) (табл. 2).

Таблица 2

Фотосинтетическая деятельность сортов люпина узколистного

Сорт	Площадь листьев, см ² /раст.				ФП, млн м ² х сут./га				ЧПФ, г/м ² х сут.			
	2013	2014	2018	\bar{x}	2013	2014	2018	\bar{x}	2013	2014	2018	\bar{x}
Кристалл	232	380	163	258	0,53	0,53	0,22	0,43	9,3	7,8	5,8	7,6
Надежда	236	165	160	187	0,26	0,26	0,25	0,25	12,1	10,2	7,5	9,9
Тимир 1	398	336	210	315	0,52	0,58	0,25	0,45	10,9	13,8	8,0	10,9
Витязь	298	559	196	351	0,52	0,67	0,23	0,47	11,7	9,3	7,2	9,4
Орл. сидерат	236	260	294	263	0,40	0,31	0,35	0,35	9,7	8,9	7,0	8,5
Орловский	307	254	161	241	0,45	0,41	0,25	0,37	8,9	9,5	4,9	7,7
\bar{x}	285	325	197		0,45	0,46	0,26		10,4	9,9	6,7	

Значения фотосинтетического потенциала в среднем по годам составили у сортов Кристалл, Витязь и Тимир 1 0,43-0,47 млн. м² х сут./га. Динамика развития и величина листовой поверхности зависят от многочисленных факторов и, прежде всего метеорологических условий. Так, при повышенной влажности 2013 г. площадь листьев в среднем по сортам была на уровне 285 см²/раст., в засушливом 2018 г. снизилась до 197 см²/раст. Максимальная площадь листьев отмечена у Тимира 1, Надежды и Орловского – во влажном 2013 году, у Кристалла и Витязя – в оптимальном 2014, у Орловского сидерата – в засушливом 2018 году. Наиболее низкий фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) у всех сортов отмечены в 2018 году.

Погодные условия оказывали существенное влияние на симбиотическую деятельность люпина узколистного. Наибольшее количество и масса клубеньков в среднем по сортам отмечены в благоприятном 2014 г. – 52,0 и 838,5 мг/раст. соответственно (рис. 1, 2). В 2013 г. избыточная влажность почвы и недостаток кислорода в ней привели к снижению этих показателей до 21,5 и 107,3 мг/раст. Высокая симбиотическая активность установлена у сортов Витязь и Орловский, масса клубеньков у которых в среднем за три года составила 710 мг/растение и 521 мг/растение соответственно.

У Витязя в отличие от других сортов максимальная масса клубеньков наблюдалась в засушливом 2018 году. Образование сухого вещества у сортов люпина узколистного характеризуется определенной динамикой в процессе онтогенеза. Начальные темпы прироста сухого вещества относительно невелики, что связано, прежде всего, с низкими температурами в конце апреля-начале мая. За весь период от всходов до налива бобов на боковых побегах сухая масса у сорта Надежда ниже, чем у остальных сортов, у сорта Витязь - выше (табл. 3). В среднем за три года в фазу налив бобов на боковых ветвях сформировано следующее количество сухого вещества: Витязь – 19,7 г/раст., Кристалл – 16,9 г/раст., Тимир 1 – 16,5 г/раст., Надежда – 11,1 г/раст.

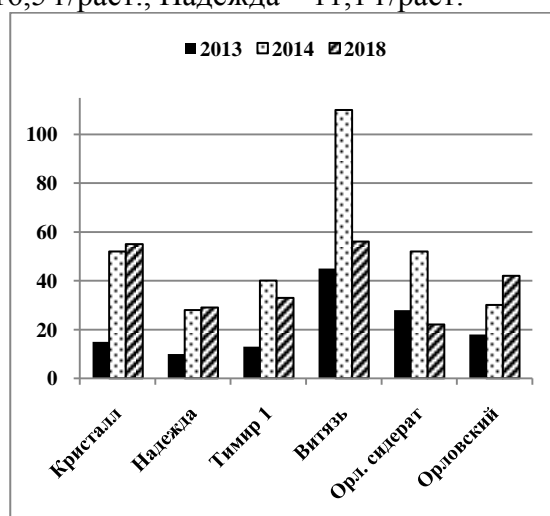


Рис. 1. Количество клубеньков у сортов люпина узколистного, шт. на растении

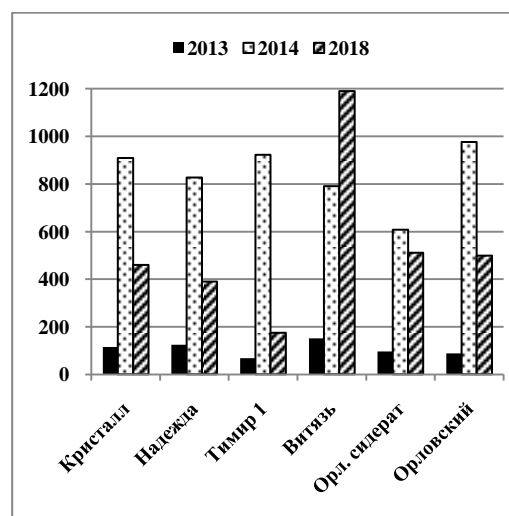


Рис. 2. Масса клубеньков у сортов люпина узколистного, мг/растение

Таблица 3

Формирование сухого вещества сортами люпина узколистного в онтогенезе, г/растение (среднее за 2013, 2014, 2018 гг.)

Сорт	Стеблевание	Налив бобов на центральном стебле	Налив бобов на боковых ветвях
Кристалл	1,7	6,6	16,9
Надежда	1,1	4,9	11,1
Тимир 1	1,2	7,1	16,5
Витязь	1,7	9,1	19,7
Орл. сидерат	1,7	6,1	14,5
Орловский	1,5	4,9	13,3

Максимальное количество сухого вещества 15,6 г с растения в фазу налив бобов на боковых ветвях в среднем по сортам сформировано в 2013 и 2014 гг. Засушливые условия 2018 года привели к снижению урожая фитомассы до 14,9 г/растение (рис. 3). Однако сортами Надежда, Орловский сидерат и Орловский наибольшая масса сухого вещества накоплена в 2018 г. Максимальная фитомасса образована сортом Витязь – 20,4-20,5 г/растение в 2013 г. и 2014 г., минимальная сортом Надежда в 2013 г. – 9,6 г/растение.

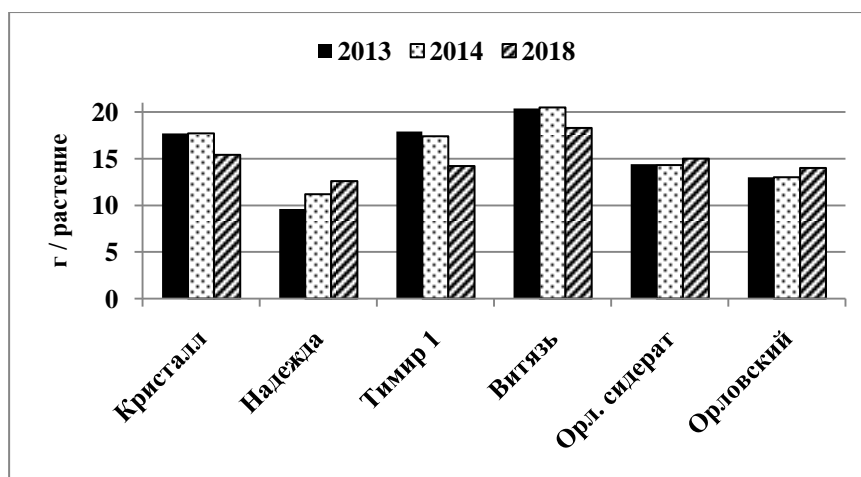


Рис. 3. Накопление сухого вещества сортами люпина узколистного в фазу налив бобов на боковых побегах

Наибольшая взаимосвязь между урожаем зерна и количеством сухого вещества надземных органов отмечена в период от начала цветения на центральной кисти до начала налива бобов на боковых побегах. Но и ассимиляционные процессы в начальные фазы развития (от всходов до начала цветения) вносят определенный вклад в формирование зерна. В течение всей вегетации растение накапливает в вегетативных органах и перераспределяет питательные вещества в направлении аттрагирующих органов (бобов с семенами).

В фазу налив бобов на центральном стебле, доля стеблей в зависимости от условий года практически не изменялась и колебалась по годам от 43,0% до 43,6% (табл. 4). Максимальный вклад листьев в общую фитомассу отмечен в оптимальном 2014 году 37,6%, минимальный – во влажном 2013 г. – 32,4%. Наибольшая доля бобов складывалась в неблагоприятных условиях: в засушливом 2018 г. (9,4%) и в избыточно влажном 2013 г. (10,9%). Вклад сухого вещества корней в общую фитомассу растения в зависимости от условий года изменялся следующим образом. В благоприятном 2014 г. доля корней составила 10,2%, во влажном 2013 г. – 13,5%, в засушливом 2018 г. этот показатель возрос до 14,4%.

Таблица 4

Распределение сухого вещества по органам у сортов люпина узколистного, %

Налив бобов на центр. стебле				Налив бобов на бок. побегах			
листья	стебли	корни	бобы	листья	стебли	корни	бобы
2013 год влажный							
32,4	43,3	13,5	10,9	32,3	42,6	13,4	11,6
2014 год благоприятный							
37,6	43,6	10,2	6,5	21,7	35,7	8,2	34,7
2018 год засушливый							
34,0	43,0	14,4	9,4	28,0	33,0	10,1	27,1

В фазу налив бобов на боковых побегах в среднем по сортам максимальный вклад бобов в сухую массу отмечен в благоприятном 2014 г. – 34,7%, минимальный – 11,6% во влажном 2013 г., в засушливом 2018 году доля бобов составила 27,1 %. В 2014 г. наибольшая

доля бобов в общей фитомассе составила: у сорта Кристалл – 48,7%, Орловский сидерат – 35,9%, Надежда – 37,4%. В 2014 г. несмотря на то, что сорт Витязь превзошел остальные сорта по общей фитомассе (20,5 г/растение), лишь 24,0% ее было использовано на бобы с семенами; в 2013 г. – 17,1%, в 2018 г. – 26,4%.

Исследованы корреляционные связи между физиологическими признаками и показателями продуктивности у сортов люпина. Во влажном 2013 г. установлена взаимосвязь зерновой и биологической продуктивности с фотосинтетическим потенциалом на высоком уровне $r= 0,906$ и $0,908$; с количеством клубеньков на среднем уровне $r= 0,560$ и $0,585$. Урожай сухого вещества и урожай зерна в этом году коррелируют на уровне $r= 0,917$. В благоприятном 2014 году тесно взаимосвязан урожай сухого вещества с площадью листьев ($r= 0,666$) и фотосинтетическим потенциалом ($r= 0,839$). Между урожаем зерна и чистой продуктивностью фотосинтеза в этом году отрицательная корреляция $r= -0,772$. Количество клубеньков в 2014 году положительно коррелирует с площадью листьев ($r= 0,915$) и фотосинтетическим потенциалом ($r= 0,687$) и отрицательно в засушливом 2018 году, соответственно $r= -0,560$ и $r= -0,780$.

Площадь листьев в засушливом 2018 г. в среднем по сортам $197 \text{ см}^2/\text{растение}$ или $2,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$ оказалась оптимальной для формирования высокой зерновой продуктивности (табл. 5), а у сортов Надежда, Орловский сидерат, Орловский и наибольшего количества сухого вещества (рис. 3). В 2018 г. зерновая продуктивность в среднем по сортам выше, чем в избыточно влажном 2013 году и благоприятном 2014 году на 26% и 18% соответственно. Максимальный урожай зерна в 2018 г. у Кристалла (9,4 г/раст.) и Орловского сидерата (9,8 г/раст.). Кристалл в среднем за три года превзошел остальные сорта по урожайности, сформировав $8,2 \text{ г/растение}$.

Таблица 5

Зерновая продуктивность сортов люпина узколистного, г/растение

Сорт	2013 г.	2014 г.	2018 г.	\bar{x}
Кристалл	6,8	8,4	9,4	8,2
Надежда	4,1	4,6	6,8	5,2
Тимир 1	5,7	4,6	5,2	5,2
Витязь	7,0	7,0	8,7	7,6
Орл. сидерат	5,2	7,9	9,8	7,6
Орловский	5,5	5,5	6,5	5,8
\bar{x}	5,7	6,3	7,7	
НСР ₀₅	1,211	0,950	1,081	

Выводы

1. Кристалл, Витязь и Орловский сидерат характеризуются оптимальным распределением пластических веществ в контрастных по влагообеспеченности условиях. При достаточной влагообеспеченности у этих сортов ассимиляционные процессы направлены в большей степени на формирование фитомассы. При недостатке влаги пластические вещества перераспределяются в направлении генеративных органов, благодаря чему в засушливых условиях урожай зерна более высокий, чем в благоприятных.

2. У сортов люпина определена оптимальная для формирования высокой зерновой продуктивности площадь листьев: $197 \text{ см}^2/\text{растение}$ или $2,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$ при недостатке влаги; $325 \text{ см}^2/\text{растение}$ или $3,6 \text{ м}^2/\text{м}^2$ при достаточной влагообеспеченности.

3. Адаптация растений люпина к засушливым условиям заключается в увеличении доли корней в фитомассе растения.

4. В условиях повышенной влагообеспеченности установлены тесные корреляционные положительные связи между урожаем зерна и надземной массой; между зерновой продуктивностью, урожаем сухого вещества и фотосинтетическим потенциалом и количеством клубеньков. В условиях достаточной влагообеспеченности установлена взаимосвязь на высоком уровне между урожаем сухого вещества и площадью листьев и

фотосинтетическим потенциалом. В засушливых условиях отрицательно коррелируют площадь листьев и фотосинтетический потенциал с количеством клубеньков в связи с конкуренцией за пластические вещества.

Литература

1. Майсурия Н.А., Атабекова А.И. Люпин. – М.: Колос, – 1974. – 463 с.
2. Агеева П.А., Почутина Н.А. Результаты испытания сортов узколистного люпина //Зернобобовые и крупяные культуры, – 2018. – № 3. – С. 77-81.
3. Egli D.B. Seed Biology and the Yield of Grain Crops, 1998. CAB International, Wallingford, UK. – 178 p.
4. Гатаулина Г.Г., Соколова С.С. Формирование урожая и динамические характеристики продукционного процесса у зернобобовых культур // – М., – 2012. – 272 с.
5. Синякова Л.А., Иванова А.И. Методические указания по определению показателей фотосинтетической и корневой деятельности растений // Л. Пушкин, – 1981, – 17 с.
6. Коломейченко В.В. Методические указания по изучению основных показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах. // – Орел, – 1987. – 9 с.
7. Ничипорович А. А. Показатели и процессы фотосинтетической деятельности, задачи и методы их контроля в работах по повышению продуктивности растений. // Методические указания по учету и контролю важнейших процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. – М: Наука, – 1969. – 24 с.
8. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. // Справочное пособие. Агропромиздат, – М., – 1991. – 300 с.
9. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., – 1997. – 156 с.

FORMATION OF PRODUCTIVITY BY VARIETIES OF NARROW-LEAVED LUPINE IN CONTRASTING METEOROLOGICAL CONDITIONS

S.N. Agarkova, E.V. Golovina, R.V. Belyaeva

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *In 2013, 2014 and 2018 on 6 varieties of narrow-leaved lupine the effect of meteorological conditions on the accumulation and distribution of dry matter due to adaptability was investigated. Determined: the varieties Kristall, Vityaz' and Orlovskij siderat are characterized by an optimal distribution of plastic substances in contrasting moisture conditions. With sufficient moisture supply in these varieties, assimilation processes are more focused on the formation of phytomass. With a lack of moisture, plastic substances are redistributed in the direction of the generative organs, so that in dry conditions the grain yield is higher than in favorable ones. In varieties of lupine the leaf area, optimal for the formation of high grain productivity was determined: 197 cm²/plant or 2,2 m²/m² with a lack of moisture; 325 cm²/plant or 3,6 m²/m² with sufficient moisture. Adaptation of lupine plants to dry conditions is to increase the proportion of roots in the plant's phytomass. In conditions of high moisture supply, close positive correlation relations were established between the grain yield and the above-ground mass; between grain productivity, dry matter yield and photosynthetic potential and the number of nodules. In conditions of sufficient moisture supply, a high-level relationship was established between the dry matter yield and leaf area and the photosynthetic potential. Under dry conditions, leaf area and photosynthetic potential negatively correlate with the number of nodules due to competition for plastic substances.*

Keywords: narrow-leaved lupine, meteorological conditions, productivity, adaptability, dry matter yield, grain yield.

УДК 633.367.1

ПОЛУЧЕНИЕ МУТАНТОВ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО С ИЗМЕНЕННЫМ АМИНОКИСЛОТНЫМ СОСТАВОМ БЕЛКА

Н.В. НОВИК, кандидат сельскохозяйственных наук

А.А. СТЕПАНЕНКО, младший научный сотрудник

Т.В. ЯГОВЕНКО, кандидат биологических наук

А.А. ЛЕБЕДЕВ, младший научный сотрудник

ФГБНУ ВНИИ ЛЮПИНА – ФИЛИАЛ ФНЦ «ВИК ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА»

Селекционное улучшение люпина желтого включает оптимизацию сбалансированности белка по аминокислотному составу. Для получения исходного материала использовался метод экспериментального мутагенеза. В качестве мутагенного фактора применялся препарат эсфон (этиленпродуцент на основе 2-хлорэтилфосфоновой кислоты). Результаты наблюдений в M_2 позволили рассматривать 2-ХЭФК как действенный мутаген на люпине желтом. Получены мутантные формы с повышенной толерантностью к антракнозу и вирусным болезням, превосходящие в 6-м поколении исходную форму по концентрации в семенах белка и незаменимых аминокислот. В стрессовых условиях 2016 года селекционные номера, полученные на основе мутантных форм, сохранили высокий уровень белковости семян – 41-46% против 38% у варианта. У селекционных номеров выявлено существенное превышение над исходной формой по каждой из анализируемых аминокислот. Так, по содержанию лизина селекционный номер I 0,5% 35.1 превысил контроль в 1,8 раза, а по содержанию гистидина – в 3 раза. По метионину селекционный номер I 0,2% 9.1 превышал контроль в 2,9 раза. По содержанию аргинина, лизина, треонина, серина, аланина и глицина эти селекционные номера превосходят все имеющиеся в коллекции ВИРа образцы люпина желтого.

Ключевые слова: люпин желтый, селекция, исходный материал, мутагенез, аминокислотный состав белка.

Семена люпина желтого представляют собой своеобразный белковый концентрат с высоким содержанием лизина, аргинина, глутаминовой и аспарагиновой кислот и суммы незаменимых аминокислот, но с большим дефицитом метионина, цистина и триптофана [1]. Поэтому одной из частных задач, стоящих перед селекционерами, является оптимизация сбалансированности белка по аминокислотному составу. Решение её осуществляется путем скрининга мирового генофонда с последующим вовлечением выделенных генетических источников в скрещивания, а также методом экспериментального мутагенеза. Достоинством последнего является то, что при его использовании возможно выделение гомозиготных константных форм уже во втором (M_2) или в третьем поколении (M_3), в то время как при гибридизации процесс выделения таких форм более длительный [2].

Метод индуцированного мутагенеза особенно эффективен в селекции зернобобовых культур на скороспелость, улучшенный химический состав, устойчивость к болезням, а также для усиления изменчивости количественных признаков в популяциях растений [3, 4]. Известно, что мутационные изменения признаков и свойств, имеющих хозяйственно ценное значение, явление относительно редкое, что объясняется очень высокой степенью надежности генома высших растений [5, 6]. Поэтому от объективной оценки мутационных популяций первого мутантного поколения (M_1) зависит эффективность дальнейшей работы со вторым и последующими мутантными поколениями ($M_2 \dots M_n$).

Большая часть экспериментально полученных мутантов относится к видимым или резким макромутантам. На практике используют классификацию мутаций по морфологическим признакам листа, цветка, боба, семени, всего растения и по

физиологическим признакам. Такого рода мутанты люпина желтого мы получаем большей частью при использовании физических мутагенных факторов, а именно – гамма-облучения [7]. Долгое время в исследованиях по индуцированному мутагенезу преобладало выделение и непосредственное использование макромутантов, однако предполагаемая возможность изменения отдельных отрицательных признаков у сортов без изменения других ценных признаков при работе с макромутантами не подтвердилась. Для большинства индуцированных макромутантов свойственны множественные изменения. Из видимых или резких мутантов лишь единичные по комплексу хозяйственно ценных признаков могут служить для выведения сортов, отвечающих требованиям производства, остальные представляют интерес как исходный материал для дальнейшей селекционной работы методами гибридизации и отбора [2].

Что касается микромутаций, то они имеют большое селекционное значение, поскольку, как правило, отражаются на признаках, важных в хозяйственном отношении. Этот вид мутаций в очень незначительной степени затрагивает различные признаки организмов. Морфологические и физиологические микромутации легко обнаруживаются лишь при линейном размножении материала в M_3 и M_4 . Однако, именно микромутации чаще затрагивают контролируемые полигенно количественные признаки. При этом величина фиксируемого в год отбора отклонения в выражении данного количественного признака при микромутациях не выходит за пределы модификационной изменчивости этого признака у исходной формы. Наследственный характер отклонения (т.е. наличие микромутации) устанавливается проверкой в ряду последовательных поколений [8].

В нашем случае при работе с химическим мутагеном 2-хлорэтилфосфоновой кислотой были выделены микромутации в M_3 , достоверность наличия которых подтвердилась в последующих поколениях. В шестом поколении (M_6), в экстремальных условиях для желтого люпина, у мутантов была обнаружена большая стрессоустойчивость, а также повышенное содержание отдельных незаменимых аминокислот в белке семян по отношению к исходной форме.

Материалы и методы исследований

С 2011 г. нами начаты исследования по выявлению возможного мутагенного эффекта эсфона (2-ХЭФК) на люпине желтом. Мутагенное действие 2-ХЭФК было обнаружено в Кировском сельскохозяйственном институте Г.П. Дуниным и О.С. Кривошеиной. Ими получен ряд наследуемых мутаций на сорте ячменя белорусской селекции Зазерский 85. В 1997 г. это изобретение было защищено патентом РФ [9].

В качестве исходной формы был выбран сорт Новозыбковский 100, соавторами которого мы являемся.

На основании результатов лабораторного эксперимента для полевых испытаний были выбраны 3 концентрации эсфона – 0,2; 0,5; 1,0% растворы и 16-ти часовая экспозиция. Этот вариант в названии мутантных форм и селекционных номеров отмечен как I. Предварительно выдержанные в растворах эсфона семена вручную высевались в поле на однорядковых делянках площадью 1 м^2 в 20 кратной повторности. В каждом рядке размещалось по 50 семян (500000/га). Учеты в питомниках мутагенеза велись в соответствии с Методическими рекомендациями по использованию метода индуцированного мутагенеза в селекции зернобобовых культур [2]. Во время уборки подсчитывалось количество продуктивных растений, при камеральной оценке определялись выживаемость и сохранность, а также структура семенной продуктивности (количество бобов, семян в соцветии и бобе, их масса в соцветии и масса 1000 штук). Статистическая обработка данных выполнялась методом дисперсионного анализа по Доспехову [10].

Второй вариант опыта включал опрыскивание растений 0,2% и 0,5% растворами эсфона в начале фазы бутонизации (соответствует гаметогенезу). В названии мутантных форм и селекционных номеров отмечен как II.

Начиная с M_2 в каждом из вариантов индивидуально отбирались отклоняющиеся, в основном по признакам продуктивности, растения. В результате из них были получены

селекционные номера. Каждый селекционный номер ежегодно разносторонне оценивался и размножался в системе селекционных питомников [11].

Почва опытных участков серая лесная легкосуглинистая, развивающаяся на лёссовидном карбонатном суглинке.

Метеорологические условия 2011-2016 гг. были довольно контрастными. Метеорологическая ситуация вегетационного периода 2016 года (год репродуцирования семян, подвергшихся качественному анализу белка) сложилась не самым благоприятным образом для люпина, так как отдельные фазы его развития проходили в экстремальных условиях. Так, во время фазы цветения отклонение от среднегодовой температуры воздуха составило +5,4°C, а осадков выпало всего лишь 15% от нормы. Цветение проходило при 30-ти градусных отметках дневных температур. Это послужило первой причиной снижения семенной продуктивности растений. Второй же причиной было массовое распространение вирусных болезней во всех селекционных питомниках.

Мониторинг алкалоидности селекционных номеров велся ежегодно в несколько этапов: метод оттиска черешков листьев на фильтровальной бумаге, пропитанной реактивом Драгендорфа в фазу бутонизации; метод определения алкалоидности семян окрашиванием их дерти в растворе Бухарда в двух концентрациях, позволяющих выделить без -, мало – и алкалоидные образцы; метод количественного определения алкалоидов по методике Ф.К. Терехова в модификации ВНИИ люпина [12].

Количественное содержание алкалоидов в семенах и зеленой массе и сырого протеина определено в лаборатории физиологии ВНИИ люпина, содержание аминокислот – в испытательной лаборатории Брянского ГАУ.

Результаты исследований

Замачивание семян в препарате эсфон отрицательно отразилось на полевой всхожести, её динамике (рис. 1), в целом на структуре посевов (рис. 2) и семенной продуктивности главного соцветия в M_1 (табл. 1) [13].

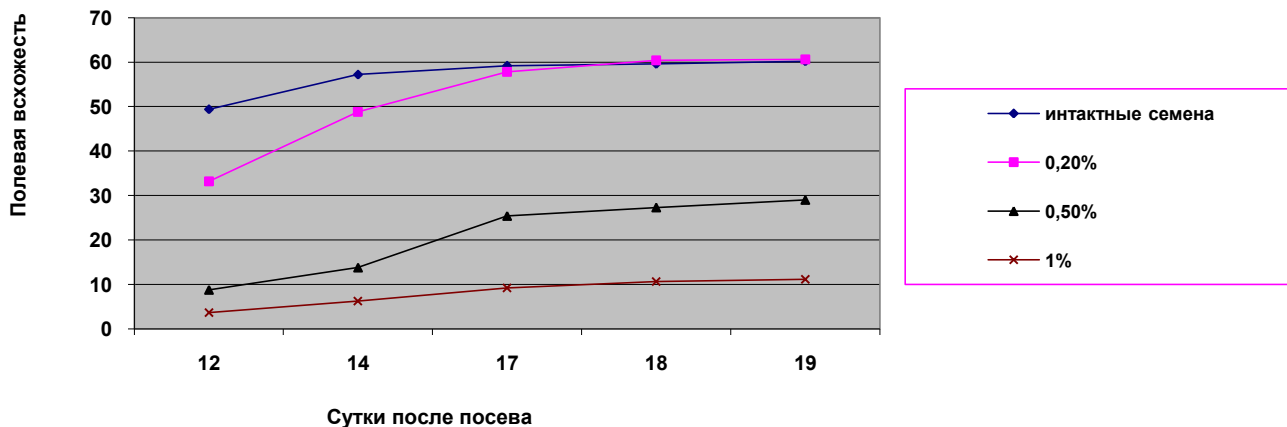


Рис. 1. Динамика полевой всхожести

Полевая всхожесть семян колебалась от 60,2 (контроль) до 11,2% (обработка 1% раствором). В зависимости от дозы обработки и из-за ливневых дождей, уплотнивших почву, всходы были запоздалыми и неровными. Так, только на 12-е сутки после посева в контрольном варианте появилось 82% всходов от полевой всхожести, а в варианте с обработкой семян 1% раствором эсфона – только 33%.

В течение вегетационного периода происходила элиминация растений как из-за поражения грибными и вирусными болезнями, так и в результате негативного воздействия этиленпродуцента эсфона. Поэтому стеблестой был изрежен, особенно в опытных вариантах, что наиболее чётко выражается в плотности посева перед уборкой, рассчитываемой как отношение количества сохранившихся растений к числу физически высеванных семян. С

каждым увеличением концентрации раствора этот показатель снижался от 48 (контрольный вариант) до 5,9% (замачивание семян в 1% растворе эсфона).

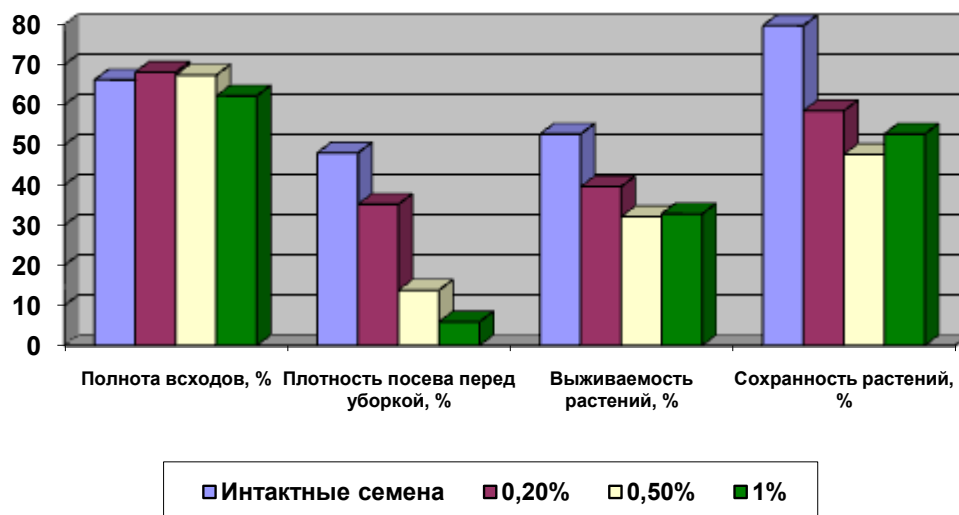


Рис. 2. Структура посевов

Обработка семян раствором эсфона минимальной концентрации (0,2%) в 1,7-1,8 раза по сравнению с контрольным вариантом обусловила снижение среднего количества бобов, семян, массы последних с одного главного соцветия (табл. 1). Расчётные показатели (осеменённость плода, масса 1000 семян) остались практически без изменений. Дальнейшее увеличение концентрации вызвало ещё более резкое снижение значений элементов семенной продуктивности за исключением массы 1000 семян. Замачивание семян в растворе эсфона максимальной концентрации (1%) обернулось снижением количества бобов главного соцветия в 4,4, семян – в 5,3 раза, их средней массы в 5,4 раза по сравнению с контрольным вариантом. Статистическая обработка выявила существенные различия в значениях количественных признаков.

Таблица 1

Влияние обработки растворами эсфона на семенную продуктивность растений М₁ люпина жёлтого Новозыбковский 100

Концентрация раствора эсфона, %	Среднее количество, шт.			Средняя масса семян, г	
	бобов в соцветии	семян в соцветии	семян в бобе	соцветия	1000 шт.
Дистиллированная вода	16,6	36,9	2,22	4,18	113,28
0,2	9,4	21,2	2,26	2,31	108,96
0,5	7,3	15,8	2,16	1,70	107,59
1,0	3,8	7,0	1,84	0,78	111,43
НСР ₀₅	3,4	9,1		0,88	

Всего с питомника было получено 953 семени.

В 2012 году в М₂ прослеживалось пролонгированное воздействие обработки семян эсфоном на морфологические признаки и резистентность к болезням растений люпина второго поколения (рис.3, 4).



Рис. 3. Измененный под действием эсфона морфотип растения



Рис. 4. Хлорофильная мутация

С увеличением концентрации препарата в M_2 возростала доля отклонений от исходной формы по окраске семядолей и стебля. По опушению последнего реакция была разнонаправленной. Было отмечено отсутствие поражения антракнозом на фоне естественного распространения болезни в вариантах с последствием эсфона в концентрациях 0,5 и 1,0%, а также значительное подавление вирусной инфекции. Последствие обработки семян эсфоном негативно отразилось на распределении долей элементов семенной продуктивности по отношению к исходной форме. С каждым увеличением доз уменьшалось относительное число семей с превышающим исходную форму средним количеством бобов, семян и их массы с растения [12]. Все растения, имеющие отклонения от исходной формы, убирались индивидуально.

Таким образом уже результаты наблюдений в M_2 позволили рассматривать 2-ХЭФК как возможный мутаген и для зернобобовых культур.

В 2013 году в третьем поколении по варианту опыта с семенами, обработанными 1% раствором эсфона, было проанализировано 5 семей, 0,5% раствором – 9 семей и 0,2% раствором – 5 семей. По варианту опыта с обработкой вегетирующих растений теми же растворами проанализировано 8 семей. Всего в M_3 изучалось 27 семей, а также 5 потомств продуктивных индивидуальных отборов. В качестве контроля (исходной формы) высевался сорт Новозыбковский 100. Всходы в питомнике M_3 появились в срок, полевая всхожесть была на уровне контроля. По варианту опыта с замачиванием семян в эсфоне обнаружены семьи, отклоняющиеся от исходной формы по морфологическим признакам и резистентности растений к антракнозу и вирусным болезням (табл. 2).

В вариантах 0,2 и 0,5% выделены по одной семье со светло-жёлтой окраской венчика, в варианте 1% отобрано 6 растений одной семьи с лимонным венчиком. Выделены семьи с разной интенсивностью окраски листа. Их количество, так же как и по окраске венчика, не зависело от варианта. Размеры среднего листочка 5-го листа в фазу стеблевания в большинстве случаев отличались от исходной формы. Уменьшение размеров чаще встречалось в вариантах 0,5 и 1%, а их увеличение – в вариантах 0,2 и 0,5%. Большинство семей в питомнике превосходили исходную форму по высоте стебля, которая составляла в среднем 70-75 см, и 8 семей на 2-4 см были ниже. Стебель исходной формы достигал в среднем 67 см.

Поражённость антракнозом в потомствах третьего поколения была в целом выше по сравнению с исходной формой и по сравнению с M_2 . В 16 из 19 семей доля поражённых растений превышала 18,7% в контроле.

Отклоняющиеся от исходной формы семьи люпина желтого Новозыбковский 100 в М₃

Признаки, свойства	Варианты		
	0,2 %	0,5 %	1,0 %
Окраска венчика	1	1	1
Окраска листа	2	3	2
Размеры среднего листочка:			
превышают исходную форму	3	3	1
равны исходной форме	1	0	1
меньше исходной формы	1	6	3
Высота стебля:			
превышает исходную форму	3	6	1
равна исходной форме	0	1	0
меньше исходной формы	2	2	4
Поражённость антракнозом:			
превышает исходную форму	5	7	4
ниже исходной формы	0	2	1
Поражённость вирусными болезнями:			
превышает исходную форму	0	1	0
равна исходной форме	0	1	1
ниже исходной формы	5	7	4

Семьи из вариантов 0,5 и 1%, не поражавшиеся антракнозом в 2012 году, в условиях 2013 года поражаются сильнее исходной формы. Однако у двух семей из варианта 0,5% и одной из варианта 1% доля поражённых растений была существенно ниже контроля – 7,3; 7,8; 9,6%. Подавление вирусной инфекции отмечалось во всех вариантах опыта, что повторило тенденцию 2012 года.

К уборке сохранились и были популяционно убраны лишь 12 семей. Выбракованы по причине гибели от антракноза 2 семьи из варианта 0,2% и 4 семьи из варианта 0,5%. По причине 100% поражения вирусами в варианте 0,5% выбракована ещё 1 семья. Только в варианте 1% сохранились и были убраны популяционно все изучавшиеся семьи. Проведён структурный анализ их семенной продуктивности по снопу из 25 растений (табл. 3).

Таблица 3

Семенная продуктивность семей из М₃, 2013 г.

№ п/п	Семья	Количество на главном соцветии, шт.			Масса семян, г	
		бобов	семян	семян в бобе	соцветия	1000 шт.
1	Новозыбковский 100 - К	8,1	27,6	3,4	3,06	110,6
2	М ₃ I 1% 46.1	13,8	49,4	3,6	6,20	124,6
3	М ₃ I 1% 46.2	6,6	19,4	2,9	2,51	126,8
4	М ₃ I 1% 46.3	10,4	22,8	2,2	3,22	138,1
5	М ₃ I 1% 47.2	9,2	28,4	3,1	3,31	116,1
6	М ₃ I 1% 47.3	6,1	21,9	3,6	2,24	99,3
7	М ₃ I 0,5% 35.1	7,9	25,3	3,2	2,76	109,1
8	М ₃ I 0,5% 35.2	7,3	18,8	2,6	1,90	100,8
9	М ₃ I 0,5% 37.1	7,3	23,6	3,2	2,50	103,4
10	М ₃ I 0,5% 39-41	7,9	18,1	2,3	2,41	131,0
11	М ₃ I 0,2% 4.1	7,1	16,2	2,3	1,92	118,8
12	М ₃ I 0,2% 9.1	7,5	16,4	2,2	2,00	120,5
13	М ₃ I 0,2% 11.1	6,7	16,0	2,4	2,13	130,8
	НСР ₀₅	2,6	6,8		0,72	

В целом по питомнику в большинстве семей растения сформировали бобов и семян на уровне исходной формы, но масса 1000 семян в 8-ми семьях была выше. Однако одна семья – М₃ I 1% 46.1 – из варианта обработки семян 1% раствором эфсона превзошла по всем элементам продуктивности контроль. По количеству бобов, семян и массе семян превышения составляли 170, 179 и 203% от контроля соответственно.

В третьем поколении было выполнено 14 индивидуальных отборов по признакам продуктивности, резистентности к болезням и морфологическим отклонениям, 10 из них прошли камеральную оценку и браковку.

В питомнике мутантов 4-го поколения продолжалось изучение семей и потомств индивидуальных отборов 2013 года. Тенденция низкой урожайности повторилась у всех семей и в 4-м поколении (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика семей из М₄, 2014 г.

№ п/п	Семья	Степень поражения антракнозом, %		Урожай семян с м ² , г	Масса 1000 семян, г	Сырой протеин в семенах, %
		стебель	бобы			
1	Новозыбковский 100 - К	41,8	46,6	175,9	104	40,16
2	М ₄ I 1% 46.1	30,0	19,6	126,7	111	40,37
3	М ₄ I 1% 46.2	25,0	26,5	84,7	110	-
4	М ₄ I 1% 46.3	63,3	26,7	78,9	114	-
5	М ₄ I 1% 47.2	43,3	24,7	78,5	113	41,78
6	М ₄ I 1% 47.3	35,0	19,4	94,2	106	-
7	М ₄ I 0,5% 35.1	36,7	20,7	132,4	108	41,64
8	М ₄ I 0,5% 35.2	56,7	22,5	78,2	109	-
9	М ₄ I 0,5% 37.1	38,3	19,7	68,4	110	43,01
10	М ₄ I 0,5% 39-41	28,3	26,0	134,3	111	41,04
11	М ₄ I 0,2% 4.1	51,7	23,3	88,5	112	-
12	М ₄ I 0,2% 9.1	41,7	17,7	112,6	118	41,78
13	М ₄ I 0,2% 41.1	31,7	19,0	105,3	98	-
14	М ₄ II 0,2 % 50.1	26,7	19,6	94,5	102	-
15	М ₄ II 0,2 % 53.1	46,7	28,4	80,3	110	-
16	М ₄ II 0,5 % 54,2	38,3	31,2	85,4	108	-
17	М ₄ II 51,2	28,3	24,8	97,4	113	-
	НСР ₀₅			28,6		

Параллельно эти же семьи испытывались на антракнозном инфекционном фоне, где 5 из них охарактеризованы как устойчивые и 8 – как среднеустойчивые к данному заболеванию (табл. 4). Две семьи с фона были убраны популяционно – I 0,5% 35.1 и II 0,2% 53.1. Все семьи показали низкую алкалоидность (0,04-0,05%) и хорошую белковость семян (от 40 до 42% белка). В 2014 году впервые была отмечена тенденция превышения мутантных форм над контрольным вариантом по содержанию белка в семенах. Превышение составляло от 1,5 до 2,8%. Максимальное содержание сырого протеина в семенах – 43,01 % наблюдалось в варианте I с 0,5% концентрацией эфсона -М₄ I 0,5% 37.1. Из питомника было индивидуально отобрано 174 растения с изменённым морфотипом и высокой продуктивностью.

На основании результатов 2014 года, а также, исходя из достаточного количества семян из выше названных мутантных форм были сформированы селекционные номера, которые высевались в 2015 году в селекционном питомнике 2-го года. Это был сеялочный посев (сеялка СКС-6-10) с размером учетной площади делянок 4 м². Эти же семьи испытывались на антракнозном инфекционном фоне, где селекционные номера II 0,5% 54.2; I 1% 46,1; I 0,5% 37,1; I 0,5% 35,1 повторили хорошие результаты испытаний прежнего года (табл. 5).

Степень устойчивости к антракнозу на инфекционном фоне у некоторых образцов люпина жёлтого в М₅, 2015 г.

№ п/п	Наименование образца	Степень поражения, %		Балл устойчивости *	Степень устойчивости *
		стебли	бобы		
1	Исходная форма	25,4	35,2	7/7	У/У
2	II 0,5 % 54,2**	15,0	46,3	8/5	ВУ/СУ
3	II 0,2 % 50,1**	25,0	31,6	7/7	У/У
4	II 0,2 % 50,2	26,7	24,8	7/8	У/ВУ
5	I 1 % 47,2**	16,7	26,7	7/7	У/У
6	I 1 % 46,1**	10,0	15,5	8/8	ВУ/ВУ
7	I 1 % 46,3	30,0	21,7	7/8	У/ВУ
8	I 0,5 % 37,1**	15,6	17,1	7/8	У/ВУ
9	I 0,5 % 35,1**	45,0	25,1	5/8	СУ/ВУ
10	I 0,5 % 35,2	26,7	18,1	7/8	У/ВУ

* – ВУ – высокоустойчивый, У – устойчивый, СУ – среднеустойчивый, В – восприимчивый.

– числитель – по стеблю; знаменатель – по бобам.

** – образцы, повторившие степень устойчивости за 2 года испытаний на АИФ

По уровню урожайности среди мутантных форм был выделен низкорослый мелкосемянный образец 12-М₂ I 1%, представляющий собой потомство отбора 2012 года, урожайность которого составила 2,1 ц/га и была на уровне Новозыбковского 100.

В 2016 году селекционные номера высевались в контрольном питомнике в 2-х и 3-х кратном повторениях в зависимости от наличия посевного материала. Как упоминалось выше (см. Методика), год выдался не самым благоприятным и по метеоусловиям, и в связи с эпифитотией вирусных болезней. Урожайность семян была низкой как у сортов, так и у селекционных номеров - на уровне 7,5-13 ц/га, а содержание сырого протеина в семенах снизилось среди сортов до 37%. Так, у сорта Новозыбковский 100 содержание сырого протеина в семенах по годам составляет от 40,2 до 46,4%, но в 2016 году этот показатель снизился рекордно – до 38,4%. Однако, в таких экстремальных условиях у селекционных номеров, полученных на основе мутантных форм, была выявлена стрессоустойчивость, которая проявилась в уровне содержания протеина в семенах по отношению к контролю (исходной форме), а также в несколько меньшем снижении урожайности (табл. 6).

Таблица 6

Содержание сырого протеина и отдельных аминокислот в семенах мутантов люпина желтого сорта Новозыбковский 100, % в сухом веществе

Аминокислоты	Контроль	с.н. I 0,2% 9.1	с.н. I 0,5% 39.1	с.н. I 0,5% 35.1
Сырой протеин	38,40	41,30	40,86	45,84
Аргинин	5,30	7,14	8,79	8,54
Лизин	1,81	3,11	3,08	3,25
Тирозин	0,95	1,28	1,38	1,71
Фенилаланин	1,26	1,96	1,98	2,15
Гистидин	0,52	1,47	1,42	1,58
Лейцин и изолейцин	4,39	6,23	7,06	6,87
Метионин	0,08	0,23	0,12	0,13
Валин	1,06	1,80	1,82	1,79
Пролин	1,52	2,02	2,07	2,31
Треонин	1,73	2,25	2,44	2,57
Серин	2,02	3,06	3,31	3,31
Аланин	1,26	1,85	2,19	2,27
Глицин	1,53	2,59	2,30	2,44
Сумма аминокислот	23,44	34,99	37,96	38,92

Так, содержание сырого протеина в семенах снизилось, по сравнению с 2015 годом, у сорта Новозыбковский 100 на 8 %, а у селекционных номеров от 2,9 до 3,6%. Урожайность у сорта Новозыбковский 100 по отношению к таковой в 2015 году снизилась на 62%, а у описываемых селекционных номеров – от 28 до 43%.

Накопленные научные сведения об изменчивости общего содержания белка и его составных частей указывают на необходимость оценки селекционного материала не только по содержанию белка, но и по его качеству. В противном случае отбор только по содержанию белка может привести к нежелательному и даже резкому ухудшению его питательных свойств. Улучшение его качества осуществимо, в том числе через увеличение содержания наиболее ценных незаменимых аминокислот. Семена вышеназванных селекционных номеров были проанализированы по аминокислотному составу (табл. 6). В результате выявлена закономерность существенного превышения у всех селекционных номеров по каждой из аминокислот над исходной формой. Так, по содержанию лизина селекционный номер I 0,5% 35.1 превысил контроль в 1,8 раза, а по содержанию гистидина – в 3 раза. По метионину селекционный номер I 0,2% 9.1 превышал контроль в 2,9 раза. Более того, по содержанию аргинина, лизина, треонина, серина, аланина и глицина эти селекционные номера превосходят все имеющиеся в коллекции ВИРа образцы люпина желтого [14].

Таким образом, многолетняя работа с люпином желтым по индуцированному мутагенезу с использованием эсфона в качестве мутагенного фактора привела к созданию селекционных номеров с улучшенным аминокислотным составом белка семян, стрессоустойчивых, более толерантных к антракнозу и вирусным болезням. Новый исходный материал послужит основой для создания сортов адаптивных, продуктивных, с улучшенным качеством продукции.

Литература

1. Бернацкая М.Л., Шошина З.В., Иванченкова Т.И. Аминокислотный состав суммарного белка семян люпина желтого и пути его улучшения // Ускорение научно-технического прогресса в агропромышленном комплексе Брянской области: тезисы докладов науч.-практ. конф. – Брянск, – 1992. – С. 136-138.
2. Дебелый Г.А., Бережной П.П. Методические рекомендации по использованию метода индуцированного мутагенеза в селекции зернобобовых культур. – М., ВАСХНИЛ, – 1983. – 19 с.
3. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ. Значение, селекция, использование, смешанные посевы. – Москва – Немчиновка, НИИСХ ЦРНЗ, – 2009. – С.204-216.
4. Селекция зернобобовых культур / Н.М. Чекалин, Н.И. Корсаков, М.Д. Варлахов, С.Н. Агаркова, А.А. Голубев, А.И. Кудрин, А.П. Лаханов; под ред. акад. А.В. Пухальского – М.: Колос, 1981. – С.60-81.
5. Митрофанов Ю.А., Олимпиаенко Г.С. Индуцированный мутационный процесс у эукариот. – М.: Наука, – 1980. – 264 с.
6. Сарапульцев Б.И., Гераськин С.А. Генетическая природа феномена устойчивости клетки // Радиобиология. – 1991. – Т. 31, В. 4. – С. 543-545.
7. Новик Н.В., Якуб И.А., Степаненко А.А., Лебедев А.А. Создание исходного материала для селекции люпина желтого методом индуцированного мутагенеза // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сб. докладов междунар. науч.-практ. конференции / Обнинск, – 2018. – С.94-97.
8. Г.В. Гуляев, В.В. Мальченко Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству и семеноведению – М.: Россельхозиздат, – 1975. – С. 97-103.
9. Патент РФ № 94015633 / 13, 20.10.1997.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.
11. Лихачев Б.С., Саввичева И.К., Новик Н.В. Схема единого селекционно-семеноводческого процесса на примере люпина жёлтого // Вестник РАСХН. - 2011. - № 5. – С.30-32.
12. Артюхов А.И., Яговенко Т.В., Афонина Е.В., Трошина Л.В. Количественное определение алкалоидов в люпине /Методические рекомендации – Брянск: Читай-город, – 2012. – 16 с.
13. Новик Н.В., Захарова М.И., Лебедев А.А. Действие эсфона на люпин желтый // Вестник БГСХА. -- 2013. – № 1. – С.34-37.
14. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 511. Люпин желтый (Характеристика образцов по аминокислотному составу суммарного белка семян). – Ленинград, – 1990. – 25 с.

DEVELOPMENT OF YELLOW LUPIN MUTANTS WITH CHANGED AMINO ACIDS' COMPOSITION OF PROTEIN

N.V. Novik, A.A. Stepanenko, T.V. Yagovenko, A.A. Lebedev

ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF LUPIN – BRANCH OF THE FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND AGROECOLOG

Abstract: *Breeding improvement of yellow lupin includes optimization of balanced protein on amino acid composition. Method of experimental mutagenesis was used to produce initial material. Esphone (ethylene-producer on the base of 2- chloroethylphosphonic acid) was used as mutagenic factor. Test results of M₂ allowed consider 2-ChEPhA as effective mutagen for yellow lupin. Mutant lines with increased resistance to anthracnose and virus diseases have been developed. In the F₆ they exceeded an initial line in protein and amino acid concentration in seeds. Under the extreme conditions 2016 breeding lines developed of mutant forms hold high protein level in seeds – 41-46% compared to the standard line (38%). The breeding lines have significant excess in each of the analyzed amino acid compared to the initial one. So SN I 0,5% 35,1 increased the standard on lysine content in 1,8 times and on histidine one – in 3 times. SN I 0,2% 9,1 increased the standard on methionine in 2,9 times. These breeding lines surpass all of the yellow lupin lines from VIR collection on the content of arginine, lysine, threonine, serine, alanine and glycine.*

Keywords: yellow lupin, breeding, initial material, mutagenesis, amino acids' composition, protein.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11072

УДК 635.655:631.5

ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ООО «ДУБОВИЦКОЕ» ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

***П.Н. МАТВЕЙЧУК**, аспирант, агроном

Н.Н. ЛЫСЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук

Е.Г. ПРУДНИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

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

*ООО «ДУБОВИЦКОЕ» ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

E-mail: lysenko_nik@mail.ru

В ООО «Дубовицкое» Орловской области в качестве основных средств эффективного управления ростовыми процессами растений сои с целью получения стабильного высокого и качественного урожая использовали систему, ключевыми моментами которой являлись: использование надежных сортов, адаптированных к местным условиям: Ланцетная, Свапа, Мезенка, Зуша. Дробное внесение фосфорных и калийных удобрений: осенью под основную обработку почвы и весной под культивацию. Азотные удобрения вносились весной. Инокулянт Ризоформ использовали совместно со стабилизатором-прилипателем Статик заблаговременно за 5-15 дней до посева. Одновременно применили биостимулятор Биостим Старт, который на ранних этапах развития сои стимулирует обменные процессы и защищает растения от стрессов. Некорневая подкормка комплексными микроудобрениями Ультрамаг Комби для бобовых, Ультрамаг Бор, Ультрамаг Молибден дает возможность сбалансировать минеральное питание. Биостимулятор Биостим Масличный восстанавливает продуктивность в постстрессовый период. Система защитных мероприятий включала, кроме агротехники, применение комплекса препаратов в основные

этапы развития сои: протравливание семян от болезней и вредителей; защита от однодольных и двудольных видов сорных растений на основе гербицидов профилактически (после предшественника и/или до всходов) или, предотвращая вредоносность – в чувствительные фазы развития сорняков и развития культуры (как правило, первые 30-40 дней после всходов). Инсектицидные и фунгицидные обработки во время вегетации дополнительно обеспечивали сохранение и высокое качество урожая. Используя системы минерального питания сои и защиты её от вредных организмов, максимальная урожайность зерна в хозяйстве «Дубовицкое» в 2017 году достигла 3,41 т/га, при средней урожайности 2,8 т/га.

Ключевые слова: соя, сорт, протравливание семян, инокуляция, фитосанитарная чистота посевов, стабильная урожайность.

Проблема производства растительного белка постоянно является актуальной как в мировом, так и в отечественном растениеводстве. От её решения зависит обеспеченность населения полноценными продуктами питания, а животноводства – высококачественными кормами. 2017 год стал рекордным по валовому урожаю зерновых (более 130 млн. т) и по рекордному сбору зернобобовых культур.

В России основными поставщиками растительного белка являются зерновые культуры, но за 10 лет в структуре его производства произошли значительные изменения, в частности, возросла доля зерна зернобобовых культур, включая сою, с 4,3 до 9,2%, то есть, более, чем вдвое.

Аналитические материалы показывают, что производство зернобобовых культур и сои в России стабильно увеличивается, начиная с 2001 года, но наиболее существенный рост наблюдается с 2011 года, когда посевная площадь зернобобовых культур ежегодно увеличивалась на 300 тыс. га, а сои – почти на 400 тыс. га. К 2016 году она составила по зернобобовым 1778 тыс. га, по сое – 2184 тыс. га. Линия тренда площадей посева в течение 2001-2016 гг. стабильно растёт, так, в 2016 году, впервые, площади посева сои превысили посевную площадь зернобобовых культур на 400 тыс. га. Ежегодный прирост посевной площади по линиям тренда составил у сои 125 тыс. га, у зернобобовых – 68 тыс. га в год, т.е. темпы роста площади посевов сои в два раза выше, чем зернобобовых культур.

За последние годы в России отмечается положительная динамика по валовому производству соевых бобов. Впервые более 1 млн. тонн зерна сои было получено в 2010 г., в 2017 г. намолочены рекордные 3,6 млн. тонн. Ежегодный прирост валового сбора, начиная с 2010 г., составляет в среднем 330 тыс. тонн. Эта тенденция может сохраниться за счет расширения площадей под культурой в европейской части России и постепенного роста урожайности на 5-10%. Следует отметить, что валовой сбор зернобобовых в большей мере зависит от урожайности и погодных условий [1, 2, 3, 4].

При заметном увеличении площадей, важное значение приобретают контроль и мониторинг всех требований к условиям и технологическим особенностям возделывания культуры, на основе которых осуществляется регулирование каждого из этапов роста и развития сои, с целью получения стабильного и качественного урожая зерна.

Основные элементы технологии возделывания сои в ООО «Дубовицкое»:

1. Выбор сорта (сортов), использование высококлассных семян и качественного выполнения всего комплекса сортовых агротехнологических операций.

2. Использование лучших предшественников – рано освобождающие поле – зерновые колосовые культуры и кукуруза на силос.

3. Обеспечение оптимальных условий для развития корневой системы сои, предотвращения распространения сорной растительности, болезней и вредителей за счет основной обработки тяжелых почв, является вспашка на глубину не менее 20 см или глубокое безотвальное рыхление. На легких почвах допускается поверхностная минимальная обработка. Допосевная (весенняя) обработка почвы обеспечивает условия для качественного посева и появления дружных всходов сои.

4.Соблюдение сроков посева: при устойчивом прогревании верхнего посевного слоя почвы до 14 °С во влажный слой почвы.

5. Качественный посевной материал, подготовка почвы и создание благоприятных условий для начального роста растений как один из определяющих факторов формирования агроценозами сои высокой продуктивности. Проведение предпосевного протравливания и инокуляции семян для полноценного обеспечения сои элементами питания, и прежде всего азотом.

6. Повышение эффективности корневого питания с фазы 1-2-х тройчатых листьев и бутонизации (V-2, V-6) за счет опрыскивания посевов биологически активными препаратами (совместно с гербицидами), для снятия послегербицидного стресса у сои, усиления метаболизма растений, улучшения образования клубеньков и активизации симбиотрофного азотного питания, а также для профилактики грибных и бактериальных болезней [5].

7. Повышение биологической и экономической эффективности средств и способов уничтожения сорных растений в посевах сои с учетом видового состава и численности сорняков на каждом поле. Для уменьшения общей засоренности и уничтожения многолетних двудольных сорняков – бодяк полевой, вьюнок полевой, осот полевой, в посевах предшественника (озимая пшеница), эффективно использование гербицидов Беназон, СП в норме расхода 0,6 кг/га, Примадонна, СЭ – 0,8 л/га, Гранат, ВДГ – 0,01 кг/га, Дротик, ККР – 0,7 л/га в фазу кушения весной. Против злаковых сорняков – препарата Овсюген Экспресс, КЭ 0,5 л/га, который действует не только против злаковых сорняков, но и двудольных [6].

Применение гербицида сплошного действия Шквал, 25% ВК в норме расхода 2-5 л/га по стерне предшественника как радикальный метод снижения засоренности.

Под предпосевную культивацию или до всходов культуры внесение почвенных гербицидов с немедленной заделкой: Спрут Экстра, ВР 1,4-2,5 л/га – против однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков, а также от посева до всходов Зотран, ККР 0,6-1,2 л/га. После всходов культуры против однолетних и многолетних злаковых и однолетних двудольных в фазе всходов-2-х тройчатых листьев культуры применяют гербициды: Гермес МД 0,7-1 л/га, Концепт, МД 0,6-1,0 л/га; против двудольных однолетних сорняков - Базагран, 48% ВР. Начиная с фазы 1-го настоящего листа культуры в ранние фазы роста сорняков применяют Форвард, МКЭ 0,9-1,2 л/га, Фурекс, КЭ 0,6-0,9 л/га, Хилер, МКЭ 1-1,5 л/га, Пантера 4% КЭ или Багира 0,75-1,5 л/га; против однолетних и многолетних злаковых сорняков – Цензор 1-1,5 л/га, Хилер 1-1,5 л/га.

8.Ранняя и точная диагностика вредителей и своевременное проведение защитных мероприятий основано на среднесезонных данных учёта (табл.1).

Таблица 1

**Заселение вредителями посевов сои в условиях Орловской области
(среднесезонные учеты)**

Заселение вредителями посевов сои в условиях Орловской области												
Вредитель	май			июнь			июль			август		
	Долгоносики	+	+	+	+	+	+					
Тли		+	++	++	+	+	+					
Клопы	+	+	++	++	+	+	+	+	+	+		
Луговой мотылек			+	+++	+++	+			+	++	+++	
Листогрызущие совки			+	++	++	++	++	+	+	+		
Репейница					+	++	+++	++	++			
Паутинный клещ						+	+++	+++	++	++	++	+
Акациевая (бобовая) огневка									+	++	+++	++

+++ - период вредоносности по декадам месяца и ее интенсивность

Против проволочника, других почвообитающих вредителей и для защиты всходов семена протравливают препаратами на основе д.в. имидаклоприд из расчета 0,8-1 л/т. При вегетации при достижении ЭПВ любого из вредителей проводят инсектицидные обработки. Используют препараты на основе Диметоата 0,5-1 л/га или смесевой препарат на основе диметоата и бета-циперметрина (Кинфос, КЭ) 0,3-0,5 л/га, на основе Циперметрина 0,2-0,3 л/га.

Против паутинного клеща применяют Пропаргит 1,3 л/га или Фенпироксимат 0,5 л/га (специфические акарициды), а также Лямбда-цигалотрин 0,4 л/га или Малатион 0,8-1,3 л/га, которые действуют и против насекомых.

Повышение устойчивости сои к болезням достигается на основе использования здоровых семян, оптимальных сроков посева с заданной нормой высева, содержания посевов в чистоте, улучшения условий питания растений, использования биологических и химических фунгицидов.

Препарат Стернифаг на основе *Trichoderma harzianum*, штамм ВКМ F-4099D, СП (титр 10^{10} КОЕ/г) вносили из расчета 80 г/га путем опрыскивания почвы и растительных остатков после уборки предшествующей культуры. Расход рабочей жидкости – до 300 л/га, что имело значение в сдерживании аскохитоза, фузариозных корневых и стеблевых гнилей.

На основе имазалила+ металаксилла+ тебуконазола препарат Бенефис, МЭ (50+40+30 г/л) 0,6-0,8 л/т применяют против фузариозной корневой гнили, фузариозного увядания, аскохитоза, плесневения семян путем протравливания перед посевом или заблаговременно. Расход рабочей жидкости - до 10 л/т. На основе имазалила + тебуконазола препарат препарат Скарлет, МЭ (100 + 60 г/л) 0,4 л/т при расходе рабочей жидкости 5-6 л/т.

На основе дифеноконазола+флутриафола используют препарат Винтаж, МЭ (65+25 г/л) 0,6-0,8 л/га, в том числе с помощью авиации, против аскохитоза, антракноза, септориоза, фузариоза. Опрыскивание проводят в период вегетации: первое – при появлении единичных признаков одной из болезней; второе – при необходимости через 10-14 дней. Расход рабочей жидкости: наземное опрыскивание – 200-300 л/га, авиационное опрыскивание – 50-100 л/га

9. Сою убирают прямым способом зерновыми комбайнами, переоборудуя их жатки на низкий срез растений, чтобы исключить потери нижних бобов, а молотильные аппараты на пониженное число оборотов барабана, чтобы исключить дробление семян.

В случае сильной засоренности, либо при недружном созревании и повышенной влажности, проводятся сеникация и десикация, последнюю следует начинать при влажности зерна 25-30%. Обработку семенных участков проводят десикантами Спрут Экстра 1,3-1,8 л/га, Тонгара 1,5-2 л/га[7]. Для предотвращения растрескивания бобов применяют препарат Селфи 1,0 л/га

Известно, что существует два вида факторов, определяющих урожайность и его качество: нерегулируемые и регулируемые. К нерегулируемым или условно регулируемым относят «космические» факторы: количество ФАР, обеспеченность теплом, CO₂ и влагой, если соя выращивается без полива. К регулируемым в различной степени относятся «земные» факторы – сорт, обеспеченность элементами питания, структура посева, качество семян, фитосанитарное состояние (сорные растения, болезни, вредители), окультуренность почвы.

Соя – растение короткого дня и большинство сортов чувствительны к удлинению фотопериода. Обычно, удлинение светового дня приводит к замедлению темпов развития растений, сдвигу начала цветения на более поздний срок, сильному опадению цветков и удлинению общего периода вегетации. При этом может изменяться общая высота растений, длина междоузлий, число листьев, цветков и бобов и, как следствие, – продуктивность растений. Оптимальная продолжительность суточной освещенности каждого конкретного сорта обусловлена местом его создания, и именно поэтому большинство сортов сои адаптированы к очень узким поясам географических широт. Обычно на каждые 1-2° широты требуется новый сорт сои, более приспособленный к длине дня данной местности. По отношению к интенсивности освещения сою относят к исключительно светочувствительным

растениям. При снижении интенсивности освещения на 50% резко уменьшается число узлов, бобов и семян на растениях. Формирование бобов нижних ярусов происходит в основном за счет притока ассимилятов из верхнего яруса. Поэтому вредоносность сорной растительности на ранних стадиях развития сои значительно выше их вредоносности на поздних стадиях [8].

В Орловской области, начиная с мая, приход ФАР, среднесуточная температура и количество осадков в регионе неуклонно повышаются, достигая максимума в конце июня и в первых декадах июля, а затем снижаются в августе. При этом, сумма активных температур ($\geq 10^{\circ}\text{C}$), необходимая для реализации потенциальной продуктивности многих сельскохозяйственных культур, в том числе и сои, достигает необходимой величины (1262°C) для раннеспелых сортов – во II декаде июля, для среднеспелых (1465°C) – в III декаде июля, а для позднеспелых (1646°C) – в I декаде августа [9].

Второй фактор – обеспеченность теплом – один из важнейших, поскольку соя считается теплолюбивой культурой. Требовательность сои к теплу возрастает по фазам развития от прорастания до цветения, снижаясь в фазы налива бобов и созревания. При прорастании семян в оптимальных условиях ($20-22^{\circ}\text{C}$), полевая всхожесть, как правило, увеличивается. Наиболее требовательна соя к теплу во время цветения, для созревания семян достаточно и $14-16^{\circ}\text{C}$.

В соответствии с многолетними данными метеонаблюдений за последние 60 лет среднегодовая температура воздуха на территории Орловской области увеличилась почти на 2°C и составляет в настоящее время $7,0^{\circ}\text{C}$. Изменения среднегодовой температуры воздуха происходят, в основном, за счет потепления в зимне-весенние (январь-май) и осенне-зимние (октябрь – декабрь) месяцы. Во многом схожие тенденции отмечены и по увлажнению. Среднегодовая сумма осадков с 1950 по 2013 годы выросла на территории Орловской области в среднем на 144,9 мм и составляет в настоящее время 641,5 мм. Чаще всего осадки выпадают в осенне-зимний и в весенний (март-апрель) периоды, тогда как в мае, июне, июле и августе, напротив, отмечается выраженная аридизация метеоусловий, которая особенно усилилась в последние 10 лет. Такие изменения в климате дестабилизируют развитие растениеводства. За последние 50 лет валовой сбор и урожайность зерна в Орловской области увеличились почти в 3 раза, но их вариабельность при этом не только не уменьшилась, а еще более усилилась, в том числе и по причине частого проявления экстремальной погоды. Возможности стабильного производства яровых культур заметно ухудшаются, в силу участвовавших в последние годы весенне-летних засух [9].

Таким образом, неуправляемые факторы приобретают все большее значение и требуют компенсационного подхода за счет усиления влияния на них регулируемыми факторами: сорта с высоким потенциалом урожайности и качества (этот фактор реализуется относительно медленно), быстро и полностью реализуемыми факторами, связанными с обеспеченностью элементами питания, структурой посева, качеством семян и фитосанитарным состоянием посевов. Несомненно, что, кроме реализации технологического обеспечения возделывания культуры необходимо учитывать экономическую обоснованность ее производства.

В ООО «Дубовицкое» большое внимание уделено использованию местных сортов селекции Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур.

Ланцетная. Оригинаторы: ФГБНУ ВНИИЗБК и ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. Включен в Госреестр по Центральному (3) и Центрально-Черноземному (5) регионам с 2005 года. Получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции (F2) от скрещивания сортов Белгородская 48 x Грибская 12. Разновидность Молдавика цитрина, подвид Славянский. Раннеспелый. Масса 1000 семян средняя 118,6 г. Высота прикрепления нижнего боба 10,0-18,8 см. Сорт отличается скороспелостью, дружным созреванием семян, пригоден к уборке прямым комбайнированием, а также характеризуется нерастрескивающимися бобами.

Свапа. Получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции F2 от скрещивания линий Л-98-92 x Л-282-1-90. Разновидность *albo-sublutea glauca* Kors., подвид

manshurica Enk. Включён в Госреестр по Центрально-Чернозёмному (5) и Центральному (3) регионам с 2008 года. Раннеспелый. Растения детерминантного типа, высотой 75-105 см. Бобы не растрескиваются, семена не осыпаются. Содержание белка в семенах до 38,9%, жира – до 22,4%. Высота прикрепления нижнего боба 10,5-20,0 см.

Мезенка. Включён в Госреестр по Центрально-Чернозёмному (5) и Западно-Сибирскому регионам с 2016 г. Раннеспелый. Продолжительность вегетационного периода 107 суток. Масса 1000 семян – 142,1 г. Содержание белка в семенах – 36,4%, жира – 23,2%. Высота растений – 75,8 см. Высота прикрепления нижнего боба – 14,9 см. Достоинство сорта: дружное созревание, устойчив к болезням, – отзывчив на нитрагинизацию, пригоден к уборке прямым комбайнированием.

Зуша. Включён в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) региону с 2015 года. Среднеранний. Вегетационный период – 110 дней. Масса 1000 семян – 159,3 г. Содержание белка в семенах – 33,6%, жира – 24,4%. Высота растений – 67,3 см, высота прикрепления нижнего боба – 12,8 см

Мероприятия по достижению экономически оптимального производства сои в ООО «Дубовицкое» складываются из планирования реализации и подготовки к продаже полученного урожая, обеспечения высококлассным семенным материалом, соблюдении оптимальной технологии возделывания, обоснованного применения удобрений, средств защиты и регуляторов роста для обеспечения потенциальной урожайности и качества зерна.

Во время вегетации урожай формируется в результате комплексных физиологических закономерностей и процессов, на которые можно воздействовать посредством:

- обеспечения оптимального поступления питательных веществ в определенные фазы развития растений (внесение микро- и макроудобрений, регуляторов роста);
- исключения конкуренции со стороны сорняков; борьбы с вредителями;
- подавления развития грибных болезней;
- регулирования физиологических процессов в растении;
- предотвращения растрескивания бобов и потерь зерна при уборке.

При определении применения удобрений, выборе средств защиты растений и регуляторов роста учитывают целевое назначение и количество планируемого урожая; последствие предшественника (состояние почвы, содержание питательных элементов, запас инфекции и др.); наличие и степень повреждений (восприимчивость сорта, погодные условия, поражения вредными организмами); риск потерь при уборке (сеникация, десикация, сорт, погода); состояние используемой техники; баланс производственных затрат и потребности рынка.

Технология возделывания сои в ООО «Дубовицкое» в 2017 году и их экономическая составляющая представлены в таблице 2 [10].

Одним из главных факторов в технологии выращивания сои является своевременное обеспечение культуры сбалансированным минеральным питанием, поскольку потребность в элементах питания у нее высокая, особенно в азоте. На формирование 1 т семян соя использует 75-100 кг азота, до 30 кг фосфора и до 50 кг калия. Особенностью сои является неравномерное потребление элементов питания по мере накопления надземной массы. Наиболее интенсивное потребление отмечается в фазе формирования бобов и начала налива зерна. Критическими периодами являются фаза бутонизации и цветения (в потреблении азота), в первый месяц вегетации – фосфора, в фазу бобообразования и налива семян – калия. Поэтому в хозяйстве применяют дробное внесение фосфорных и калийных удобрений: осенью под основную обработку почвы и весной под культивацию. Азотные удобрения вносят весной. Соя может до 2/3 потребности в азоте удовлетворять за счет работы азотфиксирующей системы при правильном проведении предпосевной инокуляции семян. Так, инокулянт Ризоформ используют совместно со стабилизатором-прилипателем Статик заблаговременно за 5-15 дней до посева. Одновременное использование биостимулятора Биостим Старт позволяет на ранних этапах развития сои стимулировать обменные процессы и защитить растения от стрессов.

Сбалансировать минеральное питание позволяет некорневая подкормка комплексными микроудобрениями Ультрамаг Комби для бобовых, Ультрамаг Бор, Ультрамаг Молибден. Для восстановления продуктивности в постстрессовый период применяют биостимулятор Биостим Масличный.

Таблица 2

Технология возделывания сои в ООО «Дубовицкое» в 2017 году

Наименование	Норма расхода, л/га, л/т, кг/га	Цена 1 т, л, кг/руб.	Затраты на 1 га, руб.
Система минерального питания			
Основное удобрение			
Калий хлористый мелкогранулированный (60)	150	15800,0	2370,0
Предпосевная культивация			
Азофоска (16:16:16)	200	17700,0	3540,7
Итого			5910,0
Листовая подкормка микроудобрениями			
1-я подкормка (1...3 настоящих тройчатых листьев культуры)			
Интермаг Профи Стручковые и Бобовые	0,5	309,8	154,9
Ультрамаг Молибден	0,5	274,4	137,2
Ультрамаг Бор	0,5	188,8	94,4
2-я подкормка (бутонизация)			
Интермаг Профи Стручковые и Бобовые	0,5	309,8	154,9
Ультрамаг Молибден	0,5	274,4	137,2
Ультрамаг Бор	0,5	188,8	94,4
Биостим Масличный	0,5	462,6	231,3
Итого			1004,2
Система защиты от вредных организмов			
Протравливание семян			
Скарлет, МЭ (заблаговременно)	0,35	1,652,0	54,9
Гумат калия Суфлер (заблаговременно)	0,3	176,8	5,0
Биостим Старт (заблаговременно)	0,7	636,0	42,3
Ризоформ + Статик (прилипатель) в день посева	3,0+0,85	6795,5	645,6
Имидор Про, КС	1,2	1635,5	186,4
1-я обработка вегетирующих растений (1-й тройчатый лист)			
Гермес, МД	1,0		
Концепт, МД	1,0		
Гейзер, ККР	3,0		
2-я обработка вегетирующих растений (бутонизация)			
Кинфос, КЭ	0,4	891,3	356,5
Хилер МКЭ	1,0	838,4	838,4
Итого			4673,0
Всего затрат			11587,2
Общепроизводственные затраты (зарплата, семена, ГСМ, амортизация, общехозяйственные)			17711,9
Затраты на 1 га, всего			29 299,1
Планируемая себестоимость одной тонны			10726,0
Планируемая урожайность – 25 ц/га в зачетном весе			
Планируемый объем урожая 1730 тонн с площади 618 га			

Система защитных мероприятий включает, кроме агротехники, использование комплекса препаратов во все основные этапы развития сои: - протравливание семян от болезней и вредителей; защита от однодольных и двудольных видов сорняков на основе гербицидов профилактически (после предшественника и/или почвенный до всходов) или, предотвращая вредоносность – в чувствительные фазы развития сорняков и щадящие фазы развития культуры – как правило, первые 30-40 дней после всходов. Инсектицидные и фунгицидные обработки во время вегетации позволяют обеспечить сохранение и высокое качество урожая.

Используя представленные системы минерального питания и защиты сои от вредных организмов, максимальная урожайность зерна сои в ООО «Дубовицкое» в 2017 году достигла 34,1 ц/га, при средней урожайности 28,0 ц/га. При этом реальные экономические показатели были благоприятными для хозяйства (табл. 3).

Таблица 3

Экономические показатели технологии возделывания сои в ООО «Дубовицкое»

Экономические показатели	Значения показателей
Затраты на систему минерального питания, руб./га	5910
Затраты на листовую подкормку микроудобрениями, руб./га	1004
Затраты на систему защиты, руб./га	5400
Общепроизводственные затраты, руб./га	17712
Итого, затраты, руб./га	30026
Полученная урожайность, т/га	28
Себестоимость 1 т/руб.	10723
Цена реализации 1 т/руб.	30000
Прибыль, руб./га	53974
Рентабельность производства культуры,%	179,8

Результаты биохимического анализа, потребительских качеств семян сои показали, что содержание белка в зерне разных сортов сои составило у сорта Ланцетная от 32 до 34,9%, несколько ниже у сортов Мезенка, Свапа и Зуша – от 31,1 до 32,3%. Содержание жира было максимально у сорта Мезенка – 25,2% (таблица 4).

Таблица 4

Результаты биохимического анализа семян сои в ООО «Дубовицкое»

Сорт	Содержание протеина, %				Содержание жира, %			
	ср.	мин.	мак.	ст. откл.	ср.	мин.	макс.	ст. откл.
Ланцетная	33,5	32,0	34,9	0,99	24,3	23,7	24,8	0,40
Мезенка	31,1	31,0	31,2	0,10	25,1	25,0	25,2	0,06
Свапа	31,6	31,4	31,9	0,23	24,0	23,8	24,1	0,15
Зуша	31,8	31,6	32,3	0,26	21,0	20,9	21,3	0,16

Заключение

Таким образом, технология возделывания сои в производственных условиях ООО «Дубовицкое» Орловской области, включающая научное использование современных сортов, системы удобрений, регуляторов роста, защитных мероприятий, предотвращающих потери урожая от сорных растений, вредителей и болезней, гарантирует получение высокого и качественного урожая семян, обеспечивает максимальную экономическую эффективность.

Литература

1. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2017 году. Часть 1. 2018 г. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 30.08. 2018).
2. Зотиков В.И., Сидоренко В. С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской федерации //Зернобобовые и крупяные культуры. – № 2 (26). – 2018. – С. 4-10;

3. Зотиков В.И., Сидоренко В.С. Современные тенденции в производстве зерновых бобовых культур и сои.// Аграрный сектор (Республика Казахстан). – 2017. – № 1 (31). – С. 90-95.
4. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516/ (дата обращения: 30.03. 2018).
6. Как вырастить сою. Комплексная защита и питание. Щелково. АО «Щелково Агрохим. – 2018. – 53 с.
7. Щелково Агрохим. Каталог. Щелково. АО «Щелково Агрохим. – 2017. – 235 с.
8. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации в 2018 году. – М. МСХ РФ. – 2018. – 731 с.
9. Давыденко О.Г. Биологические особенности сои. web: www.soyacentr.ru
10. Амелин А.В., Петрова С.Н., Лысенко Н.Н. [и другие] Методические подходы к созданию устойчивого и эффективного растениеводства в условиях глобального изменения климата (на примере Орловской области). Орел. Издательство Орел ГАУ. – 2015. – 68 с.
11. Технология возделывания культур в ООО «Дубовицкое» в 2017 году. Соя. Материалы к VIII научно-практической конференции «Управление технологическими рисками при производстве основных сельскохозяйственных культур в ООО «Дубовицкое»». Щелково. АО «Щелково Агрохим» – 2017. – С. 32-33.

ADVANCED EXPERIENCE OF SOYBEAN CULTIVATION IN THE PRODUCTION CONDITIONS OF LLC «DUBOVITSKOE» OF THE OREL REGION

P.N. Matveichuk*, N.N. Lysenko, E.G. Prudnikova

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

*LLC «DUBOVITSKOE» OF THE OREL REGION

Abstract: *In the farm of LLC «Dubovitskoe» Orel region as the main means of effective management of the growth processes of soybean plants in order to obtain a stable high and qualitative harvest used system, the key points of which were: use of reliable varieties adapted to local conditions: Lancetnaya, Swapa, Mezenka, Zusha. Fractional application of phosphorus and potassium fertilizers: in the autumn under the basic processing of soil and in the spring under cultivation. Nitrogen fertilizers were introduced in the spring. Inokulant Riziform was used together with the of the stabilizer-adhesive Static in advance for 5-15 days before sowing. Simultaneously applied biostimulator Biostim Start, which one in the early stages of the development of soy takes exchange processes and protection plants from stress. Non-root fertilizing complex microfertilizers UltraMag Combi for legumes, Ultramag Borum, Ultramage Molybdenum provides an opportunity to balancing mineral nutrition. Biostimulator Biostim Maslichny restores productivity in the post-stress period. The system of protective measures included except for agrotechnics, use of complex of preparations in all basic stages of development of soy: seed treatment of seed from diseases and pests, protection from monocots and dicotyledonous weed plants on the basis of herbicides preventitically (after predecessor and/or to sprouts) or, preventing harminess-in sensitive phases of development of weeds and phases of development of culture (as a rule the first 30-40 days after shoots). Insecticide and fungicide treatment during vegetation period additionally ensured the preservation and high quality of the crop. Using the systems of mineral nutrition and protection of soybeans from harmful organisms, the maximum yield of soybean grain in farm «Dubovitskoe» in 2017 reached 3,41, t/ha, with an average yield of 2,8 t/ha.*

Keywords: Soy, adapted varieties, nutrient regime, seed treatment of seeds, inoculation, phytosanitary purity of crops, stable yields.

УДК 664.69

БЕЗОТХОДНАЯ ПЕРЕРАБОТКА СОИ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЕВОЙ ОКАРЫ В МАКАРОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Г.А. ОСИПОВА, Л.А. САМОФАЛОВА*, доктора технических наук
Н.А. БЕРЕЗИНА, Т.В. СЕРЕГИНА, кандидаты технических наук

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И.С. ТУРГЕНЕВА»

* ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Исследована окара из зерна районированного сорта сои Мезенка селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур». Изучено влияние режимов высушивания соевой окары на содержание в ней белка. Представлены результаты исследований влияния соевой окары на варочные свойства макаронных изделий, количество и качество сырой клейковины пшеничной муки, реологические показатели макаронного теста. Определено содержание белка и пищевых волокон в составе готовой продукции.

Ключевые слова: безотходные технологии, соевая окара, макаронное производство

Общемировой проблемой является дефицит продуктов, содержащих белки с полноценным аминокислотным составом, основным источником которых – пищевые ресурсы животного происхождения. Поиск альтернативных источников полноценного пищевого белка растительного происхождения, в первую очередь, обусловлен значительной эффективностью выделения и концентрации их протеинов. Однако качество белка растительного происхождения уступает животному белку по аминокислотному составу и усвояемости. Исключением являются только белки сои, аминокислотный состав которых очень близок к составу животного белка.

Усвояемость белков сои увеличивается после термической обработки до 86%-95%. В связи с этим соевые продукты имеют большие перспективы в питании населения мира [1]. Диетологи считают, что соя в XXI веке займёт ведущее место в рационе современного человека.

Соевое питание в России используется более двух столетий, в связи с чем данная культура занимает важнейшее место в системе продовольственной безопасности страны. В последние годы она стала приобретать статус производственной культуры и в новых нетрадиционных районах возделывания, что связано с созданием и внедрением в производство сортов со строгой агроэкологической адресностью.

Соевая окара представляет собой рассыпчатую влажную массу бледно-желтого цвета, напоминающую пшеничную кашу и является ценным низкокалорийным диетическим полуфабрикатом [2]. По химическому составу окара фактически является концентратом высококачественного соевого белка 4,0-5,5% и пищевой диетической клетчатки (3%), а также в ней содержится 4% ненасыщенного жира, макро-, микроэлементы, витамины и изофлавоны [2, 3, 4, 5].

Главной особенностью окары считается практически полное отсутствие вкуса и аромата продукта, вследствие чего она хорошо впитывает вкусоароматические свойства основных компонентов пищи и хорошо сочетается практически со всеми пищевыми продуктами [3].

Материалы и методика исследований

В качестве основного сырья использовали макаронную муку – крупку (г. Оренбург) по ГОСТ 31463-2012: массовая доля влаги – 11,0±0,1%; кислотность – 2,0 град.; массовая доля сырой клейковины – 28,6±0,2 %; массовая доля сухой клейковины – 11,84±0,2%; когезионная

способность сырой клейковины – 9,6 Н; качество сырой клейковины – 59,5 ед. пр. ИДК; водопоглотительная способность сырой клейковины – $142 \pm 0,1\%$; содержание каротиноидных пигментов – 0,037 мг; гранулометрический состав – 200-350 мкм.

Соевая окара из сорта сои Мезенка в замороженном виде поступала от опытного производства ФГБНУ ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. Высушивание окары осуществляли на электронной сушилке (модель VMD-2).

Исследование свойств сырой пшеничной клейковины, анализ свойств макаронного теста, качественных показателей макаронной продукции осуществляли по общепринятым методикам с использованием следующих технологических приборов: СЭШ-3М, Кварц-21М, «Структурометр СТ-1» (режимы 2 и 3). Когезионную способность сырой пшеничной клейковины определяли с помощью прибора «Структурометр СТ-1» (режим 3: начальное усилие – 0,5 Н; конечное усилие – 95 Н; продолжительность применения нагрузки – 300 секунд). Содержание каротиноидных пигментов – по ГОСТ 8756.22–80. Гранулометрический состав пшеничной муки – на лабораторном рассеве с частотой вращения 180-200 об./мин [6].

Исследования реологических свойств макаронного теста проводили на приборе структурометр СТ-1М (режим 4, методика 13). В качестве тела погружения использовали конус с углом при вершине 45° .

Исследования содержания белкового азота и сырой клетчатки проводили совместно с «Инновационным научно-исследовательским испытательным центром» ОрелГАУ.

Определения белкового азота – по ГОСТ 10846-91. Сущность метода заключается в минерализации органического вещества серной кислотой в присутствии катализатора с образованием сульфата аммония, разрушении его щелочью с выделением аммиака, отгонке аммиака водяным паром в раствор серной или борной кислоты с последующим титрованием (коэффициент пересчета на белок 6,25).

Определение содержания клетчатки – по ГОСТ 31675-2012. Сущность метода заключается в определении содержания сырой клетчатки с использованием полуавтоматических систем типа «Фибертек». Метод основан на последовательной обработке испытуемой пробы растворами кислоты и щелочи, озолении и количественном определении органического остатка весовым методом. Опыты и анализы проводились в трёхкратной повторности. Контрольный образец макаронных изделий изготавливали из макаронной муки крупки без добавления окары.

Цель данной работы состояла в исследовании возможности использования вторичного сырья переработки сои – окары в макаронном производстве для повышения пищевой и биологической ценности макаронных изделий.

Результаты исследований и их обсуждение

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи: высушивание окары при различных температурных режимах; определение содержания белка и пищевых волокон (клетчатки) в составе сырой и высушенной окары; определение рациональных дозировок окары в рецептуры макаронных изделий, путем исследования влияния на свойства сырой пшеничной клейковины, реологические показатели тестовых заготовок и варочные свойства готовых изделий; определение содержания белка и пищевых волокон (клетчатки) в составе готовой макаронной продукции и удовлетворения суточной потребности в данных пищевых веществах (расчетным путем).

Любые добавки или дополнительное сырье в макаронной отрасли перед пуском в производство либо смешиваются с мукой, либо растворяются в воде. В связи с тем, что соевую окару невозможно растворить в воде, её размораживали, а затем высушивали до влажности, соответствующей влажности пшеничной муки (не более 15,5%). Высушивание осуществляли в трех режимах, при температуре 40, 60 и 80°C. Продолжительность высушивания от 30 минут до 5,5 ч, с интервалом 30 минут (табл. 1).

Установлено, что увеличение температуры сушки на 20°C сокращает продолжительность этого процесса на 1 ч. Причем, скорость высушивания возрастает: если в варианте 1 за первый час высушивания влажность снижается на 2,6%, то в варианте 2 – на

3,3%, а в варианте 3 – на 4,9%. То же самое относится и ко второму часу. К третьему часу высушивания скорость снижения влажности выравнивается, однако первый вариант к этому времени достигает влажности 44,2%; второй – 32,8%, а третий ≈ 11,0%.

Таблица 1

Изменение влажности окары при высушивании

Продолжительность высушивания, мин.	Влажность соевой окары, % (m±1,5) при температуре высушивания, °С		
	40 (вариант 1)	60 (вариант 2)	80 (вариант 3)
0	64,00	68,00	69,60
30	62,00	65,00	66,67
60 (1 час)	59,45	61,70	61,70
90	56,58	56,70	53,24
120 (2 часа)	53,02	50,80	42,96
150	49,20	43,98	29,70
180 (3 часа)	44,17	32,80	10,99
210	38,80	23,60	
240 (4 часа)	33,08	10,70	
270	26,38		
300 (5 часов)	18,06		
330	11,68		

Следует отметить, что использование соевой окары (или пищевого соевого обогатителя) предполагалось именно как обогатителя, т.е. с целью увеличения содержания полноценного белка и пищевых волокон, источником которых, в первую очередь, она и является. В связи с этим, экспериментально определили, насколько температура высушивания повлияла на количество белка в составе уже высушенной окары (табл. 2).

Таблица 2

Содержание протеина в образцах соевой окары после высушивания

Варианты опыта	Общий азот, % (m±0,25)	Протеин, %
Контроль	1,16	7,22
1	1,11	6,93
2	1,10	6,86
3	1,12	6,97

В соответствии с информацией на упаковке, содержание белка в сырой окаре составляет 5,5 г на 100 г продукта. Однако известно, что компонентный состав соевой окары непостоянен [5]. По результатам наших исследований, количество белка в сырой окаре чуть больше – 7,22%, т.е. 7,22 г на 100 г продукта. По сравнению с контрольным образцом содержание белка во всех опытных образцах несколько ниже: на 0,29%; 0,36% и 0,25%, что фактически находится в пределах погрешности опыта. Однако следует отметить, что в самих опытных образцах количество белка незначительно отличается друг от друга, из чего следует, что предпочтительнее использовать высушивание соевой окары при температуре 80 °С, поскольку именно в этом случае максимально сокращается продолжительность этого процесса. Высушенная соевая окара с целью её дальнейшего использования при производстве макаронных изделий измельчалась до размера частиц, сопоставимого с размером частиц макаронной муки, и просеивалась.

Высушенные при разных температурах образцы окары смешивали с пшеничной макаронной мукой в количестве 8,5%; 10% и 11,5% к массе муки.

Замес теста осуществляли на лабораторной месильной машине У1-ЕТК. Влажность теста принимали 39%. Продолжительность замеса 45 минут. Формование полуфабрикатов макаронных изделий проводили с помощью лапшерезки фирмы Bekker. Сушку изделий

Таблица 3

Качественные показатели готовых макаронных изделий

Наименование показателя Варианты опыта	Влажность, % ($\pm 0,1$)	Время варки, мин	Сохранность формы, %	Коэффициент увеличения массы	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, % ($\pm 0,20$)
Контроль	11,0	9,1	100	1,70	3,67
Содержание в муке окары, высушенной при 40 °С, % к массе муки:					
8,5	10,4	8,5	100	2,20	3,60
10,0	11,0	9,0	100	2,20	3,50
11,5	11,0	9,0	100	2,23	3,20
Содержание в муке окары, высушенной при 60 °С, % к массе муки:					
8,5	10,0	8,0	100	1,91	3,98
10,0	9,5	9,0	100	2,13	3,35
11,5	10,0	8,4	100	1,80	3,08
Содержание в муке окары, высушенной при 80 °С, % к массе муки:					
8,5	10,2	8,3	100	1,85	3,55
10,0	10,0	8,6	100	1,80	3,38
11,5	10,0	8,3	100	2,10	3,25

Установлено, что время варки опытных образцов макаронных изделий практически не отличается от продолжительности варки контрольного образца. Повышение коэффициента увеличения массы у опытных образцов на 5,88%-31,20% объясняется, вероятно, составом введенной в рецептуру окары (наличием высокого содержания пищевых волокон (клетчатки), обладающих высокой водопоглощительной способностью).

Основной показатель варочных свойств – сухое вещество, перешедшее в варочную воду, для контрольного образца составляет всего 3,67%, т.е. полностью соответствует требованиям нормативного документа (не более 6%). Введение в рецептуру макаронных изделий окары незначительно снижает данный показатель: на 0,07%-0,59%, что, возможно, связано, с дополнительным переходом водо- и солерастворимых белков, входящих в состав окары и встроившихся в структуру клейковинной решетки, в варочную воду.

Таким образом, на основании данных исследований можно говорить о возможности применения окары при производстве макаронных изделий. Вывод о её рациональной дозировке можно будет сделать после изучения влияния соевой окары на свойства и количество сырой клейковины пшеничной муки и реологические показатели макаронного теста. Результаты исследования влияния соевой окары на свойства сырой клейковины макаронной муки представлены в таблице 4.

При введении в рецептуру макаронного теста соевой окары содержание сырой клейковины несколько снижается во всех опытных образцах, что связано со снижением количества макаронной муки и, соответственно, сырой клейковины в 100 г смеси. Однако обращает на себя внимание тот факт, что в образце с окарой, высушенной при 40 °С, доля сырой клейковины всё же выше, чем в других опытных образцах, что, скорее всего, связано с температурой высушивания соевой окары (возможная тепловая денатурация белков приводит к снижению или полной потере ими гидрофильных свойств, а также фактически выше, чем должно быть по теоретическим расчетам, что связано, вероятно, с тем, что, во-первых, белки соевой окары, преимущественно глобулины и альбумины, отличающиеся меньшей молекулярной массой, по сравнению с белками пшеничной муки, участвуют в

Таблица 4

Влияние соевой окары на свойства сырой клейковины макаронной муки

Варианты опыта	Количество сырой клейковины, % (±0,2)	Количество сухой клейковины, % (±0,15)	ИДК, ед. пр.	ВПС, %
Контроль	28,61	11,84	59,5	142
Содержание в муке окары, высушенной при 40 °С, %				
8,5	27,04	11,45	55	154
10,0	27,20	11,39	55	159
11,5	27,28	11,35	53	159
Содержание в муке окары, высушенной при 60 °С, %:				
8,5	27,02	11,40	59	147
10,0	27,12	11,33	55	152
11,5	27,28	11,28	50	175
Содержание в муке окары, высушенной при 80 °С, %:				
8,5	26,64	11,44	59	147
10,0	26,84	11,40	57	164
11,5	27,12	11,35	53	165

Во-вторых, вносимые в составе окары пищевые волокна, в частности пектиновые вещества (более 7%) и клетчатка, способны участвовать в образовании клейковинной матрицы, взаимодействуя с пшеничными белками, и при этом обладают высокой водопоглощательной способностью, тем самым, увеличивая количество отмываемой сырой клейковины [10]. При этом, количество сухой клейковины в опытных образцах ниже, чем в контрольном, на что повлияло снижение количества пшеничной муки в смеси, но при этом в составе сухой клейковины частично присутствуют белковые вещества соевой окары и её пищевые волокна, встроившиеся в белковую матрицу при отмывании сырой клейковины. Показатель ИДК опытных образцов сырой клейковины свидетельствует об её укреплении по сравнению с контрольным образцом (на 0,5-9,5 ед. пр.). В связи с присутствием в составе сырой клейковины пищевых волокон соевой окары в силу их взаимодействия с клейковинными белками водопоглощательная способность сырой клейковины повысилась на 5%-23%.

Установленные изменения упругих свойств сырой клейковины макаронной муки и наличие в составе соевой окары достаточно большого количества клетчатки (25,5% на 100 г сырой окары) непременно окажут влияние на реологические характеристики макаронного теста. С целью подтверждения этого проведены исследования по определению основной реологической характеристики макаронного теста – предельного напряжения сдвига (табл. 5).

Результаты проведенных исследований показали, что при введении в рецептуру макаронного теста соевой окары его реологические свойства повышаются (значение предельного напряжения сдвига увеличивается на 3,6%-35,7%), что объясняется и укреплением клейковины, и более высокой водопоглощательной способностью соевой окары. Причем, в образцах, высушенных при одинаковой температуре, данный показатель возрастает по мере возрастания дозировки окары.

Таким образом, по результатам проведенных исследований с учетом качества основного сырья максимально возможной дозировкой соевой окары является 11,5% к массе муки. Однако при большем содержании сырой клейковины в пшеничной муке (до 36%), дозировка окары может быть увеличена до 38% [10].

Влияние соевой окары на реологические свойства макаронного теста

Варианты опыта	Предельное напряжение сдвига, кПа
Контроль	118,86
Содержание в муке окары, высушенной при 40 °С, %:	
8,5	123,10
10,0	152,82
11,5	152,82
Содержание в муке окары, высушенной при 60 °С, %:	
8,5	140,08
10,0	144,33
11,5	161,31
Содержание в муке окары, высушенной при 80 °С, %:	
8,5	118,86
10,0	135,84
11,5	144,33

Введение соевой окары в рецептуру макаронных изделий изменит их химический состав, в частности содержание в них белка и клетчатки, тем самым изменит и пищевую ценность макаронной продукции. Содержание клетчатки в окаре, не подвергавшейся сушке, составило 25,5% (при влажности окары 64%). Расчетные данные с учетом содержания протеина и клетчатки в составе соевой окары представлены в таблице 6.

Таблица 6

Содержание белка и клетчатки в составе макаронных изделий

Варианты опыта	Содержание белка, %	Содержание клетчатки, %
Контроль	12,00	3,70
Содержание в муке окары, высушенной при 40 °С, %:		
8,5	11,56	8,20
10,0	11,48	8,96
11,5	11,41	9,67
Содержание в муке окары, высушенной при 60 °С, %:		
8,5	11,51	8,29
10,0	11,42	9,02
11,5	11,35	9,73
Содержание в муке окары, высушенной при 80 °С, %:		
8,5	11,56	8,27
10,0	11,49	9,01
11,5	11,41	9,71

При внесении соевой окары к массе муки часть сухих веществ муки заменяется сухими веществами окары. Поскольку содержание белка в составе макаронной муки выше, чем в окаре, суммарное его содержание в опытных образцах изделий становится ниже, чем в контроле. Однако, с учетом аминокислотного состава белков пшеничной и соевой муки, белок опытных образцов более полноценен, нежели белок контрольного образца [11].

По содержанию клетчатки макаронные изделия с окарой существенно превосходят контрольный образец: в 2,2-2,6 раза. Если учесть суточную потребность в пищевых волокнах (20 г), то, употребляя разработанные виды макаронных изделий, суточная потребность в этих

пищевых веществах удовлетворяется на 41,0%-48,7%, т.е. данные изделия могут быть отнесены к изделиям функциональным.

Заключение

Таким образом, побочный продукт переработки сои – соевая окара может служить полезной обогащающей добавкой при производстве макаронных изделий.

Исследования показали, что высушенная соевая окара оказывает определенное влияние на сырую пшеничную клейковину, несколько снижая её количество, но существенно укрепляя основной структурообразующий компонент макаронного теста. Как следствие, установлено и значительное повышение значения основной реологической характеристики макаронного теста – предельного напряжения сдвига. Все это оказало влияние на варочные свойства готовых макаронных изделий, снизив количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, что является крайне важным для потребителя.

Основная цель использования соевой окары в макаронном производстве, а именно повышение пищевой ценности изделий, достигнута. Несмотря на то, что содержание белка в опытных образцах незначительно ниже, чем в контрольном, учитывая аминокислотный состав белков соевой муки, белок опытных образцов более полноценен, чем белок контрольного образца. По содержанию клетчатки макаронные изделия с окарой существенно превосходят контрольный образец (в 2,2-2,6 раза) и могут считаться функциональным продуктом, т.к. суточная потребность в пищевых волокнах удовлетворяется более чем на 40%.

Литература

1. Соя // Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Соя>. Дата обращения 5.05.2018.
2. Садовой В.В., Самылина В. А. Соевая пищевая окара в композиционных рецептурах мясных изделий] // Изв. вузов. Пищевая технология, – 2005. – № 1. – С. 47-48.
3. Что такое окара и с чем ее едят? // Режим доступа: <http://shop.soyka.ru/article/chto-takoe-okara-i-s-chem-ee-edyat>. Дата обращения 25.04.2018.
4. Буянова И.В., Оразова А.М. Технологические аспекты резервирования пищевого соевого обогатителя. // Вестник МАХ: КемТИПП, – 2014. – № 4. – С. 10-14.
5. Буянова И. В., Зиновьева В. А. Компонентный состав, функционально-технологические свойства и пищевая ценность осадка соевого молока окары // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 2. – С. 62-64.
6. Магомедов Г.О., Лобосова Л.А., Олейникова А.Я. Химико-технологический контроль на предприятиях хлебопекарной, макаронной и кондитерской отрасли (теория и практика) // Учебное пособие. – Воронеж, – 2014. – 90 с.
7. Кузнецова А.А., Левочкина Л. В. Использование соевой окары для производства кулинарных изделий из малоценного рыбного сырья // Вестник ТГЭУ. – 2007. – № 3. – С. 68-72.
8. Общая характеристика белков // Режим доступа: <http://poznayka.org/s60256t1.html>. Дата обращения 7.05.2018.
9. Осипова Г. А. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки новых видов макаронных изделий повышенной пищевой ценности. Диссертация д-ра технических наук – Орел, – 2012. – 419 с.
10. Соевая клетчатка // Режим доступа: <http://shop.soyka.ru/article/soevaya-kletchatka>. Дата обращения 10.06.2017.
11. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения: монография / С.Я. Корячкина, Г.А. Осипова, Е.В. Хмелева и [др.]; под ред. С.Я. Корячкиной. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», – 2012. – 262 с.

WASTELESS PROCESSING OF SOY:

USE SOYA OKARA IN MACARONI MANUFACTURE

G.A. Osipova, L.A. Samofalova*, N.A. Berezina, T.V. Seregina

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

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

Abstract: *Okara from grain of zoned varieties of soybeans developed by selection at the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops was studied. The process of drying of soybean okara and the content of protein and cellulose in it have been studied. The results of research on the influence of soybean okara on the cooking properties of pasta, the quantity and quality of gluten of wheat flour, rheological indicators of dough are presented. The content of protein and cellulose in the finished product is determined.*

Keywords: non-waste technologies, soy okara, pasta production.

УДК 633.34:631.527:631.559 (477.5)

СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИИ СОИ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Л.Г. БЕЛЯВСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук
А.М. РЫБАЛЬЧЕНКО, ассистент кафедры селекции, семеноводства и генетики

ПОЛТАВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРАРНАЯ АКАДЕМИЯ, УКРАИНА
E-mail: stryzhak.am@gmail.com

В данной статье представлены результаты изучения 145 коллекционных образцов сои различного эколого-географического происхождения в условиях Левобережной Лесостепи Украины. Установлен полиморфизм коллекционных образцов сои по продолжительности вегетационного периода и межфазного периода «всходы-цветение». Результаты распределения образцов на группы спелости свидетельствуют, что среди исследуемых генотипов сои преобладали образцы скороспелой группы. Обнаружены также формы, которые сочетают в своем генотипе устойчивость к полеганию, растрескиванию бобов при созревании и имеют высокое прикрепление нижних бобов. Выделен ряд образцов, отличающихся комплексом хозяйственно ценных признаков, таких как продуктивность, масса 1000 семян, количество бобов, количество семян с растения. Данные образцы целесообразно использовать для дальнейшей селекционной работы и привлекать в селекционные программы по созданию высокопродуктивных сортов.

Ключевые слова: соя, образец, коллекция, скороспелость, продуктивность, масса 1000 семян, исходный материал.

Главная зерновая бобовая культура мирового земледелия соя культурная (*Glycine max* (L.) Merr.), является важным источником продовольственных, кормовых ресурсов и биологическим фиксатором азота атмосферы. Она мощно вошла в мировое земледелие, играет стратегическую роль в решении глобальной продовольственной проблемы [1]. Украина занимает восьмое место в мире и первое место в Европе по объемам производства сои и имеет большие перспективы его дальнейшего наращивания с наличием агроклиматических ресурсов, развитием селекции и семеноводства, освоением технологии выращивания [2].

Современные сорта сои представляют собой сортовые популяции, адаптированные к конкретным условиям выращивания и имеющие оптимальную структуру урожая [3]. Приоритетным направлением селекции культуры было и остается создание новых высокопродуктивных сортов. Продуктивность сои обусловлена взаимодействием комплекса факторов, из которых наибольшее значение имеют такие элементы структуры урожайности, как количество бобов, количество семян в бобе, масса семян с растения, масса 1000 семян. Высокая продуктивность – результат наиболее оптимального сочетания элементов ее структуры, поэтому при селекции на продуктивность следует обращать внимание именно на эти признаки [4, 5].

Повышение семенной продуктивности является основной задачей в большинстве селекционных программ, а этого можно достичь через улучшение отдельных элементов структуры урожая [6]. Одним из доступных методов оценки продуктивности растений в селекционном процессе является идентификация генотипов по количественным признакам [7]. Успех селекции зависит от правильного подбора исходного материала. Не все образцы мировой коллекции пригодны для непосредственного использования в селекции из-за низкой продуктивности, экологической неприспособленности, биологической несовместимости и других отрицательных свойств. Вовлечение такого исходного материала в селекционный

процесс значительно удлиняет его, что не соответствует современным требованиям [8]. Для эффективной селекционной работы исходный материал должен быть детально изученным, чтобы соответствовать заданным параметрам.

Цель исследований – комплексная оценка коллекционных образцов сои по основным хозяйственно ценным признакам, продолжительности вегетационного периода для использования в селекционном процессе разнообразного исходного материала.

Материалы и методика исследований

Материалом для проведения исследований послужили 145 коллекционных образцов, различающихся по биологическим, морфологическим и хозяйственным признакам. Происхождение коллекционных образцов – 14 стран: Украина, Россия, США, Канада, Китай, Япония, Польша, Франция, Чехия, Беларусь, Казахстан, Австрия, Молдова, Сербия. Наибольшую долю – 68% составляли образцы из Украины, России – 9%, США – 5%, Канады – 5%. Доля образцов из других стран – от 1% до 3%.

Полевые исследования проводились в 2013-2015 гг. на опытном поле Полтавской государственной аграрной академии, что по зональному расположению относится к Левобережной Лесостепи Украины. Почва опытного участка - чернозем оподзоленный на лессе, содержание гумуса в пахотном слое 0-20 см – 3,95-4,36%. Количество гидролизованного азота в пахотном слое составляет 5,96 мг, доступного для растений фосфора 9,5 мг, калия 14,2 мг на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора слабокислая: pH – 5,7-5,8.

Гидролитическая кислотность на глубине 0-20 см – 3,14 мг-экв/100 г почвы. Определение ГТК при анализе погодных условий вегетационного периода сои проводили по формуле, предложенной Г.Г. Селяниновым. Годы исследований характеризовались разным соотношением температурного режима и влагообеспеченности (рис. 1).

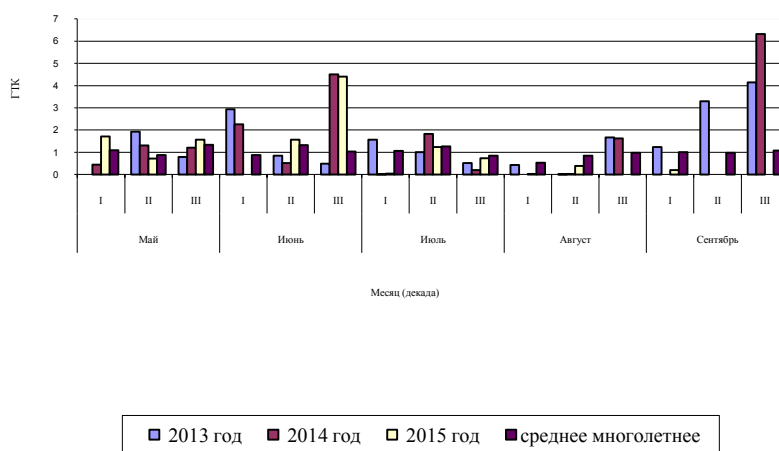


Рис. 1. Погодные условия вегетационного периода коллекционных образцов сои (2013-2015 гг.)

В июле, августе, сентябре 2015 погодные условия были чрезвычайно засушливыми (июль ГТК = 0,66; август – ГТК = 0,13; сентябрь – ГТК = 0,2). Только в мае (ГТК = 1,33) и июне (ГТК = 1,98) погодные условия характеризовались как оптимальные. Погодные условия 2014 года в мае (ГТК = 0,98), июле (ГТК = 0,67) и августе (ГТК = 0,54) характеризовались как достаточно засушливые. Условия в июне и сентябре по уровню ГТК характеризовались, как избыточно увлажненные (июнь – ГТК = 2,42; сентябрь – ГТК = 2,10). Отличие погодных условий 2013 заключалась в чрезмерном увлажнении в сентябре (ГТК = 2,89), остальные месяцы были более благоприятными для роста и развития растений (май – ГТК = 0,90; июнь – ГТК = 1,42; июль – ГТК = 1,03; август – ГТК = 0,70).

Предшественник – пшеница озимая. Агротехника - общепринятая для зоны Лесостепи Украины. Посев сои проводили ручными сажалками. Коллекционные образцы сои изучали

Продуктивность растений каждого образца определяли методом отбора проб и усреднением результатов. Проводили фенологические наблюдения с последующим распределением образцов по группам спелости.

Результаты исследований

Исследуемые образцы сои распределены на группы спелости по продолжительности вегетационного периода: ультраскороспелые (90-100 дней) 16 образцов или 11%; скороспелые (101-120 дней) составили 80 образцов (55% от общего количества); среднеспелые (121-140 дней) – 27 образцов или 19%; позднеспелые (141-160 дней) составили 22 образца или 15% от общего количества (рис. 2). Таким образом, результаты распределения образцов на группы спелости свидетельствуют, что среди исследуемых генотипов сои преобладали образцы скороспелой группы (55 шт.).

Позднеспелые сорта вызревают не во все годы и не могут обеспечить получение стабильного урожая. Скороспелые генотипы имеют важное значение, поскольку подходят для выращивания во всех регионах нашей страны.

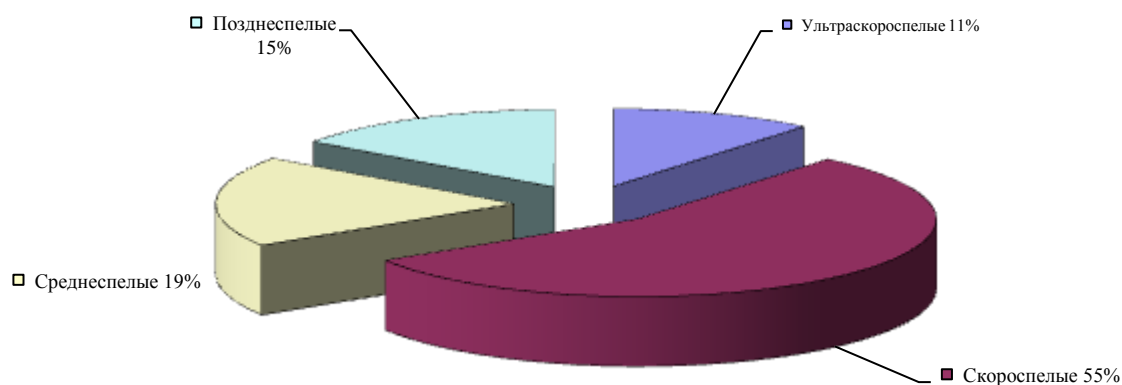


Рис. 2. Дифференциация образцов сои по группам спелости, среднее за 2013-2015 гг.

В ходе исследований определяли продолжительность периода «всходы-цветение» у сортов различных групп спелости. Данный показатель необходимо учитывать при подборе родительских пар для проведения гибридизации. Коллекционные образцы распределили на три группы по продолжительности периода «всходы-цветение» следующим образом: от очень короткого до короткого (30-40 дней) составляли 50% образцов, короткий (41-50 дней) – 30% и от короткого до среднего (51-60 дней) – 20% от общего количества образцов.

Следует заметить, что высокую селекционную ценность имеют генотипы, у которых короткий период «всходы-цветение». Высокопродуктивные сорта характеризуются ранним наступлением фазы цветения и увеличенным периодом цветения. При оценке продолжительности периода «всходы-цветение» наблюдали повышение данного признака по мере увеличения вегетационного периода образцов.

Пригодность к механизированной уборке сои определяют следующие признаки: высокое (> 15 см) расположение нижних бобов над уровнем почвы, устойчивость бобов к растрескиванию после созревания, устойчивость растений к полеганию [13]. Среди изученного коллекционного материала выделены образцы, которые сочетают в своем генотипе устойчивость к полеганию и растрескиванию бобов при созревании, с высотой прикрепления нижних бобов выше 15 см (табл. 1).

Масса 1000 семян является сортовым признаком и зависит от влияния погодных условий года. Изменчивость массы 1000 семян в ряде лет может характеризовать

биологическую пластичность сорта и адаптивность его к условиям определенного региона. Чем меньше меняется этот показатель, тем больше сорт подходит для данного региона.

Таблица 1

**Образцы сои с пригодностью к механизированной уборке
(высокое расположение нижних бобов, устойчивость бобов к растрескиванию,
устойчивость растений к полеганию), 2013-2015 гг.**

Номер Национального каталога	Название образца	Страна происхождения	Высота прикрепления нижнего боба, см	Полегание, балл	Растрескивание бобов, балл
UD0201987	Монада	UKR	15,8	7	7
UD0202424	Селекта 201	RUS	16,0	7	7
UD0202399	Селекта 101	RUS	16,1	7	7
UD0202653	Атланта	UKR	16,3	7	7
UD0202340	Васильковская	UKR	16,3	7	7
UD0200398	Л-101	MDA	16,5	7	7
UD0200694	Sacura	FRA	16,6	7	7
UD0202485	Мавка	UKR	16,6	7	7
UD0200345	Валюта	UKR	17,5	7	7
UD0202054	MN 0901	USA	18,1	7	7

Показатель массы 1000 семян в среднем за 2013-2015 гг. у коллекционных образцов находился в пределах 119,33-191,33 г. Минимальную массу 1000 семян с растения формировал сорт Сузирья (UKR), а максимальную – Hejiao 87-94-3 (CHN). Так, в среднем за три года в ультраскороспелой группе лучше сорта-стандарта Аннушки выделены ОАС Vision (167,33 г), LF-8 (155 г), Gaillard (162,33 г), Злата (150,00 г). В скороспелой группе такие сорта, как Алмаз (183,67 г), Устя (179,33 г), КиВин (184,67 г), Адамос (164,67 г), Вильшанка (165,00 г), Мрия (168 г), Юг-40 (165,67 г), Фортуна (168 г), Поэма (171,00 г), Хвьяля (173,00 г), Артемида (165,00 г) были лучше сорта-стандарта Васильковская. Лучше сорта-стандарта Черновецкая 8 в среднеспелой группе были Подолянка (178,33 г), Маша (176,67 г), Фарватер (176,33 г), Славия (176,00 г), Эльдорадо (179,33 г), Иванка (175,33 г).

Одной из главных составляющих структуры урожая, которая обуславливает продуктивность сорта, является масса семян с растения.

По продуктивности (массе семян с растения) образцы сои распределены на четыре группы: очень низкопродуктивные (< 76% к стандарту), низкопродуктивные (76-95% к стандарту), среднепродуктивные (96-115% к стандарту), высокопродуктивные (116-135% к стандарту). Особенную ценность для селекционной практики представляют образцы у которых высокая продуктивность. Для максимальной продуктивности необходимо оптимальное соотношение всех элементов структуры урожая.

Очень низкая продуктивность (меньше 76% к стандарту) выявлена у 24 образцов, их них 14 с Украины, по два из России, Франции, Канады и США и по одному из Японии и Чехии. Низкая продуктивность, которая была в пределах 76-95% к стандарту, отмечена у 66 образцов сои, из них 47 были из Украины, восемь из России, три из США, два из Канады и по одному образцу из Белоруссии, Австрии, Японии, Китая, Молдовы, Сербии.

Средней продуктивностью (96-115% к стандарту) характеризовались 42 образца сои, из которых 27 украинской селекции, пять из России, четыре – США, три – Канады, два – Сербии и один из Казахстана. Высокая продуктивность (116-135% к стандарту) выявлена у 13 образцов: 4 из Украины, три – Китая, два из Канады и по одному образцу из России, США, Белоруссии, Польши.

Выделены образцы с высокой семенной продуктивностью в ультраскороспелой группе: ОАС Vision (126,7% к стандарту) и LF-8 (116,9% к стандарту). В скороспелой – Алмаз

(132,3% к стандарту), КиВин (128,4% к стандарту), Хвыля (126,9% к стандарту). В среднеспелой – Фарватер (122,6% к стандарту), Эльдорадо (116,5% к стандарту).

В среднем за три года в ультраскороспелой группе лучшие коллекционные образцы формировали такую массу семян с растения – ОАС Vision – 24,20 г, LF-8 – 22,33 г, Gaillard – 18,27 г, Злата – 17,63 г. В скороспелой – Алмаз – 29,77 г, Устя – 24,50 г, КиВин – 28,90 г, Адамос – 25,20 г, Вильшанка – 23,03 г, Мрия – 24,63 г, Юг-40 – 23,60 г, Фортуна – 23,40 г, Поэма – 24,53 г, Хвыля – 28,57 г, Артемида – 22,37 г. В среднеспелой группе спелости – Подолянка – 27,83 г, Маша – 27,90 г, Фарватер – 30,33 г, Славия – 24,33 г, Эльдорадо – 28,83 г, Иванка – 25,87 г.

Количество семян является одним из определяющих факторов при формировании урожая сои. Среднее количество семян с растения в коллекционных сортообразцах сои колебалось: в 2013 году от 58,1 до 182,4 шт., в 2014 – от 68,5 до 175,6 шт., в 2015 – от 54,6 до 173,1 штук. В среднем за три года в ультраскороспелой группе коллекционные образцы формировали такое количество семян с растения – ОАС Vision – 127,30 шт., LF-8 – 115,00 шт., Gaillard – 111,80 шт., Злата – 104,63 шт. У стандартного сорта Аннушка число семян в среднем за три года исследований составило 120,93 шт. В скороспелой – Алмаз – 136,37 шт., Устя – 121,77 шт., КиВин – 177,03 шт., Адамос – 125,67 шт., Вильшанка – 118,87 шт., Мрия – 118,17 шт., Юг-40 – 111,70 шт., Фортуна – 119,03 шт., Поэма – 114,37 шт., Хвыля – 141,90 шт., Артемида – 111,73 шт. В среднеспелой группе спелости – Подолянка – 122,93 шт., Маша – 125,77 шт., Фарватер – 131,07 шт., Славия – 120,1 шт., Эльдорадо – 128,53 шт., Иванка – 119,67 шт.

Количество бобов на растении – важный элемент высокой продуктивности сои. Он определяется количеством продуктивных узлов, бобов в узле, а также условиями выращивания. Максимальное количество бобов в 2013 году в ультраскороспелой группе формировал образец ОАС Vision – 69,2 шт., а минимальное сорт Билявка – 27,8 шт.

В скороспелой группе максимальное значение количества бобов отмечено у сорта Хвыля – 90,4 шт., минимальное – у сорта Сузирья – 26,4 шт. В среднеспелой группе за количеством бобов на растении лучшим был сорт Подолянка, который формировал -77,8 шт., а худшим образец Sacuga – 37,3 шт. В 2014 году максимальное количество бобов на растении в ультраскороспелой группе сформировал образец LF-8 – 59,8 шт., а минимальное – сорт Билявка – 26,2 шт. В скороспелой группе максимальное значение показал – сорт Хвыля – 82,1 шт., минимальное – Сузирья – 28,6 шт. В среднеспелой группе спелости лучший результат показал образец Славия – 78,4 шт. Минимальное количество бобов на растении сформировал образец Sacuga – 39,5 шт.

В 2015 году максимальное значение количества бобов на растении в ультраскороспелой группе формировал образец Gaillard – 56,1 шт., минимальное – сорт Билявка – 23,4 шт. В скороспелой лучшим был сорт КиВин – 77,4 шт. В среднеспелой группе сорт Черновецкая-8 сформировал 74,2 шт. бобов на растении, а образец Sacuga – сформировал всего лишь 34,5 шт. бобов на растении.

В селекции на высокую урожайность большое значение имеет число семян в одном бобе. Число семян в бобе признак в значительной степени подверженный влиянию факторов внешней среды, так как изменчивость признака только на 45% связана с генетической природой сорта.

В среднем за 2013-2015 гг. были выделены лучшие образцы коллекции сои по таким ценным хозяйственным признакам, как количество бобов и семян на растении, продуктивность (массой семян с одного растения), масса 1000 семян (табл. 2).

По массе 1000 семян исследуемые образцы распределены на три группы. Это группа с низкой массой 1000 семян (71-130 г), средней (131-190 г) и высокой (191-250 г). Высокой массой 1000 семян характеризовался только 1 образец сои Hejiao 87-94-3 (CHN). Со средней массой 1000 семян выделили 136 образцов. Низкая масса 1000 семян отмечена у 8 образцов – Билявка (UKR), Юг-30 (UKR), Сузирья (UKR), Kari Kachi (JPN), Nattawa (CAN), Dunajka (CZE), Харьковская-80 (UKR), Sacuga (FRA).

Результаты анализа массы 1000 семян свидетельствуют о способности большего количества исследованных образцов формировать среднюю массу семян. В целом, при изучении коллекции сои, обнаружили, что не всегда при формировании большего количества семян на растении масса 1000 семян будет высокой.

Таблица 2

Характеристика источников высокой семенной продуктивности у сои, 2013-2015 гг.

Номер Национального каталога	Название образца	Страна происхождения	Вегетационный период, дней	Количество, шт.			Масса, г	
				бобов на растении	семян с растения	семян в 1 бобе	семян с растения	1000 семян
Ультраскороспелая группа (менее 90-100 дней)								
UD0201943	Аннушка-st	UKR	93,67	53,17	120,93	2,3	19,10	149,33
UD0201929	ОАС Vision	CAN	95,00	59,07	127,30	2,15	24,20	167,33
UD0202379	LF-8	POL	88,33	60,13	115,00	1,93	22,33	155,00
UD0202360	Gaillard	CAN	88,67	54,57	111,80	2,05	18,27	162,33
UD0202426	Злата	RUS	93,67	40,27	104,63	2,62	17,63	150,00
НСР0,5		-	-	12,7	9,15	-	1,89	17,56
Скороспелая группа (101-120 дней)								
UD0202340	Васильковская-st	UKR	113,67	56,03	114,93	2,06	22,50	163,33
UD0202309	Алмаз	UKR	104,00	75,13	136,37	1,81	29,77	183,67
UD0200773	Устя	UKR	103,67	71,40	121,77	1,71	24,50	179,33
UD0201952	КиВин	UKR	107,33	82,63	177,03	2,15	28,90	184,67
UD0202628	Адамос	UKR	106,33	74,13	125,67	1,7	25,20	164,67
UD0202562	Вильшанка	UKR	103,67	67,77	118,87	1,77	23,03	165,00
UD0201974	Мрия	UKR	110,00	68,77	118,17	1,72	24,63	168,00
UD0200203	Юг-40	UKR	114,33	67,70	111,70	1,65	23,60	165,67
UD0202308	Фортуна	UKR	107,67	66,20	119,03	1,81	23,40	168,00
UD0202304	Поэма	SCG	117,00	69,13	114,37	1,66	24,53	171,00
UD0202466	Хвыля	UKR	106,00	82,27	141,90	1,73	28,57	173,00
UD0200978	Артемида	UKR	109,67	57,97	111,73	1,96	22,37	165,00
НСР0,5		-	-	11,03	10,81	-	3,34	17,74
Среднеспелая группа (121-140 дней)								
UD0200285	Черновецкая-8-st	UKR	126,00	68,80	108,07	1,57	24,73	174,00
UD0200615	Подольянка	UKR	126,33	71,97	122,93	1,71	27,83	178,33
UD0201933	Маша	UKR	124,67	67,27	125,77	1,88	27,90	176,67
UD0202311	Фарватер	UKR	123,00	71,87	131,07	1,83	30,33	176,33
UD0202451	Славия	RUS	127,33	72,57	120,10	1,66	24,33	176,00
UD0202315	Эльдорадо	RUS	124,33	73,00	128,53	1,76	28,83	179,33
UD0200238	Иванка	UKR	128,33	71,00	119,67	1,69	25,87	175,33
НСР0,5		-	-	10,57	12,54	-	4,82	15,84

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что наибольшим разнообразием (80 генотипов) представлены коллекционные образцы сои скороспелой группы (101-120 дней). Скороспелые генотипы имеют значение, поскольку подходят для выращивания во всех регионах Украины.

По пригодности к комплексному механизированному выращиванию выделены образцы, устойчивые к полеганию и растрескиванию бобов, с высоким прикреплением нижних бобов над уровнем почвы - Монада, Селекта 101, Селекта 201, Атланта, Васильковская, Л-101, Sacuga, Мавка, Валюта, MN 0901.

По комплексу ценных хозяйственных признаков таких как масса 1000 семян, количество семян с растения, масса семян с растения выделены образцы ОАС Vision, LF-8,

Литература

1. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Стратегічна роль сої у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми // Корми і кормовиробництво, – 2011. – № 69. – С. 11-19.
2. Кириченко В.В., Рябуха С.С., Кобизева Л. Н., Посилаєва О.О., Чернищенко П.В. // Соя: монографія. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., – 2016. – 400 с.
3. Шафигуллин Д.Р., Романова Е.В., Гинс М.С., Пронина Е.П. Интенсивность вариации количественных признаков исходного материала сои // Вестник РУДН. Серия: агрономия и животноводство. – 2017. – Т. 12. № 3. – С. 217-225. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-3-217-225
4. Коханюк Н. В. Оцінка зразків сої на основі кореляції кількісних ознак та індексів // Селекція і насінництво. – 2014. – № 106. – С. 71-76.
5. Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Формування насінневої продуктивності у колекційних зразків сої в умовах Лісостепу України // Вісник ПДАА. – 2018. – № 3 (90). – С.87-94. DOI 10.31210/visnyk2018.03.12
6. Мякушко Ю.П. Генетика количественных и качественных признаков. // Соя (селекция, генетика и семеноводство сои). Колос. – М., – 1984. – С. 94-117.
7. Іванюк С. В., Темченко І. В. Математико-статистичні методи оцінки вихідного матеріалу сої за елементами продуктивності // Корми і кормовиробництво – Міжвідомчий тематичний науковий збірник – Вінниця, 2011. – Вип. 69. – С. 45-53.
8. Гуреева Е.В., Фомина Т.А. Оценка коллекционных образцов сои как исходного материала для селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1 (17). – С. 40-45.
9. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания / [М.А. Вишнякова, Т.В. Буравцева, С.В. Булынец и др.]; под ред. М.А. Вишняковой. – Санкт-Петербург. ВИР. – 2010. – 141 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. Агропромиздат, – 1985. – 351 с.
11. Методические указания по изучении коллекции зерновых и бобовых культур. Н. И. Корсаков, О.П. Адамова, В.И. Буданова и др. – Л.: ВИР, – 1975. – 59 с.
12. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max.* (L.) Merr. Кобизева Л. Н., Рябчун В.К., Безугла О.М. [та ін.]. УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., – 2004. – 37 с.
13. Кобизева Л.Н. Поліморфізм генофонду колекції сої за господарсько-цінними ознаками // Зб. наук. праць інституту цукрових буряків УААН. – 2004. - № 7. – С. 142-150.

SCREENING SOYA COLLECTION AS TO EARLY MATURING AND PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE LEFT BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

L.G. Bilyavskaya, A.M. Rybalchenko

POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY, UKRAINE

E-mail: stryzhak.am@gmail.com

Abstract: *The results of studying 145 collection soya samples of different ecological-geographic origin in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine were presented in the article. The polymorphism of collection soya samples as to the duration of vegetation period and inter-stage period of “sprouts-blossoming” was established. The results of distributing the samples into groups show that among the investigated genotypes of soya the samples of early maturing group prevailed. The forms, combining lodging resistance, pod splitting resistance at ripening, and having a high attachment of lower pods, were also found. Several samples characterized by the complex of economically valuable signs, such as productivity, the weight of 1000 seeds, number of pods, and number of seeds in one plant, were singled out. It is expedient to use the given samples for further selection work and attract them to the selection programs of creating highly productive varieties.*

Keywords: soya, sample, collection, early maturing, productivity, weight of 1000 seeds, initial material.

УДК 638.14.03

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ

М.М. ДОНСКОЙ, М.В. ДОНСКАЯ, С.В. БОБКОВ,

кандидаты сельскохозяйственных наук

Т.Н. СЕЛИХОВА, кандидат биологических наук

В.П. НАУМКИН*, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

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

В статье представлены результаты изучения биохимического состава семян коллекционных сортообразцов чины посевной из различных эколого-географических групп. Показано, что содержание белка в семенах сортообразцов при возделывании в условиях Орловской области варьировало от 27,42 до 33,14%. Проведено изучение компонентного состава электрофоретических спектров белков семян чины посевной различных эколого-географических групп. Полиморфизм белковых компонентов выявлен в 16 позициях электрофоретических спектров. Для идентификации образцов чины предложено использовать в качестве маркеров специфические комбинации интенсивных (3) компонентов, позволяющие с высокой степенью надежности проводить идентификацию генотипов чины посевной. Установлено, что белок чины посевной богат лизином (до 6,7%), лейцином (до 6,7%), аргинином (до 7,6%), аспарагиновой кислотой (до 12,9%), глутаминовой кислотой (до 17,8%) и содержит 1,4% метионина, 1,7% триптофана, 0,8% цистеина.

Ключевые слова: чина посевная, коллекция, содержание белка, семена, SDS-PAGE электрофорез, аминокислотный состав.

Чина посевная, как и другие зерновые бобовые культуры, является важным источником белка, который необходим как для роста, так и для поддержания жизни [1,2].

В зависимости от сорта содержание белка в зерне у разных сортов может варьировать от 25 до 32%. Белки чины являются биологически полноценными. По содержанию незаменимых аминокислот (лизина, триптофана, метионина) они стоят близко к белкам гороха, вики, люпина, фасоли и нута или даже превосходят их [3-7].

Важным признаком, характеризующим питательные достоинства корма, является растворимость главных питательных веществ, и особенно белков. Чем полнее извлекаются в раствор эти вещества, тем доступнее становятся они для организма. В этом отношении белки семян чины очень ценны. Большая их часть принадлежит к альбуминам и глобулинам [8-12].

Электрофорез белков семян является мощным инструментом исследования компонентного состава белков семян и используется для идентификации генотипов зернобобовых культур [13]. Этот метод перспективен для изучения генетического разнообразия чины посевной.

Цель наших исследований состояла в изучении биохимического состава семян коллекционных сортообразцов чины посевной различных эколого-географических групп.

Материал и методы исследований

Экспериментальная работа проводилась полевыми методами на опытном поле лаборатории генетики и биотехнологии и лабораторными методами – в лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ ВНИИЗБК в 2009-2012 гг.

Материалом для исследований являлись семена 46 сортообразцов чины посевной (*Lathyrus sativus* L.) из средневропейской, средиземноморской, иранской, анатолийской,

индийской и абиссинской эколого-географических групп, а также сортообразцов из Канады и Австралии, полученных из мировой коллекции растительных ресурсов ВИР им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург) (рис. 1).

Посев опытных делянок проводили в четырехкратной повторности с площадью питания одного растения 10×45 см в оптимальные сроки: в 2009 г., 2011 г. и 2012 г. - 1 мая, в 2010 г. - 4 мая. Метод размещения опытных делянок систематический. Учетная площадь делянки 2 м^2 . Агротехника общепринятая для зоны исследований. Химические средства защиты растений не применяли. Уборку проводили вручную по мере созревания бобов.



Рис. 1. Семена коллекционных сортообразцов чины посевной

Оценка содержания белка в зерне выполнена в лаборатории физиологии и биохимии растений по методу Кьельдаля с использованием автоматической системы определения содержания белка UDK-152 и дигестора DK-6 (Velp Scientifica, Италия). Для анализа компонентного состава белков семян у сортообразцов чины посевной использовали метод SDS-PAGE электрофореза (Конарев, 2000) и камеру для вертикального электрофореза белков VE-4 фирмы (Хеликон, Россия). Белки экстрагировали из муки индивидуальных семян в течении 20 часов при температуре $3-4^{\circ}\text{C}$ с помощью электродного буфера (ТРИС, глицин, додецилсульфат натрия), $\text{pH}=8,3$. После центрифугирования 10 мкл экстракта переносили в ячейку планшетки для смешивания с равным объемом буфера нанесения (ТРИС-НСl, глицерин, β -меркаптоэтанол, додецилсульфат натрия, бромфеноловый синий). Концентрация разделяющего геля – 12,5%, концентрирующего – 5%.

Анализ относительной подвижности компонентов проводили по реперным компонентам спектра сои сорта Ланцетная (Конарев, 2000). Интенсивность окрашивания компонентов спектра оценивали как: 1 – слабую, 2 – интенсивную, 3 – очень интенсивную.

Аминокислотный анализ выполняли на автоматическом аминокислотном анализаторе Hitachi 835.

Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерных программ STATISTICA v. 6.0 (StatSoft, Inc.) и Microsoft Office Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

В наших исследованиях содержание белка в семенах сортообразцов чины посевной различных эколого-географических групп, в среднем за три года, изменялось от 28,40% (индийская эколого-географическая группа) до 31,84% (абиссинская группа) (табл. 1) и зависело как от генотипических особенностей сортообразца, так и от погодных условий.

В 2009 году содержание белка варьировало от 27,16% (индийская группа) до 31,12% (абиссинская группа); в 2010 году – от 30,63% (средиземноморская группа) до 33,53% (абиссинская группа); в 2011 году – от 26,70% (индийская группа) до 30,88% (абиссинская группа).

Таблица 1

Содержание белка в семенах сортообразцов чины посевной различных эколого-географических групп, 2009...2011 гг., %

Эколого-географическая группа	2009 г.	2010 г.	2011 г.	В среднем за три года
Среднеевропейская	28,90	30,76	28,45	29,37
Средиземноморская	28,72	30,63	28,62	29,32
Иранская	29,83	31,81	29,98	30,54
Анатолийская	28,96	32,05	29,49	30,17
Индийская	27,16	31,35	26,70	28,40
Абиссинская	31,12	33,53	30,88	31,84
НСР ₀₅	0,348	0,259	0,371	

В пределах средневропейской группы наименьшее содержание белка в семенах в среднем за три года изучения (27,42%), отмечено у сортообразца к-1771 (Венгрия), наибольшее (32,27%) у сортообразца к-1218 (Украина). В 2009 году значение этого показателя составило от 26,87% (к-1210, Татария) до 32,00% (к-1218, Украина); в 2010 году – от 28,69% (к-1771, Венгрия) до 33,00% (к-1218, Украина); в 2011 году – от 26,04% (к-1771, Венгрия) до 31,80% (к-1218, Украина).

У сортообразцов из средиземноморской эколого-географической группы содержание белка в среднем за 2009...2011 гг. составило от 28,22% (к-775, Испания) до 30,69% (к-781, Испания). В 2009 году значение этого показателя у сортообразцов чины посевной колебалось от 26,95% (к-775, Испания) до 30,43% (к-781, Испания); в 2010 году – от 29,78% (к-773, Испания) до 31,93% (к-781, Испания); в 2011 году – от 28,11% (к-773, Испания) до 29,71% (к-781, Испания).

У сортообразцов из иранской эколого-географической группы содержание белка в среднем за 3 года изучения колебалось от 29,27% (к-863, Афганистан) до 33,14% (к-1939, Таджикистан). В 2009 году содержание белка изменялось от 28,10% (к-875, Памир) до 33,15% (к-1939, Таджикистан); в 2010 году содержание белка у сортообразцов из этой эколого-географической группы варьировало от 30,29% (к-1932, Пакистан) до 33,93% (к-875, Памир); в 2011 году - от 27,95% (к-863, Афганистан) до 34,96% (к-1939, Таджикистан).

В пределах анатолийской группы содержание белка в семенах в среднем за три года варьировало от 28,93% (к-1215, Азербайджан) до 31,86% (к-596, Палестина). В 2009 году содержание белка находилось в пределах от 28,00% (к-1229, Азербайджан) до 30,26% (к-596, Палестина); в 2010 году – от 31,10% (к-1229, Азербайджан) до 34,18% (к-596, Палестина); в 2011 году – от 28,25% (к-1215, Азербайджан) до 31,13% (к-596, Палестина).

У сортообразца к-1901 (Индия) из индийской эколого-географической группы содержание белка в среднем за годы изучения составило 28,40%, изменяясь от 26,70% в 2011 году и 27,16% в 2009 году до 31,35% в 2010 году.

У сортообразца к-797 (Эфиопия) из абиссинской эколого-географической группы содержание белка в семенах составило в 2009 году – 31,12%, в 2010 году – 33,53%, в 2011 году – 30,88%. В среднем за три года значение этого показателя было на уровне 31,84%.

Таким образом, наибольшее содержание белка в среднем за годы изучения, отмечено у сортообразцов к-1939 (Таджикистан) - 33,14%, к-1218 (Украина) – 32,27%, к-596 (Палестина)

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» №1(29)2019 г.
– 31,86%, к-797 (Эфиопия) – 31,84%. Наименьшее содержание белка было в семенах сортообразца к-1771 (Венгрия) – 27,42%.

Сравнительное изучение сбора сырого протеина с гектара показало, что у лучших сортообразцов чины посевной этот показатель варьировал от 1,43 т/га (к-1702, Франция) до 1,75 т/га (к-615706, Украина) (табл. 2). Сбор кормовых единиц с гектара у чины посевной составил от 5,15 т/га (к-1702, Франция) до 5,97 т/га (к-615706, Украина).

Таблица 2

Характеристика лучших сортообразцов чины посевной по качеству семян, 2009...2011 гг.

Сортообразец	Урожайность, т/га	Содержание белка в семенах, %	Сбор протеина, т/га	Сбор кормовых единиц, т/га*
к-1702, Франция	5,0	28,5	1,43	5,15
к-1200, Башкирия	5,1	28,3	1,44	5,25
к-1215, Азербайджан	5,3	28,9	1,53	5,46
к-1211, Татария	5,4	29,2	1,58	5,56
к-1209, Татария	5,7	27,9	1,59	5,87
к-615706, Украина	5,8	30,2	1,75	5,97

* в 1 кг семян чины посевной содержится 1,03 к.ед.

Проведено изучение компонентного состава электрофоретических спектров запасных белков семян у 8 сортообразцов чины посевной из различных эколого-географических групп: к-875 (Памир, иранская группа); к-1901 (Индия, индийская группа); к-1908 (Австралия); к-1868 (Чехословакия, среднеевропейская группа); к-596 (Палестина, анатолийская группа); к-797 (Эфиопия, абиссинская группа); к-1869 (Канада); к-703 (Италия, средиземноморская группа) для выявления полиморфизма по данному признаку (рис. 2).

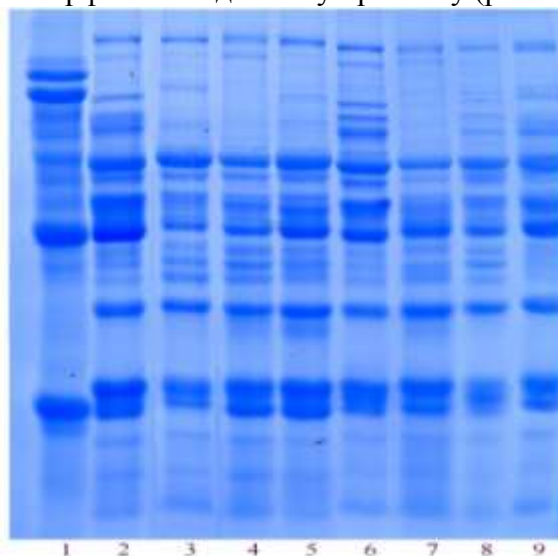


Рис. 2. Компонентный состав электрофоретических спектров белков семян сортообразцов чины посевной. Расположение дорожек на геле (слева направо): 1 – соя, 2- к-875 (Памир, иранская группа); 3 - к-1901 (Индия, индийская группа); 4 - к-1908 (Австралия); 5 - к-1868 (Чехословакия, среднеевропейская группа); 6 - к-596 (Палестина, анатолийская группа); 7 – к-797 (Эфиопия, абиссинская группа); 8 – к - 1869 (Канада); 9 – к-703 (Италия, средиземноморская группа).

В электрофоретических спектрах исследуемых сортообразцов чины выявлено 62 позиции компонентов белков, из них 16 были представлены полиморфными компонентами (табл. 3). Сортообразцы чины различались по наличию-отсутствию компонентов и по

различной интенсивности их окрашивания. Полиморфизм по наличию-отсутствию характерен для компонентов 43, 60, 74 (присутствовали в качестве уникальных компонентов) и 44, 53, 94 (отсутствовали у отдельных сортообразцов). Полиморфные компоненты 18, 19, 20, 21, 25, 27, 28, 30, 31, 32 у сортообразцов чины имели различную интенсивность окрашивания (градации 1 и 3).

Таблица 3

Компонентный состав электрофоретических спектров белков семян чины посевной

Компонент	Сортообразцы чины							
	к-875	к-1901	к-1908	к-1868	к-596	к-797	к-1869	к-703
6	3	3	3	3	3	3	3	3
7	3	3	3	3	3	3	3	3
8	2	2	2	2	2	2	2	2
11	3	3	3	3	3	3	3	3
12	3	3	3	3	3	3	3	3
16	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	3	1	1	3	1	3	3
19	1	3	1	1	3	3	3	3
20	3	1	1	3	3	1	3	3
21	3	3	1	3	3	3	3	3
25	3	1	1	1	1	1	1	1
26	3	3	3	3	3	1	1	1
27	3	1	3	3	3	1	1	1
28	3	1	1	1	3	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	3	1	1	3
31	1	1	1	1	3	1	1	3
32	1	1	1	1	3	1	1	3
33	1	1	1	1	1	1	1	1
35	3	3	3	3	3	3	3	3
36	3	3	3	3	3	3	3	3
37	3	3	3	3	3	3	3	3
38	3	3	3	3	3	3	3	3
39	3	3	3	3	3	3	3	3
40	3	3	3	3	3	3	3	3
41	3	3	3	3	3	3	3	3
42	2	2	2	2	2	2	2	2
43								3
44	3	3	3	3		3	3	3
45	3	3	3	3	3	3	3	3
46	3	3	3	3	3	3	3	3
47	3	3	3	3	3	3	3	3
49	3	3	3	3	3	3	3	3
51	3	3	3	3	3	3	3	3
52	3	3	3	3	3	3	3	3
53	3		3	3	3	3	3	3
55	3	3	3	3	3	3	3	3
56	3	3	3	3	3	3	3	3
58	3	3	3	3	3	3	3	3
59	3	3	3	3	3	3	3	3
60				3				
61	3	3	3	3	3	3	3	3
62	3	3	3	3	3	3	3	3
67	3	3	3	3	3	3	3	3
68	3	3	3	3	3	3	3	3
69	3	3	3	3	3	3	3	3
70	3	3	3	3	3	3	3	3
72	3	3	3	3	3	3	3	3
74				3		3		
87	3	3	3	3	3	3	3	3
88	3	3	3	3	3	3	3	3
89	3	3	3	3	3	3	3	3
90	3	3	3	3	3	3	3	3
91	3	3	3	3	3	3	3	3
92	3	3	3	3	3	3	3	3

93	3	3	3	3	3	3	3	3
94	3		3	3	3	3	3	3
96	2	2	2	2	2	2	2	2
99	2	2	2	2	2	2	2	2
104	2	2	2	2	2	2	2	2
112	2	2	2	2	2	2	2	2

Примечание: заливкой выделены полиморфные компоненты

Интенсивные (3) компоненты 43, 60, присутствовали у сортообразцов к-703, к-1868 соответственно, компонент 74 присутствовал у двух сортообразцов к-1868 и к-797. Интенсивный компонент 44 отсутствовал у сортообразца к-596, компонент 53 – у сортообразца к-1901, а компонент 94 – у сортообразца к-1901.

Отличительной особенностью полиморфизма белков семян чины является наличие полиморфных компонентов с интенсивным (3) окрашиванием, которые у отдельных образцов имеют альтернативу в полном отсутствии компонента или наличии компонентов со слабым (1) окрашиванием (табл. 4). Поэтому для идентификации образцов чины можно ориентироваться на наличие интенсивных маркерных компонентов в 16 полиморфных позициях электрофоретических спектров.

Таблица 4

Идентификация образцов чины посевной по полиморфным компонентам белков семян

Сортообразец	18	19	20	21	25	27	28	30	31	32	43	44	53	60	74	94
Полиморфизм	интенсивность окрашивания										наличие-отсутствие					
к-875	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1		3	3			3
к-1901	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1		3				
к-1908	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1		3	3			3
к-1868	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1		3	3	3	3	3
к-596	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3			3			3
к-797	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1		3	3		3	3
к-1869	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1		3	3			3
к-703	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3			3

Примечание: интенсивные (3) компоненты выделены серой заливкой

Для сортообразца к-875 характерно наличие интенсивных (3) маркерных компонентов в позициях электрофоретического спектра 20, 21, 25, 27, 28, 44, 53, 94, у сортообразца к-1901 – в позициях 18, 19, 21, 44. Идентификацию сортообразца к-1908 можно провести по наличию маркерных компонентов 27, 44, 53 и 94, а образца к-1868 - по наличию другой комбинации маркерных компонентов 20, 21, 44, 53, 60, 74, 94. У сортообразца к-797 к маркерам отнесены компоненты 19, 21, 44, 53, 74, 94, а у образца к-1869 - 18, 19, 20, 21. Наибольшее число маркерных интенсивных компонентов (18, 19, 20, 21, 27, 28, 30, 31, 32) в полиморфных позициях обнаружено у сортообразца к-596.

Таким образом, выявленный в 16 позициях электрофоретического спектра полиморфизм белковых компонентов позволяет с высокой степенью надежности проводить идентификацию генотипов чины посевной различных эколого-географических групп. Белки семян зернобобовых культур хорошо сбалансированы по содержанию незаменимых аминокислот и поэтому имеют высокую биологическую питательную ценность.

Нами проводилось изучение аминокислотного состава белка семян 6 сортообразцов чины посевной из различных эколого-географических групп. Установлено, что годы изучения не оказывали влияния на содержание отдельных аминокислот в белке различных генотипов (табл. 5).

В среднем, за 2009...2011 гг. содержание такой важной аминокислоты, как лизин, варьировало от 6,3% (к-1221, Сербия) до 6,7% (к-1901, Индия). Белки семян изученных сортообразцов чины посевной содержали достаточно много лейцина - от 6,6% (к-1221,

Сербия; к-781, Испания; к-1901, Индия; к-797, Эфиопия) до 6,7% (к-1939, Таджикистан; к-596, Палестина); валина – от 5,2% (к-781, Испания; к-1939, Таджикистан; к-596, Палестина) до 5,3% (к-1221, Сербия; к-1901, Индия; к-797, Эфиопия); аргинина – от 7,1% (к-1221, Сербия) до 7,6% (к-1901, Индия); аспарагиновой кислоты – от 12,7% (к-1901, Индия; к-797, Эфиопия) до 12,9% (к-1221, Сербия); глутаминовой кислоты – от 17,1% (к-596, Палестина; к-1901, Индия) до 17,8% (к-781, Испания).

Таблица 5

**Аминокислотный состав белка семян сортообразцов чины посевной
(в % к белку гидролизата), 2009...2011 гг.**

Аминокислота	к-1221 (Сербия, среднеевропейская группа)	к-781 (Испания, средиземноморская группа)	к-1939 (Таджикистан, иранская группа)	к-596 (Палестина, анатолийская группа)	к-1901 (Индия, индийская группа)	к-797 (Эфиопия, абиссинская группа)
Лизин	6,3	6,6	6,5	6,5	6,7	6,6
Треонин	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8
Валин	5,3	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3
Метионин	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4
Изолейцин	3,7	3,7	3,8	3,8	3,8	3,7
Лейцин	6,6	6,6	6,7	6,7	6,6	6,6
Фенилаланин	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Триптофан	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7
Гистидин	2,9	2,8	2,9	2,9	2,8	2,9
Аргинин	7,1	7,4	7,5	7,5	7,6	7,4
Цистеин	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
Тирозин	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2
Аспарагиновая кислота	12,9	12,8	12,8	12,8	12,7	12,7
Серин	4,7	4,6	4,9	4,9	4,8	4,8
Глутаминовая кислота	17,5	17,8	17,6	17,1	17,1	17,2
Аланин	4,7	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7
Треонин	4,8	4,8	4,7	4,8	4,8	4,8
Глицин	4,5	4,4	4,4	4,5	4,4	4,5
Пролин	2,9	2,8	2,9	2,8	2,9	2,8

Лимитирующими аминокислотами в белке зернобобовых культур являются метионин, триптофан и цистеин.

Недостаток метионина в организме приводит к серьезным нарушениям в обмене веществ. Эта аминокислота играет важную роль в синтезе различных аминокислот, углеводно-жировом обмене, обезвреживает ядовитые продукты, активизирует рост волосяного покрова у животных (шерсти овец). В белках бобовых культур метионин находится в наибольшем дефиците по сравнению со стандартным биологически полноценным белком. В белке сортообразцов чины посевной содержалось 1,3...1,4% метионина.

При недостатке другой лимитирующей аминокислоты – триптофана – наблюдается задержка роста, огрубение волосяного покрова, истощение, сдерживается образование гемоглобина крови, нарушаются процессы молокообразования, половая деятельность. Содержание триптофана в белке сортообразцов чины посевной составило от 1,6% до 1,7%.

Цистеин - серосодержащая аминокислота, которая входит в состав белков, играет важную роль в процессах формирования тканей кожи. Цистеин один из самых мощных антиоксидантов, при этом его антиоксидантное действие усиливается при одновременном приеме витамина С и селена. Цистеин является предшественником глутатиона – вещества, оказывающего защитное действие на клетки печени и головного мозга от повреждения алкоголем, некоторыми лекарственными препаратами и токсическими веществами, содержащимися в сигаретном дыме; способствует пищеварению, участвуя в процессах переаминирования, а также обезвреживанию некоторых токсических веществ и защищает организм от повреждающего действия радиации. Содержание цистеина в белке семян чины посевой составило 0,6...0,8%.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что белок чины посевой богат лизином (6,3...6,7%), лейцином (6,6 6,7%), аргинином (7,1% ... 7,6%), аспарагиновой кислотой (12,7% ... 12,9%), глутаминовой кислотой (17,1% ...17,8%). В белке чины посевой отмечено содержание метионина (1,3...1,4%), триптофана (1,6...1,7%), цистеина (0,6...0,8%).

Заключение

Содержание белка в семенах сортообразцов чины посевой различных эколого-географических групп варьировало от 27,42 до 33,14% и зависело от генотипических особенностей. Проведено изучение компонентного состава электрофоретических спектров белков семян чины посевой. Полиморфизм белковых компонентов выявлен в 16 позициях электрофоретических спектров. Для идентификации образцов чины предложено использовать в качестве маркеров специфические комбинации интенсивных (3) компонентов, позволяющие с высокой степенью надежности проводить идентификацию генотипов чины посевой. Белок чины посевой богат лизином (6,3...6,7%), лейцином (6,6...6,7%), аргинином (7,1%...7,6%), аспарагиновой кислотой (12,7%...12,9%), глутаминовой кислотой (17,1% ...17,8%) и содержит 1,3...1,4% метионина, 1,6...1,7% триптофана, 0,6...0,8% цистеина.

Литература

1. Донской М.М. Агробиологические особенности чины посевой (*Lathyrus sativus* L.) в условиях Центрально-Черноземного региона : автореф... дисс. ... на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук : специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство. - Орел: Орел ГАУ, 2013. – 20 с.
2. Донской М.М., Наумкин В.П., Донская М.В., Мазалов В.И. Практическое руководство по возделыванию чины посевой. - Орел: ФГБНУ ВНИИЗБК, 2015. – 32 с.
3. Бурляева М.О., Соловьева А.Е., Никишкина М.А., Расулова М.А., Золотов С.В. Коллекция видов рода *Lathyrus* L. ВИР им. Н.И. Вавилова – источник исходного материала для селекции высокобелковых кормовых сортов чины // Зернобобовые и крупяные культуры, 2012. - № 4. – С. 62-71.
4. Вишнякова М.А. Эколого–географическое разнообразие генофонда зернобобовых ВИР и его значение для селекции // Экологическая генетика культурных растений: матер. шк. молод. ученых; [ВНИИ риса]. – Краснодар, – 2005. – С.117–133.
5. Залкинд Ф.Л. Чина. – Москва: СЕЛЬХОЗГИЗ, – 1953. – 144 с.
6. Зотиков В.И. Зернобобовые культуры – источник растительного белка. – Орел: ГНУ ВНИИЗБК, – 2010. – 268 с.
7. Abd El-Moneim A.M., van Dorrestein B., Mulugeta W. Improving the nutritional quality and yield potential of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) // Food and Nutritional Bulletin, – 2000. – V. 21. - № 4. – P. 493-496.
8. Dziamba S., Cebula M., Jackowska I., Maj L., Wielgo B. Porównanie składu chemicznego nasion wybranych roślin strączkowych // Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych. - Warszawa, 1999. – Zeszyt 468. – 117-126.
9. Gaborcik N., Pastucha L. Chemical composition of common chickling (*Lathyrus sativus* L.) seeds. I. Domestic ecotypes // Polnohospodarstvo. – Bratislava: Vydava Ministerstvo Podohospodarstva Slovenskej Republiky vo Vydavatelstve Noi, 1995. – Rocnik 41. – 742-748.
10. Granati E., Bisignano V., Chiaretti D., Polignano G.B., Crino P. Grain quality in accession of *Lathyrus* ssp. // *Lathyrus Lathyrism* Newsletter. - 2001. - V. 2. – P. 69-71.
11. Przybylska J., Zimmiak – Przybylska Z., Krajewski P. Diversity of seed albumins in some *Lathyrus* species related to *L. sativus* L. // Genetic Resources and Crop Evolution. - 1999. – V. 46. – P. 261-266.
12. Przybylska J., Zimmiak – Przybylska Z., Krajewski P. Diversity of seed globulins in *Lathyrus sativus* L. and some related species // Genetic Resources and Crop Evolution. - 2003. – V. 47. – P. 239-246.
13. Бобков С.В., Лазарева Т.Н. Компонентный состав электрофоретических спектров запасных белков межвидовых гибридов гороха // Генетика. - 2012. - Т. 48. - № 1. - С. 56-61.

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SEEDS OF INDIAN PEA

M.M. Donskoj, M.V. Donskaya, S.V. Bobkov, T.N. Selihova, V.P. Naumkin*

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

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

Abstract: *The article presents the results of the study of the biochemical composition of seeds of collection varieties of Indian pea from various ecological-geographical groups. It was shown that the protein content in the seeds of variety samples during cultivation under the conditions of the Oryol region varied from 27,42 to 33,14%. The study of the component composition of electrophoretic spectra of seed proteins of Indian pea from various ecological-geographical groups was performed. Polymorphism of protein components was detected in 16 positions of electrophoretic spectra. In order to identify the Indian pea samples, it was proposed to use specific combinations of intensive components as markers, which allow to carry out the identification of genotypes of the Indian pea with a high degree of reliability. It was established that the protein of Indian pea is rich in lysine (up to 6,7%), leucine (up to 6,7%), arginine (up to 7,6%), aspartic acid (up to 12,9%), glutamic acid (up to 17,8%) and contains 1,4% methionine, 1,7% tryptophan, 0,8% cysteine.*

Keywords: Indian pea, collection, protein content, seeds, SDS-PAGE electrophoresis, amino acid composition.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11076

УДК 633.313:631.527

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЛИНИИ ЛЮЦЕРНЫ УРАЛЬСКОЙ СЕЛЕКЦИИ С КОМПЛЕКСОМ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

М.А. ТОРМОЗИН, кандидат сельскохозяйственных наук

А.А. ЗЫРЯНЦЕВА

УРАЛЬСКИЙ НИИСХ – филиал ФГБНУ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН»

В статье изложены результаты изучения номеров люцерны изменчивой в питомнике конкурсного сортоиспытания (2016-2018 гг.) по комплексу хозяйственно ценных признаков. Выявлена высокая зимостойкость всех сортов. В среднем за три года в питомнике конкурсного сортоиспытания по урожайности семян достоверно превысили стандарт номера: Виктория – на 25%, СГП-1 – на 39%, СГП-2 – 93%, 193-95д – на 61%. За три года испытаний все указанные перспективные номера достоверно превышали по урожайности семян сорт Сарга (стандарт), что говорит о высоком адаптивном механизме изучаемых популяций. В среднем за три года урожайность зеленой массы составила 28,2-32,8 т/га, превышение над стандартом 3,4-16,3%. Сбор сухого вещества составил 5,31-6,86 т/га (стандарт 5,82 т/га) превышение 4,8-17,8%, по данному показателю следует выделить следующие номера: СГП-2, 193-95д, Виктория. Сбор протеина в третий год пользования за сезон составил 1152-1605 кг/га. Достоверное превышение над стандартом (1153 кг/га) обеспечили номера: Виктория – 1605 кг/га (+39,2%), СГП-1 – 1302 кг/га (+12,9%), 193-95д – 1505 кг/га (30,5%), 197-06 – 1388 кг/га (20,4%). По комплексу хозяйственно ценных признаков (зимостойкость, высокая урожайность кормовой массы и семян, сбор белка с гектара) выделены 3 перспективных номера – СГП-1, СГП-2, 193-95д.

Ключевые слова: люцерна, сорт, селекция, зимостойкость, сухое вещество, урожайность семян.

Высокий генетический потенциал современных сортов в настоящее время часто остается нереализованным. Поэтому особую актуальность приобретает задача создания сортов с более высокой экологической пластичностью и широкой нормой реакции на изменяющиеся факторы внешней среды [1].

Создание новых сортов люцерны занимает в среднем 12...15 лет. Процесс трудозатратен, так как ведётся эмпирически из-за большого числа скрещиваний и многолетних полевых испытаний [2].

На сегодняшний день в Государственный реестр селекционных достижений включены 75 сортов люцерны изменчивой, для использования в Волго-Вятском регионе допущено 20 сортов [3].

Для стабилизации кормовой базы и увеличения сбора растительного белка посевы бобовых трав в хозяйствах с развитым животноводством должны составлять не менее 20% от площади пашни, а доля люцерны в этих посевах – от 30 до 40% [4, 5].

Среди многолетних бобовых трав в области люцерне принадлежит одно из ведущих мест. По сравнению с 2006 годом её площади увеличились почти в четыре раза – с 6,66 до 23,04 тыс. гектаров. Наибольшее распространение в Свердловской области имеют сорта Уральской селекции, обладающие высокой зимостойкостью и продуктивным долголетием – Сарга, Уралочка, Виктория.

По питательной ценности люцерна превосходит все другие бобовые травы. Так, например, содержание переваримого протеина в зеленой массе эспарцета – 2,8%, у клевера лугового – 2,7%, а у люцерны – 3,6% [6, 7, 8]. Белок люцерны является полноценным по фракционному и аминокислотному составу [9-14].

В люцерновом сене содержится 4,8 г/кг лизина, 2,3 – триптофана, 3,7 – тирозина, 4,4 – цистина, 12 – аргинина, 2,4 г/кг – гистидина [15, 16, 17].

Цель работы – провести сравнительную оценку новых сортообразцов люцерны изменчивой по комплексу хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методы исследований

Исследования выполнены в 2016-2018 гг. в отделе селекции и семеноводства многолетних трав Уральского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках Госзадания по направлению 150 «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам» по теме № 0773-2018-0014 «Разработка, совершенствование новых методов селекционной работы, создание исходного материала и новых сортов яровых и озимых зерновых, зернобобовых, кормовых культур и картофеля».

Почва опытного участка серая лесная тяжелосуглинистая со следующими агрохимическими показателями в пахотном горизонте: содержанием гумуса (по Тюрину) 3,51-4,30 %, легкогидролизуемого азота (по Корнфильду) – 98-113 мг/кг почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – 325-510 мг/кг почвы, обменного калия (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – 39,2-84,0 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену) – 24,2-25,1 мг-экв. на 100 г почвы, рН солевой вытяжки (по методу ЦИНАО) – 5,07-5,23, гидролитическая кислотность (по Каппену в модификации ЦИНАО) – 3,05-5,85 мг-экв./100 г почвы.

В питомнике конкурсного сортоиспытания проходили оценку 18 номеров и гибридных популяций люцерны изменчивой селекции Уральского НИИСХ, стандарт – сорт Сарга. Все изученные сортообразцы люцерны изменчивой, относятся к пестро-, сине- и желтогибридному сортоотряду, стандарт – к пестрогибридному.

Посев летний широкорядный беспокровный сеялкой СКС-6-10, норма высева – 9 млн. всхожих семян на 1 га. Учётная площадь делянки 10 м², повторность – четырёхкратная, при оценке номеров на кормовую продуктивность. Полевые опыты, учёт, наблюдения и оценки

проводили в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [18]. Статистическая обработка экспериментальных данных – методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. (1985).

Погодные условия в годы проведения исследований различались. Условия для перезимовки люцерны были удовлетворительными. Вегетационный период 2015 года характеризовался неблагоприятными погодными условиями, неравномерным распределением влаги за сезон (ГТК= 2,20), 2016 г. – жара и засуха, ГТК = 0,63. Весенне-летний период 2017 г. отличался неравномерным распределением тепла и влаги, (ГТК = 1,76), что близко к среднемноголетним значениям (ГТК=1,64). В целом в 2018 году отмечена затяжная весна и прохладная погода в начале летнего периода, с половинной нормой осадков. Во второй половине лета умеренно теплая погода с количеством атмосферных осадков на уровне среднемноголетних показателей. Гидротермический коэффициент за период с температурой 10⁰ и выше составил 1,4 единицы.

Результаты исследований и обсуждение

Из селекционного питомника были отобраны и сформированы по морфологическим признакам три сложногобридные популяции, которые в 2015 г. включены в состав питомника конкурсного испытания (СГП-1 – желтогобридная, СГП-2 – пестро- и СГП-3 – синегобридная популяция).

Продолжительность вегетационного периода зависела от даты начала вегетации и погодных условий в период отрастания. Также дата начала цветения в фенологических наблюдениях является контрольной, так как Средний Урал характеризуется недобором суммы эффективных температур, и позднеспелые сорта не вызревают. В 2016 г. в условиях жары и засухи все сорта зацвели быстро – в течение 7 дней, в 2017 г. этот период составил 10-12 дней, в 2018 г. цветение также затянулось из-за похолодания в течение двух декад июня (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика номеров люцерны изменчивой в конкурсном сортоиспытании (посев 2015 г., учёт 2016-2018 гг.)

Сорт, номер	Зимостойкость, %	Высота растений в фазу НЦ, см			Дата наступления фазы начало цветения			Урожайность семян, кг/га				
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	% к st.
Сарга–(st.)	96	55,6	90	64,8	25.VI	05.VII	05.VII	43,3	41,7	92	59	100
Виктория	96	53,3	98	75,9	25.VI	05.VII	03.VII	67,5	50,0	105	74	125
СГП -1 (ж)	99	74,0	102	60,6	25.VI	05.VII	04.VII	73,3	45,8	128	82	139
СГП -2 (п)	98	58,3	91	60,7	25.VI	05.VII	04.VII	133,7	42,2	167	114	193
СГП-3 (с)	98	55,0	103	59,5	24.VI	05.VII	05.VII	63,3	37,5	92	64	108
193-95д	97	58,3	98	71,4	25.VI	05.VII	05.VII	106,7	54,0	125	95	161
197-06	95	54,3	96	68,3	24.VI	04.VII	06.VII	63,7	30,5	93	62	105
Уралочка х Луговая 67	96	64,3	102	69,1	24.VI	04.VII	05.VII	55,0	36,7	98	63	107
210-06	96	62,3	104	71,4	24.VI	04.VII	05.VII	56,7	26,7	81	55	93
НСР ₀₅		5,47	9,04	6,15				5,34	3,80	9,51		

Зимостойкость – важная характеристика сорта в условиях Среднего Урала. Все сортообразцы хорошо перезимовали как в первый (95-99%), во второй (94-98%), так и в третий годы пользования (96-98%). К наиболее высокозимостойким можно отнести сортообразцы 193-95д, СГП-1, СГП-2, СГП-3 (+1...3% к стандарту).

Высота растений является основным элементом структуры продуктивности. В засушливых условиях 2016 г. наблюдалось угнетение растений - высота растений в фазу начала цветения составила 53,3-74,0, см (стандарт – 55,6 см). В 2017 г. высота варьировала от 90,0 до 104,0 см (стандарт – 90,0 см), что связано с избыточным увлажнением и израстанием травостоя. В 2018 г. высота составила 59,5,0-75,9 см (стандарт – 64,8 см). В среднем за три года травостой в фазе начала цветения на уровне стандарта (70,1 см) сформировали сортообразцы СГП-2 (70,0 см) и 197-06 (72,9 см). Следует выделить сортообразцы по высоте существенно превысившие стандарт (70,1 см) на 8,8-9,1 см (НСР₀₅ = 6,9 см) или 12,6-12,9%, СГП-1 и 210-06.

В 2016 г. на второй год жизни урожайность семян составила 43,3-133,7 кг/га. Достоверное превышение над стандартом Сарга обеспечили номера: СГП-1 – на 69% (+ 30 кг/га), СГП-2 – на 308% (+ 90,4 кг/га), 193-95д – 245% (+ 63,4 кг/га).

На третий год жизни (2017 г.) урожайность семян экспериментальных генотипов варьировала от 26,7 кг/га до 54 кг/га. Достоверное превышение над стандартом Сарга обеспечили те же номера, что и в первый год пользования.

В 2018 году на третий год пользования урожайность семян в питомнике конкурсного сортоиспытания составила 81-167 кг/га.

В среднем за три года в питомнике КСИ по урожайности семян достоверно превысили стандарт номера: Виктория – на 25%, СГП-1 – на 39%, СГП-2 – 93%, 193-95д – на 61%. За три года испытаний все указанные перспективные номера достоверно превышали по урожайности семян сорт Сарга (стандарт), что говорит о высоком адаптивном механизме и экологической пластичности изучаемых популяций.

Урожайность зелёной массы в условиях засухи в питомнике КСИ (посев 2015 г.) в 2016 г. в первый год пользования в сумме за два укоса составила 12,5-16,5 т/га. За сезон в 2016 г. по урожайности зеленой массы наивысший результат был отмечен у образцов 193-95д – 15,3 т/га, Виктория – 16,1 т/га, Уралочка х Луговая 67 – 16,5 т/га (табл. 2).

Во второй год пользования урожайность зеленой массы составила 39,6-42,3 т/га, по данному показателю следует выделить следующие номера: СГП-1 – 41,8 т/га (+1,2 т/га), СГП-2 – 41,5 т/га, СГП-3 – 42,3 т/га (+1,7 т/га). На четвертый год жизни урожайность зеленой массы в питомнике конкурсного испытания варьировала от 28,5 до 39,3 т/га. Следует выделить номера 193-95д – 36,3 т/га и Виктория – 39,3 т/га, (стандарт 30,0 т/га). Сбор сухого вещества составил 5,83-7,88 т/га.

В среднем за три года урожайность зеленой массы составила 28,2-32,8 т/га, превышение над стандартом 3,4-16,3%.

Таблица 2

Оценка продуктивности люцерны изменчивой в конкурсном сортоиспытании, т/га (посев 2015 г., учёт 2016 - 2018 гг.)

Сорт, номер	Урожайность зелёной массы					Сбор сухого вещества				
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	% к st.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	% к st.
Сарга – (st.)	14,1	40,6	30,0	28,2	100	3,81	7,81	5,83	5,82	100
СГП-1 (ж)	14,5	41,8	28,5	28,3	100,4	3,67	8,53	6,1	6,1	104,8
СГП-2 (п)	12,5	41,5	31,0	28,3	100,4	3,13	9,17	6,5	6,3	108,2
СГП-3 (с)	12,5	42,3	30,5	28,4	100,7	3,13	7,81	5,95	5,63	96,7
193-95д	15,3	40,1	36,3	30,6	108,3	3,93	7,85	7,24	6,34	108,9
Виктория	16,1	43,0	39,3	32,8	116,3	3,95	8,74	7,88	6,86	117,8
197-06	14,1	39,6	33,8	29,2	103,4	3,85	8,41	6,74	6,33	108,8
Уралочка х Луговая 67	16,5	40,1	32,0	29,5	104,6	4,08	8,03	6,61	6,24	107,2
210-06	14,6	40,3	30,8	28,6	101,2	3,84	5,90	6,19	5,31	91,2
НСР ₀₅	1,30	3,39	2,68			0,33	0,68	0,60		

Сбор сухого вещества в первый год пользования в связи с засухой был низким и составил в сумме за два укоса 3,13-4,08 т/га (стандарт - 3,81 т/га). Наибольшую урожайность в стрессовых условиях показал номер Уралочка х Луговая 67.

Во второй год пользования при более благоприятной тепло- и влагообеспеченности сбор сухого вещества был свыше 5,90-9,17 т/га (стандарт – 7,81 т/га). Превысили по данному показателю стандарт номера: СГП-2 – 9,17 т/га (+17,4 %), Виктория – 8,74 т/га (+11,9 %), СГП-1 – 8,53 т/га (+9,2 %).

В 2018 г. сбор сухого вещества составил 5,95-7,88 т/га (стандарт – 5,83 т/га). Наибольший сбор сухого вещества отмечен у сорта Виктория – 7,88 т/га (+35,1% к стандарту).

По результатам трех лет изучения в среднем сбор сухого вещества составил 5,31-6,86 т/га (стандарт 5,82 т/га), превышение 4,8-17,8%. Существенные прибавки к стандарту отмечены у номеров: СГП-2, 193-95д, Виктория – сбор сухого вещества у которых достигал 6,33-6,86 т/га.

Кормовые качества трав определяются многими показателями, но основными являются содержание и количество сырого протеина, углеводов, безазотистых экстрактивных веществ и других элементов в оптимальных пределах.

В 2018 г. содержание сырого протеина в первом укосе у образцов люцерны варьировало от 17,2 до 22,2% и во втором – 19,6-20,7%. В среднем за сезон содержание сырого протеина составило 18,9-21,4% (табл. 3) .

Таблица 3

Содержание и сбор протеина люцерны в питомнике конкурсного сортоиспытания (посев 2015 г., учёт 2018 гг.)

Сорт, номер	Сырой протеин						
	содержание, %			сбор, кг/га			
	1 укос	2 укос	среднее	1 укос	2 укос	всего	% к ст.
Сарга – (ст.)	19,5	20,1	19,8	642	511	1153	100
Виктория	19,0	21,7	20,4	733	872	1605	139,2
СГП -1 (ж)	22,2	20,5	21,4	679	623	1302	112,9
СГП -2 (п)	17,2	20,6	18,9	587	637	1224	106,2
СГП-3 (с)	19,0	20,4	19,7	559	593	1152	99,9
193-95д	22,1	19,6	20,9	762	743	1505	130,5
197-06	21,7	19,6	20,7	688	700	1388	120,4
Уралочка х Луговая 67	18,6	20,9	19,8	595	713	1308	113,4
210-06	20,2	20,9	20,6	624	648	1272	110,3
НСР ₀₅	1,83	1,88	1,86			122	

Сбор протеина на третий год пользования за сезон составил 1152-1605 кг/га. Достоверное превышение над стандартом (1153 кг/га) обеспечили номера: Виктория – 1605 кг/га (+39,2%), СГП-1 – 1302 кг/га (+12,9%), 193-95д – 1505 кг/га (30,5%), 197-06 – 1388 кг/га (20,4%).

Заключение

В среднем за три года в питомнике КСИ по урожайности семян достоверно превысили стандарт номера: Виктория – на 25%, СГП-1 – на 39%, СГП-2 – 93%, 193-95д – на 61%. Урожайность зеленой массы в среднем составила 28,2-32,8 т/га, превышение над стандартом 3,4-16,3%. По результатам трех лет изучения в среднем сбор сухого вещества составил 5,31-6,86 т/га (стандарт 5,82 т/га), превышение 4,8-17,8%. Существенная прибавка к стандарту

отмечена у образцов: СГП-2, 193-95д, Виктория, сбор сухого вещества которых, достигал 6,33-6,86 т/га По результатам изучения люцерны изменчивой в питомнике конкурсного сортоиспытания выделены перспективные номера – СГП-1, СГП-2, 193-95д с комплексом хозяйственно ценных признаков, сочетающие зимостойкость, раннеспелость, урожайность семян.

Литература

- 1 Шарко Р.А. Модификационная изменчивость и экологическая пластичность современных сортов озимой пшеницы в условиях Юго-Запада ЦЧЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Белгород, – 2000. – 26 с.
- 2 Кончанов Н.А., Кочетов А.В., Салина Е.А. Состояние и перспективы использования Маркер-ориентированной и геномной селекции растений // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87. – № 4. – С. 348-354.
- 3 Государственный реестр селекционных достижений (сорта растений). Издание. Сорты растений. Люцерна изменчивая – [Электронный ресурс] URT: <https://reestr.gossort.com/reestr/culture/607> (дата обращения 28.01.2019).
- 4 Нагибин А.Е., Тормозин М.А. Бобовые травы – главный источник объёмистых кормов // Нива Урала. – 2011. – № 6-7. – С.28-29.
- 5 Нагибин А.Е., Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Травы в системе кормопроизводства Урала. // Екатеринбург: Изд-во ИПП Уральский рабочий, – 2018. – 784 с.
- 6 Козырев А.Х. Кормовая ценность люцерны в зависимости от условий выращивания // Кормопроизводство. – 2009. – № 7. – С. 28-31.
- 7 Косолапов В.М., Трофимов И.А. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 6 (2). – С. 59-64.
- 8 Найдович В.А., Попова Т.Н., Крупнов В.А. Зависимость кормовой продуктивности люцерны от атмосферных осадков в засушливом Поволжье // Доклады российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 2. – С. 27-29.
- 9 Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное. / Под ред. А. П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – Москва. – 2003. – 456 с
- 10 Беляк В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приемами. – Пенза: Изд-во ПТИ, 1998. – 62 с.
- 11 Дьяков В.Н. Люцерна и другие многолетние травы по опытам на Полтавском опытном поле. – Полтава, – 1998. – 32 с.
- 12 Голобородько С.П., Лазарев Н.Н. Люцерна. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2009. – 425 с.
- 13 Дроздова В.В., Шеуджен А.Х., Нещадим Н.Н., Лиманский А.Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы люцерны // Плодородие. – 2013. – № 6 (75). – С. 15-18
- 14 Грязева, Т.В., Игнатъев С.А., Чесноков И.М., Метлина Г.В. Люцерна изменчивая Селянка // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 1(31). – С. 16-18.
- 15 Томмэ М.Ф. Корма СССР. Состав и питательность. – М.: Колос, – 1966. – 448 с.
- 16 Томмэ М.Ф., Мартыненко Р.В. Аминокислотный состав кормов. – М.: Колос, – 1972. – 288 с.
- 17 Бжеумыхов В.С., Токбаев М.М., Королева Л.Ф. Аминокислотный состав сырого белка и сухого вещества люцерны в зависимости от фазы ее развития // Агро XXI век. – 2007. – № 1-3. – С. 36-38.
- 18 Методика Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 267 с.

NEW PERSPECTIVE LINES OF LUCERA URAL SELECTION WITH A COMPLEX OF ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS

M.A. Tormozin, A.A. Zyryantseva

URAL NIISH - BRANCH OF FSBSI «URAL FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC RESEARCH CENTRE OF URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE»

Abstract: *The article presents the results of studying the numbers of alfalfa changeable in the nursery of competitive variety trials (2016-2018) for a set of economically valuable traits. Revealed high winter hardiness of all varieties. On average, over three years in the nursery of competitive variety trials, seed yields significantly exceeded the number standard: Victoria – by 25%, SGP-1 – by 39%, SGP-2 – 93%, 193-95d – by 61%. During the three years of testing, all the indicated prospective numbers were significantly higher in seed yield, the Sarga variety (standard), which indicates a high adaptive mechanism of the studied populations. On average, over three years, the yield of green mass was 28,2-32,8 t/ha, the excess over the standard 3,4-16,3%. The collection of dry matter was 5,31-6,86 t/ha (standard 5.82 t/ha) exceeding 4,8-17,8%, according to this indicator the following numbers should be highlighted: SGP – 2, 193-95d, Victoria. The collection of protein*

in the third year of use for the season amounted to 1152-1605 kg/ha. Significant excess over the standard (1153 kg/ha) was provided by the following numbers: Victoria – 1605 kg/ha (+39,2%), SGP-1 – 1302 kg/ha (+12,9%), 193-95d – 1505 kg/ha (30,5%), 197-06 – 1388 kg/ha (20,4%). According to the complex of economically valuable traits (winter-hardiness, high yield of fodder mass and seeds, protein collection per hectare), 3 promising numbers were identified - SGP -1, SGP -2, 193-95d.

Keywords: alfalfa, variety, selection, winter hardiness, dry matter, seed yield.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11077

УДК 633.352: 633.367:632:631.53

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН ВИКИ ПОСЕВНОЙ И ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

Н.А. ЧЕРНЕНЬКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук
В.И. МУРЗЁНKOVA, научный сотрудник

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Проведена оценка эффективности применения системных протравителей при обработке семян вики яровой и люпина узколистного в лабораторных условиях. Установлено, что системный инсектицидный протравитель Круйзер, КС (1 л/т) является эффективным препаратом для предпосевной обработки семян вики яровой Никольская и узколистного люпина сорта Орловский сидерат. Всхожесть семян вики яровой увеличилась на 3,0% (до 100%), у люпина Орловский сидерат повышалась энергия прорастания на 5,5% и всхожесть семян - на 2,0% (до 99%) . При этом, и у вики и у люпина были более развитые проростки с сильными разветвлёнными корешками и корневыми волосками.

Системные фунгицидные протравители Баритон, КС – 1,5 л/т и Ламадор, КС – 0,2 л/т, вызывая задержку развития проростков, увеличивали всхожесть семян яровой вики Никольская до 99% (Баритон - на 2%) и 100% (Ламадор - на 3%).

Ключевые слова: предпосевная обработка семян, системные протравители, протравливание, вика яровая, люпин узколистный.

В ранний период развития растения вики и люпина интенсивно повреждаются целым комплексом вредителей и болезней, которые могут нанести значительный ущерб молодым всходам или даже полностью их уничтожить [1].

В мировом земледелии ведущее место в защите растений занимает химический метод, поскольку основным приёмом защиты посевов сельскохозяйственных культур является опрыскивание фунгицидами и инсектицидами в период их вегетации. Выраженная тенденция применения возрастающих количеств пестицидов ведёт к заметному повышению себестоимости сельскохозяйственной продукции, накоплению пестицидных остатков в продукции растениеводства, загрязнению окружающей среды [2]. Снизить кратность химических обработок посевов и, следовательно, сократить затраты на защиту сельскохозяйственных культур можно за счёт предпосевного протравливания семян. Протравливание семян – это тот самый базис, от которого зависит запуск стартовых механизмов реализации биологического потенциала формирования будущего урожая [3].

В настоящее время в системе защиты всходов сельскохозяйственных культур от вредителей применяются системные фунгицидные и инсектицидные протравители. Системные протравители триазольного ряда одновременно создают защитную оболочку и обеззараживают семя изнутри. Они наиболее экономически эффективны при посеве яровых культур в ранние сроки во влажную, но недостаточно прогретую почву. В этих условиях их

защитные свойства проявляются в полной мере, они препятствуют плесневению семян, их поражению почвенными и семенными фитопатогенами [4, 2]. Большинство протравителей, содержащие триазолы, в той или иной мере могут оказать тормозящее действие на выход проростка на поверхность почвы и получение дружных всходов. Триазолы обладают росторегулирующим влиянием. Проникая в защищаемое растение, они могут нарушать синтез гиббереллинов и действуют как регуляторы роста [5]. Известно, что ретардантному действию фунгицидов подвержены не только зерновые культуры, задержка развития проростков и всходов после протравливания выявлена у гороха, сои, чечевицы [4, 6].

Предпосевная обработка семенного материала инсектицидным протравителем позволяет надежно и продолжительно защитить культуру от широкого спектра почвообитающих и наземных вредителей, включая насекомых переносчиков вирусной инфекции. При этом действующие вещества препаратов после прорастания семян, поглощаются непосредственно корневой системой защищаемого растения и переносятся в надземную его (вегетативную) часть – стебли и листья. Насекомые погибают, питаясь токсичированными всходами растений. Использование данных протравителей позволяет снизить кратность применения инсектицидов в посевах, что снижает затраты на защиту культуры, поскольку период защитного действия инсектицидного протравителя продолжается до массового развития фитофагов в агроценозе [3, 7].

Узким вопросом в системе первичного семеноводства остаётся предпосевное протравливание семян таких восприимчивых культур как яровая вика и люпин узколистный. В списке пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ в 2018 году нет препаратов, рекомендованных для предпосевного протравливания семян вики и люпина (кроме ТМТД, ВСК 7 л/т – фунгицидный протравитель контактного действия).

Определить воздействие протравителя на семена конкретного сорта можно пробным протравливанием.

Цель исследований: определить влияние системных фунгицидных и инсектицидного протравителей на жизнеспособность семян вики яровой Никольская и узколистного люпина Орловский и Орловский сидерат методом пробного протравливания.

Материалы и методика исследований

В качестве семенного материала для лабораторных исследований использовали два сорта люпина узколистного Орловский и Орловский сидерат и яровую вику Никольская. Семена обрабатывали препаратами: Редиго Про, КС – 0,5 л/га; Баритон, КС – 1,5 л/т; Ламадор, КС – 0,2 л/т - системные фунгицидные протравители с широким спектром контролируемых заболеваний и Круйзер, КС- 1л/т - системный инсектицидный протравитель от комплекса почвообитающих и наземных вредителей в период вегетации.

Всхожие семена культур условно разделили на три группы:

- первая группа – длина ростка менее 1 см;
- вторая группа – длина ростка от 1 до 4 см;
- третья группа – длина ростка более 4 см.

Оценку всхожести и энергии прорастания семян проводили по методике: «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». ГОСТ – 12038 – 84.

Результаты исследований

В результате лабораторных исследований было установлено, что используемые протравители оказывали сильное физиологическое воздействие на показатели жизнеспособности семян вики и люпина. Все исследуемые препараты положительно влияли на жизнеспособность семян яровой вики. Однако при определении энергии прорастания проявились ретардантные свойства протравителей. Основная масса проростков в вариантах с Баритоном (89%), Ламадором (88%) и Редиго (69%) находилась в первой группе развития; – длина ростка – 0,6 см, 0,5 см, 0,4 см, длина корешка – 2,4 см, 2,8 см, 4,4 см соответственно (таблица). Максимальный процент энергии прорастания – 79% отмечен в контроле. Наиболее токсичным оказался Баритон. Энергия прорастания здесь составила всего 5,5%. Менее всего это свойство проявилось у Круйзера – энергия прорастания – 64,5%, а основная масса (75%) всхожих семян вошла в первую и вторую группу.

Влияние системных протравителей на всхожесть и энергию прорастания семян яровой вики и люпина узколистного

Культуры	Варианты	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %	Длина ростка и корешка, см.								
				ростка до 1 см	корешка	%	ростка	корешка	%	ростка от 4 см	корешка	%
Вика яровая Никольска	Контроль	79,0	97,0	0,5	4,3	29,0	2,2	5,8	30,5	6,8	7,3	38,5
	Круйзер	64,5	100	0,6	5,8	35,5	2,4	6,3	39,5	6,3	7,8	25,0
	Редиго	29,0	98,0	0,4	4,4	69,0	2,1	5,3	13,5	7,2	6,9	15,5
	Баритон	5,5	99,0	0,6	2,4	89,0	2,0	2,2	9,5	-	-	-
	Ламадор	12,0	100	0,5	2,8	88,0	1,9	3,3	12,0	-	-	-
Люпин Орловский сидерат	Контроль	88,5	97,0	0,9	4,2	9,5	2,7	5,4	23,0	4,5	6,4	65,5
	Круйзер	94,0	99,0	-	-	-	2,8	3,5	15,5	6,7	7,4	83,5
	Редиго	65,0	98,5	0,9	5,2	33,5	2,4	5,8	21,0	4,6	5,6	44,0
	Баритон	38,0	90,5	1,0	2,9	52,5	2,0	2,8	38,0	-	-	-
	Ламадор	67,5	94,5	0,9	3,5	28,0	2,3	4,4	66,5	-	-	-
Люпин Орловский	Контроль	94,0	97,5	0,9	2,0	4,5	3,4	3,4	94,0	-	-	-
	Круйзер	92,5	97,5	0,8	1,3	5,0	2,6	2,7	40,0	4,9	6,5	52,5
	Редиго	93,5	97,0	1,0	2,0	3,5	2,4	5,5	66,0	4,8	8,1	27,5
	Баритон	25,0	72,0	1,0	2,9	47,0	2,0	2,6	25,0	-	-	-
	Ламадор	16,0	33,0	0,8	2,3	17,0	2,4	3,4	16,0	-	-	-

Однако в конкретном случае ретардантные свойства препаратов не снижали всхожесть семян, а лишь слегка затормаживали их развитие на начальном этапе роста, что способствовало появлению более густых и дружных проростков вики.

Лабораторная всхожесть семян в вариантах с Круйзером и Ламадором составила 100% и 99% – с Баритоном. Всхожесть – с Редиго была чуть выше контроля – 98%. Самым эффективным протравителем оказался Круйзер (100% всхожесть). В результате физиологического воздействия препарата рост (5,8 см, 6,3 см, 7,8 см – табл.) и развитие корневой системы протекал более интенсивно, обеспечивая активное формирование боковых корешков и корневых волосков.

Следовательно, все препараты для предпосевной обработки семян положительно влияли на жизнеспособность семян яровой вики Никольская.

Несколько другим был механизм воздействия протравителей на семена люпина узколистного. Проявилась сортовая реакция культуры. Так сорт люпина Орловский сидерат положительно отреагировал на предпосевную обработку семян препаратами Круйзер и Редиго. В частности, Круйзер с данным сортом проявил ростостимулирующие свойства: повысил энергию прорастания обработанных семян до 94% (в контроле – 88,5%), всхожесть до 99% (в контроле 98%). Как и на вике, под влиянием препарата у 83,5% проростков сформировались мощные разветвлённые корешки с корневыми волосками длиной более 7,4 см и длиной ростка более 6,7 см.

В варианте с Редиго энергия прорастания составила всего 65%, а всхожесть семян 98,5% (чуть выше контроля – 97%). Здесь превалируют ретардантные свойства препарата, поскольку 33,5% всхожих семян оказались в первой группе и 44% - в третьей, тогда как в контроле в первой группе только 9,5%, а в третьей – 65,5%.

Препараты Баритон и Ламадор явно снижали как энергию прорастания семян (38%, 67,5% соответственно), так и всхожесть (90,5%, 94,5% соответственно). При этом фитотоксичность Баритона заметно выше. Основная масса всхожих семян (52,5%) находится в первой группе, длина ростка составила 1-2 см, а длина корешка – 2,8-2,9 см. В варианте с Ламадором основная масса всхожих семян (66,5%) сосредоточена во второй группе; длина ростка составила 0,9-2,3 см, а длина корешка 3,5-4,4 см.

Иначе отреагировал на предпосевную обработку семян узколистной люпин Орловский. Максимальный процент энергии прорастания (94%) и максимальная всхожесть (98,5%) отмечена в контроле. При этом 94% проросших семян находились во второй группе; длина ростка – 3,4 см, длина корешка – 3,4 см

Энергия прорастания в вариантах: с Круйзером – 92,5% и Редиго – 93,5%, а всхожесть семян – 97,5% и 97% соответственно. Однако под влиянием Круйзера основная масса проростков (52,5%) по ростовым показателям вошла в третью группу (длина ростка составила 4,9 см, длина корешка – 6,5 см); 40% проросших семян находилось во второй группе (длина ростка здесь – 2,6 см, длина корешка – 2,7 см).

В варианте с Редиго 66% проросших семян вошло во вторую группу (длина ростка – 2,4 см, длина корешка – 5,5 см) и 27,5% – в третью (длина ростка – 4,8 см, длина корешка – 8,1 см). Проросшие семена в третьей группе и с Круйзером и с Редиго имели разветвлённые корешки с корневыми волосками.

На люпине Орловский фитотоксичность препаратов Баритон и Ламадор проявилась намного заметней, чем на сорте Орловский сидерат. Энергия прорастания семян в варианте с Баритоном составила 25% и 16% – с Ламадором; всхожесть семян – 72% и 32% соответственно. При этом основная масса всхожих семян – 47% у Баритона и 17% у Ламадора вошла в первую группу (табл.).

Заключение

Изучение системного инсектицидного протравителя Круйзер, КС – 1 л/т показало, что он является эффективным препаратом для предпосевной обработки семян яровой вики Никольская и узколистного люпина сорта Орловский сидерат. Всхожесть семян вики увеличилась на 3,0%, более сильные проростки имели разветвлённые корешки с корневыми

волосками. У люпина Орловский сидерат повышалась энергия прорастания (до 94%) и всхожесть семян (до 99%). Развитие проростков и корешков было такое же, как и на вике.

Системные фунгицидные протравители Баритон, КС – 1,5 л/т и Ламадор, КС – 0,2 л/т, оказывая ретардантное действие на энергию прорастания, увеличивали всхожесть семян яровой вики Никольская, способствовали появлению более густых и дружных проростков. Предпосевная обработка семян системными фунгицидными и инсектицидным препаратами выявила сортовую реакцию люпина, а именно, фунгицидные протравители Баритон и Ламадор снижали жизнеспособность семян узколистного люпина Орловский сидерат. На сорте люпина Орловский все испытанные препараты проявили фитотоксичность.

Литература

1. Система мероприятий по защите вики посевной от вредителей, болезней и сорняков. <https://knowledge.allbest.ru/agriculture/> (дата обращения: 15.01.2019).
2. Торопова Е. Ю., Стецов Г. Я. Предпосевное протравливание семян (методические аспекты) // Защита и карантин растений. – 2018. – №2. – С. 3-7.
3. Попов Д.Ю. Новые препараты для комплексной защиты семян зерновых культур // Защита и карантин растений. – 2017. №2. – С. 25-26.
4. Предпосевная обработка семян люпина узколистного инсектицидным протравителем – важный приём в защите культуры от вредителей. Плешак М.Г. РУП «Институт защиты растений» д. Прилуки, Минский район, Республика Беларусь. [https://catalog.ggau.by>downloads/SBOBNIKI/2012/STSHP.CH](https://catalog.ggau.by/downloads/SBOBNIKI/2012/STSHP.CH)(дата обращения: 15.01.2019).
5. Защита растений от вредителей и болезней. www.betaren.ru>russia/complex/ovoschi/ (дата обращения: 15.01.2019).
6. Абеленцев В.И. Факторы, снижающие эффективность обеззараживания семян // Защита и карантин растений, 2007, №3. – С. 28-29.
7. Каталог «Сингента». 2018. – 320 с.

THE IMPACT OF SYSTEMIC DISINFECTANTS ON THE VIABILITY OF SEEDS OF COMMON VETCH AND NARROW-LEAVED LUPINE

N.A. Chernen'kaya, V.I. Murzenkova

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The evaluation of the effectiveness of the use of system treaters in the treatment of seeds of spring vetch and of narrow-leaved lupine has been carried out in laboratory conditions. It has been established that - systemic insecticidal treater Kruiser, KS - 1 l/t is an effective preparation for pre-sowing treatment of seeds of spring vetch Nikolskaya and narrow-leaved lupine variety Orlovsky siderat. Seed germination of spring vetch seeds increased by 3% (to 100%), for lupine Orlovsky siderat germination energy increased by 5,5% and seed germination by 2% (to 99%). At the same time, both vetch and lupine had more developed sprouts with strong branched roots and root hairs.*

Systemic fungicidal disinfectants Baritone, KS – 1,5 l/t and Lamador, KS – 0,2 l/t, causing a delay in seedling development, increased the germination of seeds of the spring vetch Nikolskaya to 99% (Baritone – by 2%) and 100% (Lamador – by 3%).

Keywords: presowing treatment of seeds, systemic treaters, trial dressing, spring vetch, narrow-leaved lupine.

УДК 631.52.11, 633.1.324,1.045.631.1.981

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ С ВЫСОКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

А.М. МЕДВЕДЕВ, член-корр. РАН, **Н.Г. ПОМА**, кандидат биологических наук
В.В. ОСИПОВ, **А.В. ОСИПОВА**, **Е.Н. ЛИСЕЕНКО**, кандидаты с.-х. наук
И.Н. СЕРЕБРЕННИКОВА*, магистрант

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»
* ФГБОУ ВО ИЖЕВСКАЯ ГСХА

В Московской области в течение ряда лет изучено более 1,0 тыс образцов X.Triticosecale Wittmack из Мирового генофонда ВИР, а также получены с использованием в скрещиваниях лучших генотипов новые сорта озимой тритикале. В сравнении со стандартами Виктор и Гермес хорошие результаты по зимостойкости, урожайности, качеству зерна показал сортимент сортов селекции ФИЦ «Немчиновка» (Нина, Немчиновский 56, Гера), НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Доктрина 110, Докучаевский 13), Института цитологии и генетики СО РАН (Цекад 90), некоторые сортообразцы РУП НПЦ НАН Р. Беларусь (Рунь, Кастусь), Gro-S/AOS/Bushen/Rex/ из Польши. Авторами созданы новые сорта и линии по сбору зерна, значительно превышающие стандарты. В конкурсном сортоиспытании в 2014-2018 г.г. наиболее продуктивными оказались сорт Гера (8,66 т/га) и линия 6355-26-2-26 (8,08 т/га), при сборе урожая на делянках у стандартов Виктор – 7,39 т/га и Гермес – 7,60 т/га. Показано, что превосходство новых генотипов обусловлено тем, что они обладают хорошо озерненным колосом (50-60 зерен), повышенной массой 1000 зерен (до 65 гр.), имеют высокую сохранность к уборке и устойчивость к био- и абиострессорам.

Ключевые слова: озимая тритикале, зимостойкость, урожайность, сохранность растений, качество зерна.

Тритикале – первая зерновая культура, синтезированная человеком. Озимая тритикале довольно широко распространена в мире, особенно в Польше (более 1 млн. га.) [1]. В РФ площадь под этой культурой достигает 300 тыс. га при урожайности 3-5 т/га в основном фуражного зерна [2]. Более высокому сбору зерна тритикале в производстве мешает высокорослость растений, склонных к полеганию и поражение растений снежной плесенью [3, 4].

Цель работы – всестороннее изучение сортообразцов Мировой коллекции с выделением источников ценных признаков, создание новых высокопродуктивных сортов озимой гексаплоидной тритикале с урожайностью 12-13 т/га зерна отличного качества.

Методика исследований

Исследования выполняли в 2003-2018 гг. на опытных полях Московского НИИСХ «Немчиновка» (ныне Московский ФИЦ «Немчиновка»). Наблюдения и учеты осуществляли согласно методикам Б.А. Доспехова (1985) и Госсорткомиссии (1989), а также Методическим указаниям ВИР им. Н.И. Вавилова [5]. За годы исследований отмечено значительное варьирование погодных факторов в периоды вегетации растений. В осеннее время преобладал дефицит влаги, зимой наблюдались оттепели с выпадением и сходом снега, весной, как правило, отмечали недостаток тепла с обильными осадками. Четкий дефицит тепла в этот период имел место в 2015-2017 гг., когда сумма активных температур воздуха по сравнению со среднемноголетними нормами снижались на 15-20%, а сумма осадков повышалась

в	1,5-2,0	раза.
---	---------	-------

Выделенные по комплексу ценных признаков сортообразцы озимой тритикале, среднее за 2015-2018 гг.

№ п/п	Название сортообразца	Происхождение	Высота растений, см.	Устойчивость к полеганию, балл	Перезимовка растений, балл	Снежная плесень, балл	Анализ колоса			Урожай зерна, г/м ² ср. за 2015-2018 гг.
							число зерен, шт.	масса 1000 зерен, г.	масса зерна с колоса, г.	
1	St.-Гермес	Московский НИИСХ «Немчиновка»	115	5	7	5	52	58,1	3,2	690
2	St.-Московская 39		102	5	7	3	37	42,5	1,8	518
3	St.-Виктор		113	7	7	3	50	54,6	3,1	870
4	Ефремовская	МОВИР	117	7	9	3	58	56,5	3,1	878
5	Доктрина 110	НИИСХ ЦЧП	120	7	9	3	50	51,4	2,9	873
6	Цекад 90	Институт ГиЦ СО РАН	92	7	9	5	47	51,0	2,7	645
7	Нина	Московский НИИСХ «Немчиновка»	109	7	9	5	53	54,2	3,0	625
8	Гера		102	9	9	5	55	52,6	3,2	663
9	Сколот	Донской ЗНИИСХ	99	7	5	3	51	49,5	2,8	691
10	Трибун		91	9	5	5	56	52,0	2,6	628
11	Донслав		93	9	5	5	49	60,6	3,2	655
12	Алесь	Украина	135	5	7	3	56	53,8	2,9	831
13	Идея	РУП НПЦ НАН Р.Б.	108	7	7	5	58	56,4	3,5	700
14	№21240 т.	КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко	102	9	5	5	48	54,6	2,7	553
15	Gro-S/AOS/Bushen/REX	Польша	107	9	5	3	56	56,0	3,3	770
16	Prесо(Kill)Rex/AOS/Rex		108	9	5	3	57	54,0	3,0	778

Почва на опытных участках суглинистая, дерновоподзолистая с содержанием гумуса 2,0-2,5%, Ph почвенного раствора 4,6-6,0. Перед посевом тритикале осенью вносили основное удобрение – 350 кг/га азофоски. Посев проводили селекционной сеялкой, норма высева 5 млн. всхожих зерен на 1 га, размер делянок в КСИ 12 м² в 4-х кратной повторности, в контрольном питомнике 3-4 м², коллекционном – 1 м². Ранней весной в качестве подкормки посевов вносили 150 кг/га аммиачной селитры.

При определении качественных показателей зерна, муки, теста и хлеба применяли схему полного технологического анализа, включая физические, мукомольные и химические свойства зерна: (число падения по Хагбергу – Пертену, ГОСТ 27676-88; количество клейковины в муке определяли путем отмывания вручную, ГОСТ 51412-99; ИСО 7495-90, качество клейковины – на приборе ИДК-4).

Результаты и обсуждение

В ряде полевых и лабораторных опытов по изучению сортообразцов из Мировой коллекции выделили генотипы с рядом положительных признаков, включая устойчивость к био- и абиострессорам, высокую продуктивность растений, биохимические и хлебопекарные качества зерна и муки, многие образцы использованы в скрещиваниях с целью получения новых сортов озимой тритикале. В таблице 1 приведены отдельные сортообразцы, выделившиеся в 2015-2018 гг. Некоторые из них по урожайности приближались к стандартам Гермес и Виктор и лишь единичные номера в среднем за 4 года превышали по сбору зерна отмеченные высокопродуктивные, адаптивные к погодным условиям сорта-стандарты селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» (690-870 г/м²).

Особенно ценны по комплексу положительных признаков сорта Ефремовская (МОВИР), Доктрина 110 (НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева), Алесь (Украина), Идея (РУП НПЦ НАН Р.Беларусь), Пресо (Kill) Rex AOS (Rex) из Польши. Последний польский сортообразец положительно отличается от других меньшей вариабельностью в разрезе лет по сбору зерна. Даже в наиболее неблагоприятный по погодным условиям 2017 год генотип сформировал урожай, превышающий стандарт Гермес (540 и 340 г/м² соответственно). При скрещивании лучших сортообразцов Мировой коллекции с местным селекционным материалом создан ряд высокопродуктивных и высокоадаптивных к условиям региона перспективных линий и сортов Нина и Гера. Внесенный в Госреестр РФ с 2012 г. сорт Нина в своей родословной несет гены Дагестанского образца К-537, мексиканского К-386, Украинского 3/5, озимой мягкой пшеницы Инна селекции Московского НИИСХ «Немчиновка». В таблице 2 представлены данные по урожайности в конкурсном сортоиспытании лучших сортов и линий, полученных в Московском НИИСХ «Немчиновка».

Таблица 2

Урожайность лучших сортов и линий в КСИ (т/га)

Сорт (номер)	Годы испытаний					
	2014	2015	2016	2017	2018	среднее
Виктор, st.	6,90	9,30	6,17	8,90	5,70	7,39
Гермес st.	6,98	10,72	5,47	-	7,24	7,60
Немчиновский 56	8,12	8,86	6,63	-	7,63	7,81
Нина	7,40	9,65	6,78	7,65	7,38	7,77
Гера	9,51	11,34	7,49	7,28	7,70	8,66
6355-26-2-26	7,11	8,46	8,75	-	7,98	8,08

Лучшим по продуктивности оказался новый сорт Гера, превысивший в среднем за 4 года стандарт Виктор на 1,27 т/га, Гермес – на 1,06 т/га.

Хорошие данные получены по сорту Гера в Калужской области. Так в 2015 году на Боровском ГСУ урожай зерна сорта Гера составил 5,23 т/га, стандарта Тальва 3,01 т/га; на Кузьминичском – соответственно 3,05 и 2,64 т/га; Перемышльском – 3,96 и 3,29 т/га; Сухиничском – 1,90 и 1,75 т/га. Аналогичные показатели в отмеченном регионе получены в 2016-2017 гг., сорт Гера превосходил стандарт Тальва на 0,5-2,0 т/га.

Данные по урожайности новых линий в 2014-2018 гг. свидетельствуют о наличии в лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой тритикале ФИЦ «Немчиновка» перспективного селекционного материала. Линии 6414-25-15, 150-1-5, 6325-26-2-26, 1030-1-21, 618-1-6 в разрезе лет обеспечивали достоверные по сравнению со стандартом прибавки урожая. Например, в 2018 году сбор зерна у линии 1030-1-21 составил 8,09 т/га, линии 618-1-16 достигал 9,48 т/га при урожайности стандарта Виктор 5,70 т/га.

Определение качественной оценки зерна новых перспективных сортов и линий озимой тритикале Немчиновской селекции показывает, что по содержанию белка и клейковины выделяется ряд генотипов, в том числе линии 508-1-9, 618-1-16, 698-1-19. Содержание клейковины в 2016 году у них оказалось равным соответственно 27,7; 27,8 и 26,0% при объемном выходе хлеба – 560, 550 и 610 см³. По содержанию белка выделились новые линии 508-1-9 (13,4%), 6408-19-71 (13,26%) и 297-1-1 (15,58%), а также сорт Гера – 14,28%. У стандарта Виктор содержание белка составляло 12,57% и 10,8% клейковины.

Лучший хлеб получен из зерна нового сорта Гера, формовой хлеб имел из 100 г муки объемный выход 610 см³ и хорошую пористость – 4,0 балла, а подовой – повышенную формоустойчивость (0,45).

Не решенной остается проблема получения сортов зерновой тритикале с высокой устойчивостью к прорастанию зерна на корню. Повышенным числом падения (ЧП) выделяется сорт Гера (160 сек.). Из новых генотипов по данному показателю можно отметить линию 698-1-19 (137 сек.) и 990-1-71 (104 сек.). У стандарта Виктор показатель ЧП в 2016-2018 гг. не превышал 100 сек.

Заключение

Многолетние исследования генофонда Мировой коллекции озимой тритикале позволили выделить ряд перспективных генотипов, отличающихся повышенной экологической устойчивостью к экстремальным факторам внешней среды и высокой продуктивностью. Как исходный материал для селекции высокоурожайных, качественных сортов могут использоваться сортообразцы озимой тритикале Гермес, Нина, Гера, Ефремовская, Сколот, Алесь, польские Пресо(Kill) Rex/AOS/Rex (табл. 1). На основе лучших сортообразцов Мировой коллекции созданы новые сорта и линии, выделяющиеся высокими показателями продуктивности и качества зерна: Нина, Гера, линии 6355-26-2-26, 150-1-5 и другие.

Литература

1. Грабовец А.И. Селекция тритикале на Дону. Стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки. // Сб. Тритикале. – Ростов на Дону, вып.8. – 2018. – С. 22-26.
2. Медведев А.М., Осипов В.В., Осипова А.В. Поиск источников ценных признаков озимой тритикале с целью создания высокопродуктивных сортов, устойчивых к экстремальным факторам внешней среды // Сб. Тритикале. – Ростов на Дону, вып.8. – 2018. – С. 112-119.
3. Сандухадзе Б.И., Медведев А.М., Осипов В.В., Васютин А.С. Технология производства зерна озимых зерновых культур. – М. – 2015. – 216 с.
4. Соколенко Н.И., Комаров Н.И., Худякова А.С. Оценка сортообразцов тритикале в условиях Северо-Кавказского региона // Сб. Тритикале. – Ростов на Дону, вып. 8. – 2018. – С. 146-152.
5. Мережко А.Ф., Удачин Р.А. Методические указания. – Санкт-Петербург. – 1999. – 32 с.

ON THE ISSUE OF CREATING WINTER TRITICALE VARIETIES WITH HIGH RATES OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN IN THE CENTRAL REGION OF THE NON-BLACK EARTH ZONE OF RUSSIA

A.M. Medvedev, N.G. Poma, V.V. Osipov, A.V. Osipova, E.N. Liseenko, I.N. Serebrennikova*
FGBNU «FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

* FSBEI HE «IZHEVSKAYA STATE AGRICULTURAL ACADEMY»

Abstract: *In the Moscow region for a number of years studied more than 1.0 thousand samples of X.Triticosecale Wittmack from the World VIR gene pool, and also obtained using the best new varieties of winter triticale genotypes in crosses. In comparison to the standards Victor and Hermes good results in winter hardiness, yield, grain quality showed a selection range of FRC «Nemchinovka» (Nina, Nemchinovskij 56, Gera), of Voronezh NIISH (Doktrina 110, Dokuchaevskij 13), of SibNIIRS (Cekad 90). Some variety samples of RUP NPT NANR Belarus (Run', Kastus'), Pol'skij (Gro-S/AOS/Bushen/Rex/). The authors have created new varieties and lines for the collection of grain, far exceeding the standards. In competitive testing in 2014-2018, the most productive were the Hera variety (8,66 t/ha) and the line 6355-26-2-26 (8,08 t/ha) when collecting on the plots of standards Victor-7,39 t/ha and Hermes 7,60 t/ha. It is shown that the superiority of new genotypes is due to the fact that they have high grain content in the ear (50-60 grains), an increased weight of 1000 grains (up to 65 g), have a high safety for harvesting and resistance to bio-and abiostressors.*

Keywords: winter triticale, winter hardiness, yield, plant safety, grain quality.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11079

УДК 633.16:631.527

ОЦЕНКА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ КРУПЯНОГО НАПРАВЛЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

О.В. ЛЕВАКОВА, Л.М. ЕРОШЕНКО*, кандидаты сельскохозяйственных наук

ИНСТИТУТ СЕМЕНОВОДСТВА И АГРОТЕХНОЛОГИЙ – ФИЛИАЛ ФГБНУ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ»

*ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

Исследование по выделению перспективных сортов и линий ячменя направленной селекции для крупяной промышленности, оценка их технологических свойств и потребительских достоинств в сравнении с уже районированными сортами является весьма актуальным направлением. Для целей перерабатывающей промышленности были исследованы технологические свойства зерна ячменя перспективных сортов и селекционных сортообразцов конкурсного сортоиспытания, изучены потребительские свойства ячменной крупы, полученной из исходного зерна и зерна, подвергнутого гидротермической обработке. В ходе исследований установлено, что сорта Владимир, Надежный и новые сорта, находящиеся на Госсортоиспытании – Златояр, Сударь и Знатный, имели самую высокую массу зерна, которая составляла 711-720 г/л. Наибольшую массу 1000 зерен (50,5-51,2 г) имели сорта Владимир, Нур и Златояр. Показатель «выход крупы за 4 мин.», соответствующий 56,6 и 57,6% при стекловидности 33,2-41,8% характеризовал высокие потенциальные возможности зерна пивоваренных сортов Надежный, Сударь, Знатный и селекционного сортообразца 141/1-09h 746 для использования на перловую крупу. Светло-кремовый цвет каши сваренной крупы, соответствующий 5 баллам, в годы исследований имели сорта Яромир, Нур, Московский 86, Златояр и Знатный. Высокие показатели стекловидности (42,8-45,2%) были у самых крупнозерных сортов Нур и Златояр. Наряду с ценными технологическими свойствами, выделенные в ходе исследований сорта и селекционные линии обладают хорошей продуктивностью. В условиях Рязанской области сорта Надежный и Яромир показали наивысшую урожайность 7,83-7,89 т/га. Вместе с тем показатель уровня стабильности сорта всех номеров конкурсного испытания оказался ниже стандарта (Пусс=43,2-95,9). Наибольшую селекционную ценность относительно

стандарта имели сорта Надежный, Сударь, (Пусс=89,0-94,1), Златояр, Знатный и селекционные сортообразцы 35/1-09 h 662 и 141/1-09 h(Пусс=82,0-95,9).

Ключевые слова: яровой ячмень, селекция, сорт, сортообразец, крупа, каша, содержание белка, урожайность.

Ячмень является одной из ведущих культур мира, благодаря своим огромным приспособительным возможностям, высокой урожайности и разностороннему использованию [1]. Сейчас ячмень в структуре экспорта зерновых в целом по России занимает второе место после пшеницы и практически сравнялся с ней по цене. Рост цен на ячмень продолжается и в настоящее время [2]. Ячмень используют в крупяной, мукомольной, пищевоконцентрированной, пивоваренной и спиртовой промышленности. В нем имеется весь набор незаменимых аминокислот (лизин, метионин, триптофан и др.) и достаточно сбалансированный химический и минеральный состав [3, 4, 5, 6].

По данным И.М. Скурина и В.А. Тутельяна [7] использование ячменя на переработку в крупу определяется, прежде всего, его химическим составом и энергетической ценностью (315 ккал). Из ячменя вырабатывают продукты питания: перловую и ячневую крупу, ячменную муку применяют в хлебопечении, добавляя к пшеничной или ржаной муке. Полученная из ячменя перловая и ячневая крупа имеет широкое и разнообразное применение. На сегодняшний день в нашей стране и за рубежом из зерна ячменя вырабатываются различные крупяные продукты. Актуальным становится производство продуктов быстрого приготовления, с минимальным временем варки, расширяющих видовой состав продукции на зерновой основе.

Актуальность создания и внедрения в производство новых перспективных сортов ячменя, дающих больший выход готовой продукции и обладающих более высокой пищевой ценностью, диктуется постоянно растущим спросом перерабатывающей промышленности.

Наиболее важным из основных путей достижения высоких результатов в данной области является выявление ценных, перспективных форм ячменя, получивших высокую оценку технологических свойств.

Материалы и методика исследований

Для выделения на крупяные цели источников новых сортов и перспективных линий ярового ячменя в 2013-2017 гг. были проведены полевые исследования в конкурсном сортоиспытании, где каждый год исследуется 50-55 сортов и линий местной селекции по основным хозяйственно биологическим признакам. Селекционная работа по экологическому испытанию ячменя ведется совместно с ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Опыты закладывали и проводили согласно Методики госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) и Методике полевого опыта по Б.А. Доспехову (1985). Оценка экологической пластичности проводилась по методу, предложенному Э.Д. Неттевичем, А.И. Моргуновым и М.И. Максименко [8].

Стандартный сорт – Яромир. Повторность четырехкратная. Учетная площадь делянки 12 м², норма высева 5,0 млн. всхожих зерен на га. Агротехника – общепринятая для данной культуры. Разнообразие и контрастность погодных условий в годы исследований способствовали объективной оценке изучаемого материала. Образцы ячменя оценивали по показателям: содержание белка в зерне (ГОСТ 10846-91), масса 1000 зерен (ГОСТ 10842-89).

Полевые исследования проведены на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве, глубина пахотного слоя 27-30 см. Агротехнические показатели: общий азот – 0,24%, содержание гумуса в слое 0-40 см (по Тюрину) – 5,19%, азот гидролизный – 123,5 мг/кг, РН солевой вытяжки – 4,92 мг – экв/100 г; подвижного фосфора 34,6 мг/100 г (по Кирсанову), подвижного калия – 20,0 мг/100 г (по Масловой). Предшественник – озимая пшеница.

Учет урожая проведен сплошным способом. Урожайность каждого образца приведена к стандартной влажности (14%).

Результаты исследований

По важнейшим технологическим показателям качества зерна – натура (не менее 630 г/л) и содержание мелких зерен (проход через сито с отверстиями 2,2x20 мм, не более 5%),

все номера конкурсного сортоиспытания в различные годы (2015 – благоприятный; 2013, 2016, 2017 – влажные; 2014 – сухой) соответствовали требованиям ГОСТ 28672-90 для использования ячменя на крупяные цели.

Натура и масса 1000 зерен, характеризующие крупность зерна, являются основными показателями качества ячменя как сырья для производства крупяных продуктов [9]. У сортов Владимир, Надежный, Златояр, Сударь и Знатный натура зерна составляла 711-720 г/л (табл.1). Наибольшую массу 1000 зерен (50,5-51,2 г) имели сорта Владимир, Нур и Златояр. По данным В.С. Иунихиной и М.А. Вайтаниса указанные параметры тесно коррелируют с выходом перловой крупы [10].

Существенным признаком, не учитываемом в стандарте, является стекловидность зерна, отражающая особенности микроструктуры эндосперма. При получении из ячменя перловой крупы, лучший внешний вид и больший объемный выход продукта, связаны с переработкой полустекловидного и мучнистого ячменя. Высокие кулинарные качества перловой крупы, выработанной из такого ячменя, во многом объясняются мучнистой рассыпчатой консистенцией зерна, очень светлым и рыхлым крахмалом эндосперма, обладающим высокой гигроскопичностью, а, следовательно, и высокой набухаемостью.

Таблица 1

Крупяные качества зерна и урожайность сортов и лучших линий ярового ячменя, КСИ, среднее за 2013-2017 гг.

Сорт, линия	Крупа				Каша			Содержание белка, %
	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Выход крупы за 4 мин, %	Коэфф. разваримости, балл	Консистенция каши, балл	Цвет каши, балл	
Яромир	699	48,8	34,6	55,5	6,2	5,0	4,6	12,6
Владимир	703	50,5	40,2	57,0	6,2	4,8	3,6	13,3
Ксанаду	695	42,7	31,8	53,4	6,1	4,6	3,4	13,5
Нур	682	50,5	42,8	57,7	6,3	5,0	5,0	13,1
Московский 86	698	48,2	35,2	54,4	5,9	4,8	4,8	12,6
Надежный	714	47,0	39,8	57,6	6,2	4,6	4,0	11,7
Сударь (ГСИ)	711	47,1	41,8	57,2	5,9	4,5	3,8	12,0
Златояр (ГСИ)	711	51,2	45,2	56,5	6,2	4,8	4,6	13,8
Знатный (ГСИ)	720	48,8	34,7	56,6	5,9	5,0	4,6	11,6
35/1-09 h 662	689	42,6	17,4	52,6	5,9	4,2	3,2	12,2
141/1-09h 746	693	49,4	33,2	57,4	5,9	4,4	4,4	11,7
Среднее	701	47,9	36,1	56,0	6,06	4,7	4,2	12,6

Считается, что лучшие сорта таких ячменей можно использовать как в крупяной, так и в пивоваренной промышленности. Показатель «выход крупы за 4 мин.», соответствующий 56,6 и 57,6% при стекловидности 33,2-41,8% характеризовал высокие потенциальные возможности зерна пивоваренных сортов Надежный, Сударь, Знатный и селекционного сортообразца 141/1-09h 746 для использования на перловую крупу.

Однако главным условием максимально возможного выхода перловой крупы с высокими потребительскими достоинствами являются высокие оценки цвета (не менее 4,5 балла), развариваемости и консистенции готовой каши. Очень часто светло-кремовый цвет каши сваренной крупы, соответствующий 5 баллам, в годы исследований имели сорта Яромир, Нур, Московский 86, Златояр и Знатный. Пивоваренные сорта Надежный, Сударь и селекционные линии 35/1-09 h 6621, 141/1-09h 746 характеризовались более низкими значениями этого показателя, очень важного при включении новых сортов в Госреестр в список ценных, пригодных для крупяного назначения. Самая низкая оценка цвета (3,4 балла) и невысокая консистенции (4,6 балла) каши отмечена у сорта немецкой селекции Ксанаду.

Наибольший выход ячневой крупы высокого качества можно получить при переработке высоко стекловидного ячменя. В условиях 2013-2017 гг. высокие показатели стекловидности (42,8-45,2%) были у самых крупнозерных сортов Нур и Златояр.

Проводимые ранее нами исследования ячменя на пивоваренные цели [11] так же показали, что наилучшие технологические показатели качества зерна (содержание белка - не более 12,0% и экстрактивность – больше 79,0%) имели выделенные в данном исследовании сорта Надежный, Сударь, Знатный и сортообразец 141/1-09 h 746, отличающиеся высокой адаптивностью и устойчивостью к различным неблагоприятным факторам среды.

Наряду с ценными технологическими свойствами, выделенные в ходе исследований сорта и селекционные сортообразцы, обладают хорошей продуктивностью. Установлено, что величина селекционной ценности у сортов ячменя более поздней селекции выше и имеет положительный тренд. Данные экологического сортоиспытания за эти годы свидетельствуют о высоком конкурентном преимуществе новых сортов (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность лучших сортов и перспективных линий
в условиях Центра Нечерноземья, 2013-2017 гг.**

Сорт, линия	ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»			ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ		
	Урожайность т/га	CV,%	П _{усс} по Неттевичу, Моргунову	Урожайность т/га	CV,%	П _{усс} по Неттевичу, Моргунову
Яромир, ст	5,83	29,5	100,0	7,83	15,2	100,0
Владимир	5,79	36,0	80,6	6,59	19,8	64,8
Ксанаду	4,57	66,0	27,5	6,55	14,8	85,8
Нур	5,74	38,2	74,8	7,10	22,2	62,1
Московский 86	5,53	35,5	86,6	6,56	29,5	43,2
Надежный	6,45	29,9	120,6	7,89	17,2	89,0
Сударь	5,78	35,3	81,9	7,61	15,7	94,1
Златояр	6,17	33,0	105,8	7,74	16,4	91,6
Знатный	5,91	24,7	132,0	7,58	16,8	87,8
141/1-09h 746	6,03	33,2	95,1	7,64	18,1	82,0
среднее	5,90	35,9	90,8	7,28	18,6	79,9

Установлено, что в условиях Рязанской области получены более высокие и стабильные урожаи этой культуры, а в условиях ФИЦ «Немчиновка» отмечены значительные колебания урожая ярового ячменя по годам. Средние показатели урожайности лучших номеров за этот период в Московской области были на 19,0% меньше, чем в Рязанской области, коэффициент ее варьирования на 17,3% выше. Превышение показателя уровня урожайности и стабильности стандартного сорта Яромир в условиях Подмосковья (Пусс=105,8-132,0) отмечено у сортов Надежный, Златояр и Знатный. В условиях Рязанской области сорта Надежный и Яромир показали наивысшую урожайность 7,83-7,89 т/га. Вместе с тем показатель уровня стабильности сорта всех номеров конкурсного испытания оказался ниже стандарта (Пусс=43,2-95,9). Наибольшую селекционную ценность относительно стандарта имели сорта Надежный, Сударь, (Пусс=89,0-94,1), Златояр, Знатный и селекционные сортообразцы 35/1-09 h 662 и 141/1-09 h746 (Пусс=82,0-95,9).

Заключение

На основании проведенных исследований следует, что выведение новых перспективных сортов ячменя направленной селекции для крупяной промышленности, оценка их технологических свойств и потребительских достоинств, в сравнении с уже районированными сортами, является весьма актуальной. Сравнительная оценка технологических свойств зерна, качества крупы и каши выявила особую ценность зерна сортов Московский 86, Нур, Златояр и Знатный для производства перловой и ячневой крупы. Сорта Надежный, Сударь, Златояр, Знатный и селекционный сортообразец 141/1-09 h746 помимо хороших крупяных качеств, обладают стабильной и высокой урожайностью.

Литература

1. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. – Киров, – 2006. – 488 с.
2. <https://tass.ru/ekonomika/4755418>
3. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна. – М.: Росагропромиздат, – 1991. – 206 с.
4. Вайтанис М., Мелешкина Л. Влияние крупности зерна на свойства ячменя Алтайского края // Хлебопродукты. – 2006. – № 6. – С. 62-63.
5. Зенкова А.Н., Лопатинский С.Н., Федоренко С.Ф. Быстроразваривающаяся ячменная крупа. – М.: ЦНИИТЭИ, – 1978. – 32 с.
6. Цандекова О.Л. Биохимические показатели качества зерна у голозерных и пленчатых ячменей // Зерновое хозяйство. – 2007. – № 7. – С. 18-19.
7. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под редакцией член-корр. МАИ И.М. Скурина и академика РАМН В.А. Тутельяна. - М.: ДеЛипринт, – 2002. – 236 с.
8. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 1. – С. 66-73.
9. Анисимова Л.В., Выборнов А.А. Технологические свойства зерна ячменя при переработке в крупу и муку // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4-4. – С. 151-155.
10. Иунихина В.С., Вайтанис М.С. Влияние физико-механических свойств зерна ячменя на выход перловой крупы // Портал «Хранение и переработка зерна», 2018. <http://hipzmag.com/tehnologii/pererabotka>.
11. Левакова О.В., Ерошенко Л.М., Ерошенко А.Н. Селекционная работа на улучшение продуктивности и пивоваренных качеств ярового ячменя // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 6. – С. 38-40.

EVALUATION OF SPRING BARLEY GRAIN DIRECTION WITH IMPROVED PRODUCTIVITY FOR THE PURPOSES OF THE PROCESSING INDUSTRY IN THE CENTRAL NON-BLACK EARTH ZONE

O.V. Levakova, L.M. Eroshenko*

INSTITUTE OF SEED INDUSTRY AND TECHNOLOGY – BRANCH OF FEDERAL STATE BUDGET SCIENTIFIC INSTITUTION «FEDERAL RESEARCH CENTER OF AGRICULTURAL ENGINEERING VIM»

*FEDERAL STATE BUDGETARY INSTITUTION «FEDERAL RESEARCH CENTRE «NEMCHINOVKA»

Abstract: *A study on the identification of promising varieties and lines of barley for target grain breeding for the goats industry, an assessment of their technological properties and consumer advantages in comparison to already zoned varieties is a very topical area. For the purposes of the processing industry, the technological properties of barley grain of promising varieties and selection varieties of competitive variety trials were investigated, consumer properties of barley cereals obtained from the original grain and the grain subjected to hydrothermal treatment were studied. In the course of the research, it was established that the varieties Vladimir, Nadezhnyj and new varieties under State testing – Zlatoyar, Sudar 'and Znatnyj, had the highest nature of grain, which was 711-720 g/l. The largest weight of 1000 grains (50,5-51,2 g) had varieties Vladimir, Nur and Zlatoyar. The indicator «goats outcome in 4 minutes», corresponding to 56,6 and 57,6% with a glassiness of 33,2-41,8%, characterized the high potential of brewing grain Nadezhnyj, Sudar ', Znatnyj and a selection variety 141 / 1-09h 746 for use for pearl barley. Light cream color of porridge of the cooked goats, corresponding to 5 points, in the years of research had varieties Yaromir, Nur, Moskovskij 86, Zlatoyar and Znatnyj. The highest indicators of glassiness (42,8-45,2%) were found in the most large-grained varieties Nur and Zlatoyar. Along with valuable technological properties, the varieties and breeding lines selected during the research have good productivity. Under the conditions of the Ryazan region, the varieties Nadezhnyj and Yaromir showed the highest yield of 7,83-7,89 t/ha. At the same time, the indicator of the level of stability of the variety of all numbers of competitive tests was below the standard (Puss=43,2-95,9). The highest selection value relative to the standard had varieties Nadezhnyj, Sudar', (Puss=89,0-94,1), Zlatoyar, Znatnyj and breeding samples 35/1-09 h 662 and 141/1-09 h (Puss=82,0-95,9).*

Keywords: spring barley, selection, variety, line, cereals, porridge, productivity, protein content.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ОВСА СЕЛЕКЦИИ ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

А.Д. КАБАШОВ, М.Ю. ЖУКОВА*, Н.М. ВЛАСЕНКО,

кандидаты сельскохозяйственных наук

А.С. МАРКОВА, Я.Г. ЛЕЙБОВИЧ, Л.Г. РАЗУМОВСКАЯ, З.В. ФИЛОНЕНКО

ФГБНУ «ФИЦ «НЕМЧИНОВКА», e-mail: ovesmoskov@yandex.ru

* ФГБНУ «НОВГОРОДСКИЙ НИИСХ», e-mail: novniptisx@yandex.ru

Наиболее объективную и ускоренную оценку перспективного селекционного материала позволяет получить широкое экологическое испытание. С 2008 года усилиями селекционеров овсянников организована сеть широкого экологического испытания в Европейской части территории Российской Федерации (в 1, 3, 4, 5 и 7-х регионах). Данная кооперация между научно-опытными учреждениями сельскохозяйственного профиля позволила испытать в 2015-2018 гг. 25 лучших линий ярового пленчатого и голозерного овса, выделившихся в конкурсном сортоиспытании ФИЦ «Немчиновка». На основе полученных данных переданы в Государственную комиссию по сортоиспытанию сорта овса Немчиновский 61, Опольный, Архан. Признаны перспективными для дальнейшего изучения еще 7 линий. Изучение урожая зеленой массы в Новгородском НИИСХ за 2017-2018 гг. показало преимущество сорта Залп по урожаю зеленой массы – 25,8 т/га. На втором месте по урожаю зеленой массы – 21,2 т/га были сорта Лев и Немчиновский 61. Из этого следует, что голозерный овес Немчиновский 61 можно использовать также для получения высоких урожаев зеленой массы, сенажа и силоса. Также в статье предлагаются технологические приемы, позволяющие повысить полноту вышелушивания в процессе комбайнирования и подработки урожая.

Ключевые слова: овес, экологическое испытание, урожайность, зеленая масса, вышелушивание.

Значение экологического испытания сортов можно как нельзя лучше выразить словами, высказанными Уильямом Эшби: «Науку мало интересуют факты достоверные только для данного эксперимента и места проведения исследования, она ищет обобщение повторяющихся свойств явления, на основании которых устанавливаются закономерности постоянные для многих регионов при различных условиях» [1].

У истоков экологического сортоиспытания сортов овса в СССР стоял выдающийся селекционер Е.В. Лызлов [2, 3]. Созданная им сеть охватывала практически все регионы страны, где возделывался овес. В перестроечные годы связи между научно-опытными учреждениями сельскохозяйственного профиля в значительной степени были утрачены. Селекционеры Московского НИИСХ «Немчиновка» в этот период сотрудничали только с учеными Ульяновского НИИСХ и Курского НИИ АПП, где испытывали свои лучшие линии, выделившиеся в конкурсном сортоиспытании. В Ульяновский НИИСХ передавались также для отбора элит с последующей закладкой первого селекционного питомника не менее 10 номеров из питомника размножения гибридных популяций. За последние 10 лет утраченные связи между селекционерами на территории Европейской части РФ удалось частично восстановить. В настоящее время экологическая сеть охватывает Котласскую СХОС, Владимирский, Тульский, Калужский, Чувашский НИИСХ, Ижевскую ГСХА, Курский НИИ АПП, Ульяновский, Чеченский НИИСХ. С ними заключены договора о совместном выведении новых сортов овса (рис. 1). Сорта и лучшие линии овса изучают также в Великом

Новгороде и Смоленске. Лаборатория сотрудничает с ближним зарубежьем – Актюбинская СХОС (Казахстан) и дальним зарубежьем – Центр аграрных исследований Венгерской Академии Наук (Мартонвашар, Венгрия). Лучшие сорта овса селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» испытывались ранее в Научно-производственном обществе Агро-Интер Украина и Крымском НИИСХ, однако в последнее время работа с ними прекращена.

Широкое экологическое испытание позволяет объективно оценить урожайность испытываемых линий, устойчивость к наиболее распространенным и вредоносным заболеваниям до передачи новых сортов на государственное сортоиспытание [4, 5]. При этом не удлиняются сроки изучения линий, появляется возможность создания сортов с широкой экологической пластичностью [6].

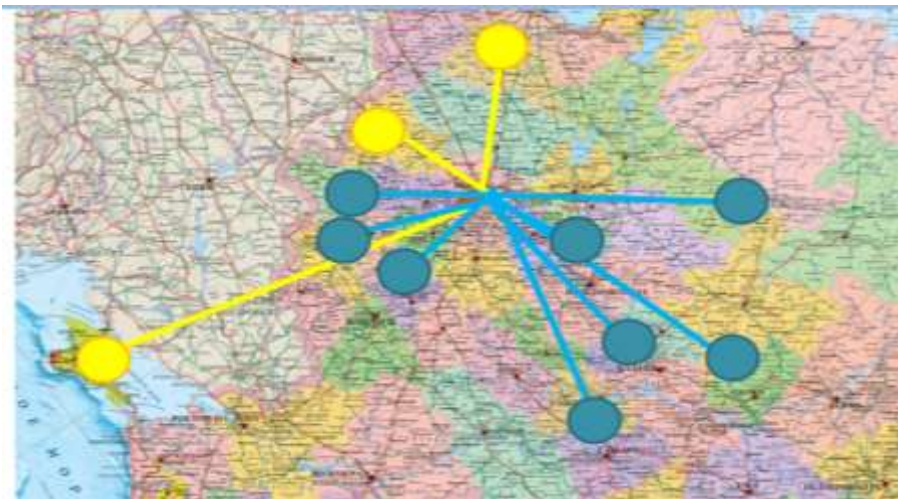


Рис. 1. Пункты испытания лучших линий овса ФИЦ «Немчиновка»

Материалы и методика исследований

Ежегодно нашим партнерам высылаются семена 3-4 линий, выделившихся по комплексу хозяйственно ценных признаков в конкурсном сортоиспытании в Немчиновке. Линии испытываются в 4-6 кратной повторности на делянках площадью 10 м² по Методике государственного сортоиспытания [7, 8].

Помимо урожайности оценивается устойчивость к полеганию и наиболее вредоносным заболеваниям в данной местности. Изучается пленчатость, натура, биохимический состав зерна. В качестве стандартов используются различные сорта: в Московском НИИСХ «Немчиновка», Ижевском и Владимирском НИИСХ – сорт Яков, в Калужском НИИСХ – Буланный, в Тульском НИИСХ – Залп, в Курском НИИ АПП – Борец, в Чувашском НИИСХ – Адамо, в Ульяновском НИИСХ – Конкур, в Котласской СХОС – Кречет, в Актюбинской СХОС – Байге и Аламан, в Чеченском НИИСХ – Лев. Урожайность голозерных линий в ряде пунктов оценивается также в сравнении с голозерным стандартом, в качестве которого используется сорт Вятский. Урожайность голозерных линий считается в наших исследованиях достаточной, если она превышает урожай голозерного стандарта или уступает пленчатому стандарту не более, чем на 25% [9]. Данные по урожайности испытываемых сортов обрабатывают методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). К концу года информация об испытании линий стекается к нам в лабораторию. Данные анализируются, составляется отчет, который рассылается по электронной почте всем участникам экологического сортоиспытания и они обладают всей полнотой информации.

Результаты исследования и их обсуждение

Основные результаты экологического испытания линий овса за 2015-2018 гг. приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что ряд линий имели превышение над стандартными сортами за несколько лет и в разных регионах. Так, линия 10h2401 в 2015-2016 гг. выделилась в 1-м регионе (Котласская СХОС), в 2015-2017 гг. – в 3-м регионе (Владимирский НИИСХ), в 2015 г. – в 4-м регионе (Чувашский НИИСХ) и 5-м регионе в

2016-2017 гг. (Курский НИИ АПП). В итоге эта линия под названием сорт Архан в 2017 году была передана на государственное сортоиспытание совместно с Котласской СХОС.

Несколько меньшую экологическую пластичность имела линия 35h2351. Она давала прибавку урожая в 2015 г. в 3 регионе (Владимирский НИИСХ), а в 2015-2016 гг. в 5 регионе (Курский НИИ АПП). Благодаря хорошей устойчивости к полеганию и наличию компактной метелки линию под названием сорт Опольный также в 2017 году передали на государственное сортоиспытание совместно с Владимирским НИИСХ.

По голозерному овсу хорошие результаты по урожайности имела линия 61h2364, которая показала превосходство над стандартом в 2016-2017 гг. в 3-м регионе, в 2018 г. – в ФИЦ «Немчиновка» и 5-м регионе в 2016-2017 гг. Под названием Немчиновский 61 линия была передана в 2017 г. на государственное сортоиспытание в соавторстве с Владимирским, Тульским НИИСХ и Курским НИИ АПП.

Наилучшие показатели по данным таблицы 1 для передачи в последующие годы на государственное сортоиспытание имеют линия пленчатого овса 46h2438 и линия голозерного овса – 57h2396. Первая из них сформировала урожай зерна выше, чем у стандартных сортов в 3, 4, 7-м регионах и Западном Казахстане. В 2016 году она выделилась в Калужском НИИСХ, ФИЦ «Немчиновка», Чувашском НИИСХ и Казахстане. В 2017 году линия 46h2438 превысила стандарт по урожайности в Тульском, Ульяновском и Владимирском НИИСХ, ФИЦ «Немчиновка». В 2018 году отмечено превосходство линии по урожайности над стандартными сортами в Тульском, Чувашском НИИСХ, Ижевской ГСХА и Казахстане.

Таблица 1

Превышение над стандартом лучших линий ярового овса в экологическом испытании (т/га), среднее за 2015-2018 гг.

Линия	Регион					
	1	3	4	5	7	Казахстан
	2015 г.					
10h2401	1,6	0,45 ¹	0,37 ⁵	-	-	0,42
35h2351	-	0,41 ¹	-	0,63	-	-
57h2396*	-	0,65 ¹ ; 0,55 ²	0,27 ⁶	-	-	-
2016 г.						
10h2401	0,8	0,32 ¹	-	0,52	-	-
57h2396*	X	1,36 ¹	-	X	0,24	-
61h2364*	-	0,3 ¹	0,32 ⁶	X	-	-
46h2438	-	0,6 ³ ; 0,56 ⁴	1,1	-	-	1,2
35h2351	-	-	-	0,71	-	-
2017 г.						
10h2401	-	1,09 ¹	-	0,75	-	-
57h2396*	X	0,61 ¹ ; 0,09 ⁴	1,97	-	-	-
61h2364*	-	0,87 ¹ ; 1,9 ²	-	X	-	-
46h2438	-	1,14 ¹ ; 0,4 ² ; 0,86 ⁴	-	-	0,20	-
2018 г.						
57h2396*	-	0,26 ¹	-	-	-	-
61h2364*	-	0,47 ⁴	-	-	-	-
46h2438	-	0,23 ²	0,31 ⁵	-	-	0,25

Условные обозначения: 1 – Владимирский НИИСХ, 2 – Тульский НИИСХ, 3 – Калужский НИИСХ, 4 – ФИЦ «Немчиновка», 5 – Чувашский НИИСХ, 6 – Ижевская ГСХА; x – уступал пленчатому стандарту на 25% и менее; * – голозерный овес.

Линия голозерного овса 57h2396 была выделена в 2015-2016 гг. в 1-м регионе (Котласская СХОС), в 3-м регионе в 2015-2018 гг. (Владимирский, Тульский НИИСХ, ФИЦ

«Немчиновка»), в 4-м регионе в 2015 и 2017 гг. (Ижевская ГСХА), в 5-м регионе в 2016 г. (Курский НИИ АПП) и в 2016 г. – в 7-м регионе (Ульяновский НИИСХ).

Всего за годы исследований в экологическом испытании изучалось 25 линий овса. Три перечисленные выше проходят государственное сортоиспытание. Линия голозерного овса 57h2396 имеет хорошие перспективы для передачи в госсортоиспытание, но требует дальнейшего селективного из-за расщепления по признаку опушения краев листа ниже флагового листа. Еще 6 линий, не вошедших в таблицу, имеют перспективы для дальнейшего изучения, остальные – выбракованы.

Необходимо подчеркнуть, что при проведении широкого экологического сортоиспытания лаборатория сталкивается с трудностями, вызванными, с одной стороны, ограниченным количеством семян, полученных в КСИ, с другой стороны – происходящей иногда утратой семенного материала в точках испытаний.

Анализируя полученные данные, нельзя не отметить, что в Московском НИИСХ «Немчиновка» и у наших соисполнителей были получены различные данные о полноте вышелушивания семян сорта Немчиновский 61. Было высказано мнение, что сорт генетически неоднороден или засорен пленчатым овсом. Необходимо отметить, что данные о полноте вышелушивания провоцируют это мнение (табл. 2).

Таблица 2

Полнота вышелушивания семян сорта Немчиновский 61 (данные Тульского НИИСХ)

Год	2014	2015	2016	2017	2018
Процент вышелушивания, %	76,0	92,0	64,0	85,0	97,0

Дело в том, что в Московском НИИСХ «Немчиновка» при подработке зерна используются шасталки (остеоломатели), которые, не травмируя зародыш, позволяют подшелушивать зерновки голозерного овса с полнотой до 97-99%. Наши партнеры, к сожалению, этой машины не имеют. За рубежом остеоломатели известны давно и используются в производстве.

Нами отмечено, что на полноту вышелушивания оказывают влияние режимы работы молотильного аппарата комбайна. На семенные цели уборку следует проводить в щадящем режиме с частотой вращения молотильного барабана комбайна 900 об/мин, при уборке же на товарные цели – необходимо увеличить частоту вращения барабана до 1300 об/мин и уменьшить зазор между барабаном и декой. Лучшее вышелушивание достигается также при достаточном уровне минерального питания, уборка проводится в фазу полной спелости зерна при влажности не выше 16%. Оптимальная норма высева 4,5-5,0 млн. всхожих зерен/га.

На равнинах Чеченской республики посев яровых зерновых культур начинается в конце февраля начале марта. Важнейшим условием получения высокого урожая зерновых культур является максимально возможное использование весенней влаги. Допущенные к использованию в 6-м регионе сорта зимующего овса не в полной мере отвечают современным требованиям сельского хозяйства из-за склонности к полеганию. Директором Чеченского НИИСХ Магомедом Гаплаевым были получены 5-ти летние данные о преимуществе подзимнего посева ярового овса Конкур в сравнении с весенним, разница урожая достигала 0,7-1,0 т/га и более. Полученные данные свидетельствуют о необходимости выведения сортов зимующего овса для 6-го региона.

В опытах Новгородского НИИСХ наибольшую стабильность по формированию зеленой массы в неблагоприятных условиях продемонстрировал сорт Залп. Урожай зеленой массы в 2017 году – 26 т/га, в 2018 г. – 25,8 т/га. Также хороший результат показали сорта Лев и Немчиновский 61 – 21,2 т/га. По результатам данных за 2017-2018 гг. следует отметить, что голозерный овес Немчиновский 61 так же можно использовать для получения высоких урожаев зеленой массы, сенажа и силоса. В фазу выметывание в зеленой массе

голозерного овса в пересчете на сухое вещество содержалось 26,1% клетчатки, 13,9% сырого протеина, 0,86 кг/кг кормовых единиц, 10,3 МДж обменной энергии.

Заключение

Таким образом, несмотря на неизбежные трудности при организации и проведении таких масштабных исследований, ориентация на широкое экологическое испытание при селекции полностью себя оправдывает. Это подтверждается результатами: из 24 сортов ярового овса, только 6 выведены селекционерами ФИЦ «Немчиновка» без участия партнеров. Наиболее плодотворным оказалось сотрудничество с селекционерами Ульяновского НИИСХ, результатом которого стало создание сортов ярового овса Конкур, Дерби, Рысак, Стиплер, Всадник, Кенгер, а сорт Грум проходит в настоящее время государственное сортоиспытание. В 2017 г. переданы на государственное сортоиспытание сорта пленчатого овса: Архан совместно с Котласской СХОС, Опольный – с Владимирским НИИСХ и сорт голозерного овса Немчиновский 61 – совместно с Владимирским, Тульским НИИСХ и Курским НИИ АПП.

Литература

1. Эшби У. Р. Введение в кибернетику / М.: Издательство иностранной литературы, под ред. В. А. Успенского – 1959 – С.211.
2. Лызлов Е.В., Магуров П.Ф. Селекция и семеноводство овса в центре России / Основные итоги научных исследований по сельскому хозяйству в Центральном районе Нечерноземной зоны России (70 лет НИИСХ ЦРНЗ). Под. Ред. Войтовича Н.В. – М., Немчиновка, – 2001. – С. 165-170.
3. Магуров П. Ф., Кабашов А. Д., Лейбович Я. Г., Разумовская Л. Г., Филоненко З. В. Краткие итоги селекции овса / Селекция зерновых культур и технология их возделывания в Центральном федеральном округе РФ. – М.: – 2013. – С.73-79.
4. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. – 2-е изд. / – М.: – 1959. – 58 с.
5. Гончаренко А.А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи. – М.: – 2014. – С. 309-318.
6. Неттевич Э. Д. Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур / – М. – Немчиновка. – 2008. – С.46-51.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М.: Колос, т.1,2. 1989, 1991.
8. Баталова Г. А. Овес. Технология возделывания и селекция / Киров, – 2000. – 205 с.
9. Кабашов А. Д., Колупаева А. С., Лейбович Я. Г., Разумовская Л. Г., Филоненко З. В. Предварительные итоги селекции голозерного овса в Московском НИИСХ «Немчиновка» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3 (27).

RESULTS OF ECOLOGICAL TEST OF LINES OF SUMMER OATS OF SELECTION FRC «NEMCHINOVKA»

**A.D. Kabashov, M.Yu. Zhukova*, N.M. Vlasenko, A.S. Markova, Ya.G. Lejbovich, L.G.
Razumovskaya, Z.V. Filonenko**

FPBSI «FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

*FPBSI «NOVGOROD RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

***Abstract:** Broad ecological test allows receiving the most objective and accelerated assessment of perspective selection material. Since 2008 efforts of oats breeders organized network of broad ecological test in the European part of the territory of the Russian Federation (in the 1, 3, 4, 5 and 7 regions). This cooperation between scientific and experimental institutions of an agricultural profile allowed testing 25 the best lines of summer filmy and naked oats allocated in a competitive varietal testing of the FRC «Nemchinovka» in 2015-18. On the basis of the obtained data the oats varieties Nemchinovsky 61, Opolny, Arkhan were transferred to the State commission. 7 more lines were recognized as perspective for further studying. Studying of a harvest of green material in the Novgorod NIISH for 2017-18 showed advantage of variety Zalp on a harvest of green material – 25.8 t/hectare. On the second place on a harvest of green material – 21.2 t/hectare were varieties Lev and Nemchinovsky 61. It follows from this that naked Nemchinovsky oats 61 can be used also for receiving high yields of green material, haylage and silage. Also in article the processing methods allowing to increase completeness of shelling in the course of combining and harvest processing are offered.*

Keywords: oats, ecological test, productivity, green material, shelling.

ПАМЯТИ УЧЁНОГО СЕЛЕКЦИОНЕРА-ГЕНЕТИКА

К 90-летию со дня рождения Н.М. Чекалина



Он был счастливым человеком

В январе 2019 года исполнилось 90 лет со дня рождения одного из ведущих специалистов нашей страны по генетике, селекции зерновых бобовых культур, доктора биологических наук Николая Михайловича Чекалина (1929-2011 гг.). Многие помнят этого неутомимого труженика, принципиального, интеллектуального, обаятельного, приветливого, энергичного и всегда увлеченного множеством творческих идей человека, интересного собеседника. ВИР имени Н.И. Вавилова и ВНИИ зернобобовых и крупяных культур сыграли определенную и достаточно важную роль в жизни этого неординарного человека.

У Николая Михайловича была непростая и не легкая жизнь, но между тем, его трудовой путь нельзя назвать тернистым, все чем бы он не занимался, он делал с большим вдохновением, удовольствием и поистине творческим подходом. Поэтому он был счастливым человеком. Ему, по-видимому, на роду было написано стать исследователем, оригинально мыслящим, живо реагирующим на новые веяния в науке, легко впитывающим новые знания, претворяя их в свершения.

Он родился в крестьянской семье в старинном селе Новиково Марушинского района Алтайского края. После школы пробовал учиться на инженера в Томском электромеханическом институте железнодорожного транспорта, но уже через год перевелся на агрономический факультет Новосибирского СХИ. После окончания института работал главным агрономом района, председателем колхоза, главным агрономом МТС на Алтае. Затем судьба забросила его на Кубань, где он был главным агрономом МТС в Гулькевичском районе Краснодарского края. Там, в поселке Ботаника и поныне находится Кубанская опытная станция ВИР. Думаем, что именно она сыграла роль в том, что Николаю Михайловичу приглянулись научная работа и популярная культура – кукуруза. В 1960 г., уже будучи сложившимся и семейным человеком, он уезжает в Ленинград, где поступает в аспирантуру ВИР, получив тему по устойчивости кукурузы к пузырчатой головне. Сразу по окончании аспирантуры защищает кандидатскую диссертацию и получает направление на Украину – директором Устимовской опытной станции ВИР. Вскоре – в 1964 он становится директором Полтавской областной опытной станции, где в своё время в течение 10 месяцев проходил практику Н.И. Вавилов (1910 г).

В Полтаве Н.М.Чекалин проявил себя как селекционер и преподаватель высшей школы. В 1970-1977 гг. он возглавлял кафедру селекции, генетики и семеноводства Полтавского сельскохозяйственного института, одновременно руководил научно-исследовательской лабораторией. Здесь в 1975 г. он успешно защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора биологических наук, посвященную не слишком популярным, но очень ценным видам зернобобовых культур – чине посевной и чине танжерской. Последнюю он впервые ввел в культуру.

В 1977 году Николай Михайлович был назначен директором Всесоюзного научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур (г. Орел). В этот наиболее творческий период жизни он показал себя энергичным и способным руководителем большого научного коллектива. При нем получили мощный импульс к развитию опытно-

производственное хозяйство и селекционный комплекс. Но главное – был заложен глубокий фундамент научной школы селекционеров, использующих в работе эколого-генетический подход, математическое моделирование. Особое внимание было уделено генетическим основам симбиотической селекции, он создал первую и единственную в стране лабораторию методов селекции.

Н. М. Чекалин обладал широкой эрудицией, свой богатый опыт и знания охотно передавал молодым, воспитал целую плеяду продолжателей своих идей. Это были опытные ученые, аспиранты, ставшие впоследствии кандидатами и докторами наук – Т.С. Наумкина, В.Л. Яковлев, В.Н. Алпатьев, Л.А. Зеленская, В. Н. Тищенко, Е.Г. Беляева, А. А. Будвигете.

В 1983 году жизнь возвращает Николая Михайловича в ВИР, где он четыре года заведовал отделом генетических ресурсов зерновых бобовых культур. Здесь он продолжает генетико-селекционные исследования чины и других зернобобовых культур, как всегда, заряжая коллектив своими идеями и энтузиазмом.

Все последующие годы жизни Н.М. Чекалина прошли на Украине, в Полтаве. Он любил этот город, где вновь стал преподавать в Полтавской государственной аграрной академии, работая профессором кафедр растениеводства, а также селекции, семеноводства и генетики. Здесь же руководил селекционными работами в агрофирмах.

Н.М. Чекалин – автор нескольких монографий по генетике, биологии и селекции растений. Им опубликовано более 200 научных работ. В 2003 г. вышла его книга «Генетические основы селекции зернобобовых культур на устойчивость к патогенам». В ней, с позиций достижений науки того времени, изложены молекулярно-генетическая и физиолого-биохимическая природа устойчивости растений. В соответствии с учением Н.И.Вавилова, им проанализированы эволюционно-генетические основы интродукции генов устойчивости, сделан аналитический обзор основных патогенов зернобобовых культур, изложены методические основы поиска устойчивого исходного материала для селекции. До сих пор это единственное научное обобщение по проблемам иммунитета и защиты зернобобовых культур. ВИР выступил в поддержку выдвижения этой книги на национальную премию Украины имени В.Я. Юрьева, лауреатом которой и стал Николай Михайлович. Ранее он уже имел Премии Министерства сельского хозяйства СССР и Украины – 1965-1968 гг.; премии Академии сельского хозяйства Украины – 1978-1983 гг.

Н.М. Чекалин автор 25 сортов чины, озимой пшеницы, гороха, проса. Подготовил шесть докторов и двенадцать кандидатов наук. У него множество авторских свидетельств и патентов.

Его стремление к познанию и новым открытиям удивляет и восхищает, а старание передать как можно больше своих знаний современникам вызывает уважение. Он оставил очень заметный и значимый след в науке по селекции и биологии сельскохозяйственных растений.

Говорят, что человек жив, пока его помнят. Мы храним светлую память о Николае Михайловиче, поэтому он среди нас...

М.А. Вишнякова, доктор биологических наук, профессор
ФГБНУ ФИЦ «ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»

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