

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 1(25), 2018 г.

Научно – производственный журнал основан в 2012 году.

Периодичность издания – 4 номера в год.

ISBN 9 785905 402036

ISSN 2309-348X

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

Главный редактор

Зотиков Владимир Иванович – член-корр. РАН

Заместитель главного редактора

Сидоренко Владимир Сергеевич – к. с. -х наук

Ответственный секретарь

Грядунова Надежда Владимировна – к. биол. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Артюхов А.И., ВНИИ люпина

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

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

Бобков С.В., ВНИИЗБК

Бударина Г.А., ВНИИЗБК

Васин В.Г., Самарская ГСХА

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

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

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

Задорин А.М., ВНИИЗБК

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

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

Матвейчук П.В., Руководитель ООО «Дубовицкое»

Суворова Г.Н., ВНИИЗБК

Фесенко А.Н., ВНИИЗБК

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

Научный редактор, корректор

Грядунова Н.В.

Технический редактор

Хмызова Н.Г.

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

Фотоматериал **Черненко В.А.**

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

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

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

Журнал включен в Российский
индекс научного цитирования (РИНЦ)

<http://eLIBRARY.RU>
и международную базу данных
AGRIS ФАО ООН <http://agris.fao.org>

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

Дата выхода в свет: 12.04.2018 г.

Формат 60x84/8.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ ВНИИЗБК

Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

Сидоренко О.В., Ильина И.В. Зерновое производство Орловской области: состояние и приоритеты развития	4
Амелина К.В., Сащенко М.Н., Козьякова Т.Н., Демидова С.Ю. Из истории селекции гороха в Рамони	12
Фадеев Е.А., Фадеева А.Н. Взаимосвязь урожая и составляющих его элементов у растений гороха посевного с беспергаментными бобами	16
Шакирзянова М.С. Новые и перспективные сорта гороха селекции Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства	22
Голопятов М.Т. Сортосовые особенности использования горохом питательных элементов почвы и минеральных удобрений	27
Ерохин А.И. Влияние совместного применения препаратов Биостима Масличного, фунгицида Титул Дуо, ККР и инсектицида Кинфос, КЭ на урожайность гороха при внекорневой обработке растений	32
Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение некоторых агроприёмов возделывания новых сортов сои	36
Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В., Матвеева О.Л. Влияние способов посева на формирование числа семян в бобах сои	40
Ятчук П.В. Влияние десикантов реглон супер и торнадо на урожайность и качество зерна сои	43
Мирошникова М.П., Милюц О.А. Морфобиологические особенности нового белосемянного сорта фасоли обыкновенной Маркиза	48
Безуглая О.Н., Кобызева Л.Н. Кавитация и ее влияние на травмирование семян фасоли при обмолоте	52
Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование листовой подкормки для оптимизации питания зерновых бобовых культур в онтогенезе растений (обзор).....	60
Сичкарь В.И., Бабаянц О.В., Пасичник С.М., Кривенко А.И., Бушулян М.А. Оценка устойчивости к фузариозу коллекционного и селекционного материала нута	67
Казанцева И.Л., Кулеватова Т.Б., Злобина Л.Н. К вопросу применения муки из зерна нута в технологии мучных кондитерских изделий.....	76
Luginbühl C., Strahm S., Ramseier H., Füglistaller D., Hiltbrunner J. Результаты испытаний сортов гречихи в Швейцарии	82
Глазова З.И., Михайлова И.М. Урожайность и технологические свойства зерна гречихи в зависимости от сорта и удобрений.....	87
Градобоева Т.П., Баталова Г.А. Оценка сортообразцов овса на устойчивость к корончатой ржавчине.....	91
Муханов Н.К., Серекпаев Н.А., Зотиков В.И., Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А. Урожайность африканского проса в зависимости от агротехнических мероприятий в сухостепной зоне Северного Казахстана	98
Дубинкина Е.А., Беляев Н.Н. Люпин белый и люпин узколистный в условиях Тамбовской области.....	103
Наумкин В.П., Велкова Н.И. Химическое загрязнение тяжелыми металлами почвы, растений и семян горчицы белой.....	106
Лопачев Н.А., Стебаков В.А., Хлопяников А.М., Наумкин В.Н., Куренская О.Ю. Элементы биологизации земледелия и повышение их эффективности в центральном регионе России	112

CONTENT

Sidorenko O.V., Il'ina I.V. Grain production of Oryol region: state and priorities of development.....	4
Amelina K.V., Saschenko M.N., Koz'yakova T.N., Demidova S.Yu. From the history of garden pea selection in Ramon.....	12
Fadeev E.A., Fadeeva A.N. Relationship of the crop and its components of pea with undisclosed pods.....	16
Shakirzyanova M.S. New and promising varieties of peas selected by Ulyanovsk Research Institute of Agriculture.....	22
Golopyatov M.T. Varietal peculiarities of pea use of nutrient elements of soil and mineral fertilizers.....	27
Erohin A.I. Influence of joint application of preparations Biostim Maslichnyj, fungicide Titul Duo, KKR and insecticide Kinfos, CE on the productivity of peas with foliar treatment of plants.....	32
Akulov A.S., Vasilchikov A.G. Studying of some agro methods of cultivation of new soybean varieties.....	36
Fadeeva M.F., Vorobyeva L.V., Matveeva O.L. The influence of the seeding methods on formation of number of seeds in soybeans.....	40
Yatchuk P.V. Influence of desiccants Reglon Super and Tornado on yield and quality of soybean grain.....	43
Miroshnikova M. P., Miyuts O.A. Morphobiologic features of the new white-seeded common bean variety Marquise.....	48
Bezuglaya O.N., Kobyzeva L.N. Cavitation and its influence on bean seed damage during the threshing process.....	52
Novikova N.E. Physiological substantiation of foliar fertilization for optimizing the nutrition of grain legumes in plant ontogeny (review).....	60
Sichkar V.I., Babayantz O.V., Pasichnik S.M., Kryvenko A.I., Bushulyan M. A. Evaluation of the resistance to fusarium in chickpea collection and breeding materials.....	67
Kazantseva I.L., Kulevatova T.B., Zlobina L.N. About chickpea flour application in flour confectionery technology.....	76
Luginbühl C., Strahm S., Ramseier H., Füglistaller D., Hiltbrunner J. Results of variety trials with buckwheat in Switzerland.....	82
Glazova Z.I., Mihajlova I.M. Yield and technological properties of buckwheat grains depending on variety and fertilizers.....	87
Gradoboeva T.P., Batalova G.A. Estimation of oat genotypes on resistance to crown rust.....	91
Muhanov N.K., Serekpaev N.A., Zotikov V.I., Stybaev G.Zh., Bajtelenova A.A. Yield of African millet depending on agrotechnical measures in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan.....	98
Dubinkina E.A., Belyaev N.N. White lupine and blue lupine in conditions of Tambov region.....	103
Naumkin V.P., Velkova N.I. Chemical pollution with heavy metals of soil, plants and seeds of white mustard.....	106
Lopachev N.A., Stebakov V.A., Khlopianikov A.M., Naumkin V.N., Kurenskaya O.Y. Elements of biologization of agriculture and improvement of their efficiency in the central region of Russia.....	112

ЗЕРНОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ

О.В. СИДОРЕНКО, доктор экономических наук
E-mail: sov1974@mail.ru

И.В. ИЛЬИНА
заслуженный экономист РФ, кандидат экономических наук
E-mail: ktv3744@mail.ru

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

Зерновое производство по праву считается системообразующим сегментом АПК и основой решения продовольственной проблемы. В формировании отечественного зернового потенциала роль отдельных регионов неодинакова, поскольку территориальные особенности природно-климатических и экономических условий предопределяют существенные различия в ведении хозяйственной деятельности. Орловская область располагает возможностями для устойчивого развития зерновой отрасли и самообеспеченности собственным продовольствием, однако механизм функционирования агропромышленного производства с учетом новых условий, а именно, реализации стратегии импортозамещения, членства России во Всемирной торговой организации, ее участия в Евразийском экономическом союзе и других региональных объединениях на экономическом пространстве СНГ, требует совершенствования. Существует объективная необходимость в разработке комплекса организационно-экономических мер, способствующих повышению устойчивости эффективного функционирования зернового хозяйства.

Цель авторского исследования заключается в изучении тенденций развития, оценке устойчивости и эффективности производства зерна в контексте обоснования факторов, способствующих повышению выхода продукции с единицы земельной площади и росту доходности сельскохозяйственных организаций.

Теоретическая значимость результатов исследования состоит в том, что они могут служить базой для дальнейшего развития методологии выявления факторов, влияющих на рост урожайности зерновых и зернобобовых культур. С практической точки зрения, динамичное развитие зернового производства позволит привлечь и существенно повысить эффективность использования инвестиций в сельском хозяйстве, пищевой и перерабатывающей промышленности, обеспечить комплексное развитие сельских территорий, формирование единого экономического пространства, выравнивание условий жизни сельского населения и увеличение его доходов.

Ключевые слова: Орловская область, зерновые и зернобобовые культуры, урожайность, валовой сбор, устойчивость производства, эффективное развитие.

Введение. Орловская область относится к числу регионов Российской Федерации, где в расчете на душу населения производится свыше одной тонны зерна [2, 4, 8]. По Центральному федеральному округу это – Орловская, Курская, Тамбовская, Липецкая, Белгородская и Воронежская области. «...Именно эти регионы страны, располагающие сравнительно большим потенциалом для удовлетворения собственных потребностей в зерне, могут дать ощутимую и быструю отдачу от инвестиций за счет наращивания товарных ресурсов зерна, осуществления импортозамещения животноводческой продукции в рациональных размерах, поскольку здесь преимущественно сосредоточены относительно крупные зернопроизводящие хозяйства, которые являются своего рода «локомотивами» эффективного развития зерновой отрасли» [3].

Материалы и методы исследования

С помощью общенаучных и экономико-статистических методов исследования проведен анализ производства зерна в Орловской области, установлена тенденция развития зернового хозяйства, оценены показатели устойчивости и колеблемости уровней. Приведены результаты аналитического выравнивания динамических рядов урожайности зерновых культур, проведен мониторинг абсолютных и структурных изменений объемов производства зерна по муниципальным районам региона. Рассмотрены приоритеты эффективного функционирования зерновой отрасли.

Информационно-аналитическая база для проведения научных исследований была сформирована на основе данных Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Орловской области, Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский», годовой бухгалтерской отчетности Департамента сельского хозяйства Орловской области.

Результаты исследования

В 2016 г. валовой сбор зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий Орловской области составил 3131,0 тыс. т, что на 28,9% выше среднегодового уровня за 2011-2015 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Динамика посевных площадей, валового сбора, урожайности зерновых культур в Орловской области за 1981-2016 гг. (все категории хозяйств)

Показатели	Среднегодовое производство							2016 г.
	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	
Посевная площадь, тыс. га	974,8	929,8	866,2	756,8	729,9	718,9	806,0	942,3
Валовой сбор, тыс. тонн	1155,3	1794,2	1744,3	1192,4	1667,9	1762,7	2428,8	3131,0
Урожайность, ц/га	11,9	19,2	20,0	15,9	24,5	26,2	26,5	34,2

В формате структурных составляющих, наибольший удельный вес от общего объема производства зерна в области занимает пшеница – 60,6%, затем в порядке убывания, ячмень – 16,8%, кукуруза на зерно – 13,6%, зернобобовые – 4,0%, овес – 1,3%, гречиха – 0,6%, рожь – 0,2%.

Таблица 2

Уравнения тренда, показатели устойчивости и колеблемости урожайности зерновых культур в Орловской области за 2006-2016 гг.

Виды зерновых культур	Уравнение тренда	Показатели колеблемости		Коэффициент устойчивости, %	Коэффициент корреляции рангов Спирмэна
		абсолютные, ц /га	относительные, %		
Зерновые и зернобобовые всего:	$\tilde{Y}_{(t)} = 28,85 + 1,04t$	4,82	16,70	83,3	0,2147
пшеница озимая	$\tilde{Y}_{(t)} = 32,66 + 0,81t$	6,36	19,47	80,5	0,3983
рожь	$\tilde{Y}_{(t)} = 26,61 + 0,97t$	6,59	24,77	75,2	0,0104
ячмень	$\tilde{Y}_{(t)} = 27,45 + 0,60t$	5,29	19,29	80,7	0,3309

Динамика урожайности зерновых и зернобобовых культур за анализируемый период времени имеет тенденцию к увеличению (в среднем ежегодно на 1,04 ц/га). Среднегодовой ежегодный прирост урожайности по озимой пшенице составляет 0,81 ц/га, ржи – 0,97 ц/га, ячменю – 0,6 ц/га. В регионе обеспечивается 83,3% валового сбора, рассчитанного по тренду (колеблемость объемов производства – 16, 7%).

Рентабельность производства зерна в хозяйствах Орловской области за 2016 г. составила 41,0%, что на 15,7 п.п. меньше по сравнению с 2015 г. (табл. 3). Рентабельность производства пшеницы – 38,9%, в том числе 1-2 класса – 43,4%, 3 класса – 28,9%. Эффективность продаж ячменя пивоваренного – 45,3%, гороха – 63,7%, овса – 17,4%, гречихи – 174,4%, кукурузы – 50,2%. Убыток был получен от реализации ржи.

Таблица 3

Эффективность производства зерновых и зернобобовых культур в сельскохозяйственных организациях Орловской области, %

Виды зерновых культур	Годы							2016 г. в сравнении с 2015 г., п.п.
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Зерновые и зернобобовые - всего	8,5	13,5	46,7	36,8	45,1	56,7	41,0	-15,7
Пшеница,	13,9	7,6	48,1	41,8	57,2	50,5	38,9	-11,6
в том числе:								
1-2 класса	23,1	6,8	28,2	16,3	67,8	114,3	43,4	-70,9
3 класса	44,6	6,3	50,4	57,0	50,8	53,7	28,9	-24,8
Рожь	-7,3	8,4	-1,1	6,7	11,9	42,8	-4,2	-47,0
Просо	128,3	27,1	- 37,3	- 2,9	40,5	-19,2	68,2	87,4
Гречиха	63,6	57,8	45,4	- 0,7	27,4	174,4	165,8	-8,6
Кукуруза	27,3	47,6	98,2	44,9	14,8	50,2	13,5	-36,7
Ячмень,	-8,7	17,0	41,2	35,8	28,0	55,1	38,0	-17,1
в том числе:								
пивоваренный	42,2	77,1	74,1	41,8	86,4	92,8	45,3	-47,5
Горох	27,6	10,7	21,2	5,3	26,9	72,7	63,7	-9,0
Овес	-24,8	28,0	9,5	14,0	7,4	-1,2	17,4	18,6

Таким образом, можно констатировать, что в 2016 г. в сравнении с предыдущим периодом произошло снижение эффективности развития зерновой отрасли Орловской области. В контексте рассмотрения факторов, повлиявших на это изменение, следует отметить, что в целом по зерновым уменьшение уровня рентабельности связано с ростом себестоимости и снижением цен реализации (табл. 4). Аналогичная факторная зависимость наблюдается по пшенице и кукурузе. По таким культурам, как гречиха, ячмень, горох, овес, финансовые результаты изменялись в одностороннем порядке, увеличивались как затраты, так и реализационные цены. Фактор, повлиявший на снижение эффективности производства ржи в отчетном периоде – снижение стоимости продаж (на 242 руб. за 1 ц).

Таблица 4

Динамика себестоимости и цен реализации зерновых и зернобобовых культур в сельскохозяйственных организациях Орловской области

Виды зерновых и зернобобовых культур	2015 г.		2016 г.		Абсолютное отклонение 2016 г. от 2015 г.:	
	Себестоимость 1 ц, руб.	Цена 1 ц, руб.	Себестоимость 1 ц, руб.	Цена 1 ц, руб.	себестоимости 1 ц, руб.	цены 1 ц, руб.
Зерновые и зернобобовые - всего	549	860	583	822	34	-38
Пшеница,	584	879	591	793	7	-86
в том числе:						
1-2 класса	400	858	454	651	54	-207
3 класса	604	928	616	794	12	-134
Рожь	458	655	431	413	-27	-242
Просо	885	715	695	1169	-190	454
Гречиха	777	2131	1020	2711	243	580
Кукуруза	472	708	496	563	24	-145
Ячмень,	480	744	575	793	95	49
в том числе:						
пивоваренный	445	857	679	986	234	129
Горох	713	1232	873	1429	160	197
Овес	537	530	592	695	55	165

Динамика урожайности зерновых и зернобобовых культур за анализируемый период времени имеет тенденцию к увеличению (в среднем ежегодно на 1,04 ц/га). Среднегодовой ежегодный прирост урожайности по озимой пшенице составляет 0,81 ц/га, ржи – 0,97 ц/га, ячменю – 0,6 ц/га. В регионе обеспечивается 83,% валового сбора, рассчитанного по тренду (колеблемость объемов производства – 16,7%).

С позиций вышесказанного, можно отметить, что определяющим фактором обеспечения конкурентоспособности и эффективности производства зерна является его себестоимость, проблемы и направления, исследования которой многочисленны [1, 5, 9]. Важное место среди них занимает анализ динамики издержек производства, а также состава и структуры затрат в расчете на гектар посевной площади и на единицу произведенной продукции.

За 2010-2016 гг. производственные затраты в расчете на 1 га фактически убранной площади зерновых культур в сельскохозяйственных организациях Орловской области увеличились (рис. 1). Причем значительный рост наблюдается в 2016 г. (на 18,6% по сравнению с 2015 г.).

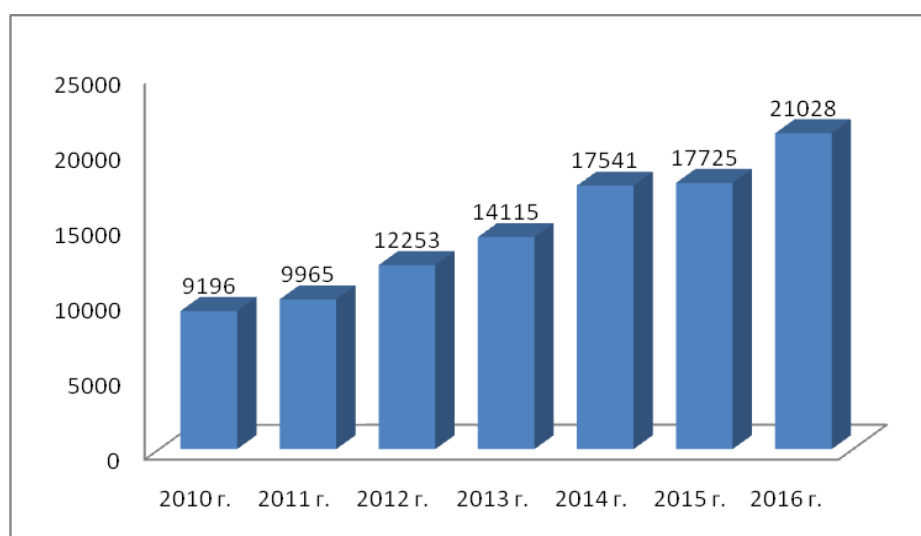


Рис. 1. Динамика производственных затрат на зерно в расчете на 1 га фактически убранной площади в сельскохозяйственных организациях Орловской области, руб.

В хозяйствах Орловской области за отчетный период сложилась следующая поэлементная структура затрат на производство зерновых: оплата труда с отчислениями на социальное страхование – 10,8%; материальные затраты – 51,9%; содержание основных средств – 20,0%; прочие затраты – 17,5% (табл. 5). Принципиальных различий в структуре производственных затрат по озимым, яровым зерновым и зернобобовым за 2016 г. нет.

Таблица 5

Состав и структура затрат на производство зерновых культур в сельскохозяйственных организациях Орловской области, 2016 г.

Элементы затрат	Зерновые и зернобобовые		Озимые зерновые		Яровые зерновые		Зернобобовые	
	млн. руб.	в % к итогу	млн. руб.	в % к итогу	млн. руб.	в % к итогу	млн. руб.	в % к итогу
Затраты – всего, из них	13120,9	100,0	8021,9	100,0	3839,8	100,0	1259,1	100,0
Оплата труда с отчислениями на социальное страхование	1409,0	10,8	770,5	9,6	482,1	12,6	156,4	12,5
Материальные затраты, в том числе:	6802,9	51,9	3976,9	49,6	2096,0	54,6	730,2	58,0

Окончание табл.5								
семена и посадочные материалы	1192,5	9,1	587,3	7,4	399,3	10,4	205,9	16,4
минеральные удобрения	2408,3	18,4	1624,2	20,3	623,5	16,3	160,7	12,8
химические средства защиты растений	1729,9	13,2	997,0	12,5	516,5	13,5	216,4	17,2
электроэнергия	85,4	0,7	44,5	0,6	32,2	0,9	8,7	0,7
нефтепродукты	1172,9	9,0	646,6	8,1	410,9	10,7	115,4	9,2
затраты на страхование	213,9	1,7	77,3	1,0	113,6	3,0	23,1	1,9
Содержание основных средств	2612,9	20,0	1741,6	21,8	631,9	16,5	239,4	19,1
Прочие затраты	2296,1	17,5	1532,9	19,1	629,8	16,4	133,1	10,6

Очевидно, что проблема повышения эффективности ведения зерновой отрасли тесно связана с проблемами наличия материально-технической базы хозяйствующих субъектов [6, 7, 10].

Мониторинг технического оснащения сельского хозяйства Орловской области показал, что приобретение тракторов опережает их вывод из эксплуатации, тем не менее, их количество в 2016 г. составило 30,8% от уровня 2000 г. Аналогичная тенденция наблюдается и по комбайнам. Так, парк зерноуборочных комбайнов в 2016 г. по сравнению с 2000 г. сократился в 3,0 раза.

Расчеты показывают, что снижение уровня технической оснащенности сельского хозяйства происходит более высокими темпами, чем сокращение пахотных и посевных площадей. Как следствие такого положения – рост нагрузки на единицу техники (табл. 6).

Как видно из данных таблицы 6, обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами на 1000 га пашни снизилась с 7,5 шт. в 2000 г. до 1,1 шт. в 2016 г., зерноуборочных комбайнов на 1000 га посевов – с 5,7 шт. до 1,9 шт. Энергетические мощности в расчете на 100 га посевной площади в 2000 г. составляли 321 л.с., в 2016 г. – 302 л.с.

Таблица 6

Обеспеченность сельскохозяйственных организаций Орловской области тракторами и зерноуборочными комбайнами

Показатели	Годы					2016 к 2000, %
	2000	2005	2010	2015	2016	
Приходится тракторов на 1000 га пашни, шт.	7,5	5,4	3,0	3,2	1,1	14,3
Нагрузка пашни на один трактор, га	133	184	252	310	340	2,5 р.
Приходится зерноуборочных комбайнов на 1000 га посевов, шт.	5,7	3,9	1,0	1,3	1,9	33,9
Энергооснащенность на 100 га посевной площади, л.с.	321	252	249	284	302	93,9
Энерговооруженность среднегодового работника, л.с.	64,8	65,2	65,7	113,6	125,9	194,2

Остановимся на территориальных аспектах производства зерна в регионе (рис. 2). Самыми крупными его производителями являются Ливенский, Покровский, Колпнянский, Мценский, Орловский, Должанский, Залегощенский, Свердловский районы, которые отличаются также высокими показателями урожайности зерна. Так, в 2016 г. сельскохозяйственными организациями Ливенского района произведено 310,4 тыс. т, Покровского – 245,6 тыс. т, Колпнянского – 167,5 тыс. т, Мценского – 148,1 тыс. т. Самые низкие уровни производства зерновых культур характерны, в основном, для западных и юго-западных районов области, что во многом объясняется качеством почв.

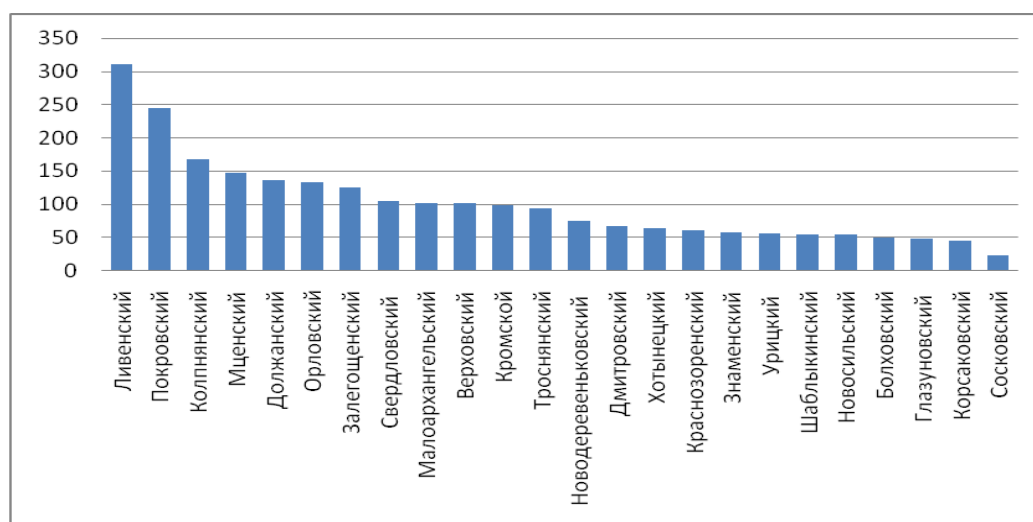


Рис. 2. Ранжированный ряд распределения районов Орловской области по объему производства зерновых и зернобобовых культур сельскохозяйственными организациями, 2016 г.

Сравнительный анализ эффективности производства зерна по сельскохозяйственным организациям муниципальных районов Орловской области показал, что по совокупности рассматриваемых показателей максимальное значение коэффициента эффективности характерно для Должанского, Покровского, Хотынецкого, Ливенского, Свердловского, Колпнянского, Глазуновского районов (табл. 7). Для этих административных делений региона характерны и наиболее высокие показатели эффективности производства пшеницы и ячменя (рис. 3 и 4).

Таблица 7

Сравнительный анализ эффективности производства зерна по сельскохозяйственным организациям муниципальных районов Орловской области, 2016 г.

Муниципальные районы	Урожайность, ц/га	Уровень рентабельности, %	Получено прибыли с 1га, тыс. руб.	Ранги по показателям:			Сумма мест рангов	Общее место
				Урожайности	Рентабельности	Прибыли с 1га		
Шаблыкинский	17,6	-8,3	-0,8	1	1	1	3	1
Знаменский	22,6	0,4	0,10	3	2	2	7	2
Краснозоре́нский	21,3	11,3	2,0	2	5	5	12	3
Урицкий	28,9	7,3	1,3	9	4	3	16	4
Залогощенский	28,8	14,2	2,2	8	7	6	21	5
Дмитровский	29,5	14,1	2,4	10	6	7	23	6
Новосильский	22,9	33,0	3,5	4	12	8	24	7
Мценский	37,5	6,8	1,8	18	3	4	25	8
Новодеревеньковский	25,3	36,9	4,7	5	14	10	29	9
Троснянский	25,6	33,9	4,9	6	13	11	30	10
Кромской	26,2	28,4	5,6	7	9	14	30	10
Сосковский	22,9	43,0	4,0	4	18	9	31	11
Болховский	32,3	37,1	5,4	12	15	12	39	12
Орловский	32,6	29,9	5,7	14	11	15	40	13
Верховский	41,3	29,6	4,7	20	10	10	40	13
Малоархангельский	43,3	24,0	5,5	22	8	13	43	14
Глазуновский	32,8	69,9	8,9	15	15	18	48	15
Колпнянский	33,2	38,2	6,9	16	16	16	48	15
Свердловский	32,1	72,4	9,9	11	20	19	50	16
Ливенский	41,4	41,5	7,9	21	17	17	55	17
Хотынецкий	32,5	113,1	13,9	13	22	20	55	17
Покровский	38,7	86,5	14,9	19	21	21	61	18
Должанский	36,9	122,9	14,9	17	23	21	61	18

Максимальные уровни рентабельности производства пшеницы установлены в Должанском и Хотынецком районах – 116,1% и 115,5%.

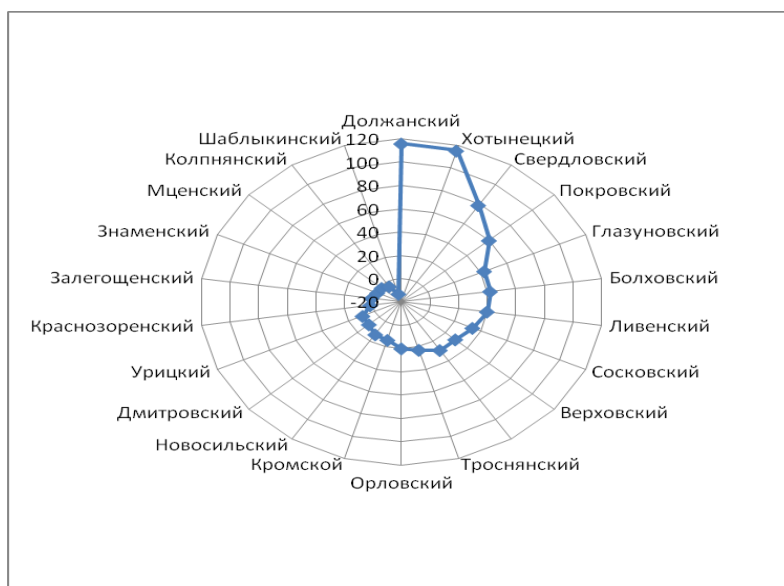


Рис. 3. Эффективность производства пшеницы в 2016 г., %

Эффективность производства ячменя в Колпнянском районе в 2016 г. составила 147,7%, Должанском – 105,9%, Хотынецком – 93,1%.

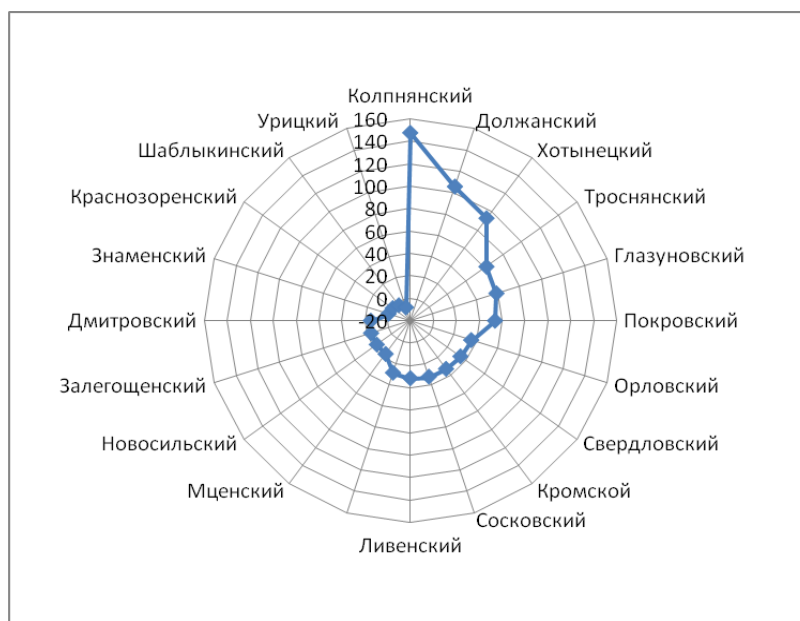


Рис. 4. Эффективность производства ячменя в 2016 г., %

Заключение

Посредством проведенных мониторинговых исследований установлено, что для получения высоких урожаев зерновых культур более благоприятные природно-климатические условия складываются в юго-восточной и центральной зонах Орловской области. Для районов этих зон характерны и наиболее высокие уровни показателей рентабельности зерновых культур.

Природно-климатические условия Орловской области способны обеспечить рост урожайности зерновых культур. Однако, из-за недостаточного использования потенциальных возможностей ведения зерновой отрасли урожайность зерновых в сильной степени подвержена колебаниям.

Возделывание новых перспективных сортов по адаптивным технологиям на основе биологизации земледелия обеспечивает устойчивое производство высокого урожая зерновых культур в почвенно-климатических условиях Орловской области.

Литература

1. Алтухов А.И. Государственная поддержка сельского хозяйства – основа совершенствования территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве страны / Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 11. – С. 2-9.
2. Алтухов А.И. Совершенствование организационного – экономического механизма зернового хозяйства и рынка зерна в России / АПК: экономика, управление. – 2014. – № 8. – С. 3-13.
3. Алтухов А.И. Нужно ли России производить тонну зерна на душу населения: за и против / Аграрная Россия. – 2009. – № 2. – С. 4-11.
4. Гуляева Т.И., Сидоренко О.В. Развитие зернопродуктового подкомплекса в условиях реализации стратегии по импортозамещению сельскохозяйственной продукции и продовольствия // Аграрная Россия. – 2016. – № 1. – С. 30-36.
5. Гордеев А.В., Бутковский В.А., Алтухов А.И. Российское зерно – стратегический товар XXI века. – М.: ДеЛ и принт, – 2007. – 472 с.
6. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.: ООО «Издательство Агрорус», – 2004. – 1109 с.
7. Ильина И.В., Сидоренко О.В. Региональные аспекты устойчивого развития аграрного сектора // Региональная экономика: теория и практика. – 2011. – № 24. – С.33-37.
8. Сидоренко О.В., Яковлева Н.А. Природно-климатические и экономические факторы повышения урожайности зерновых культур в Орловской области // Вестник аграрной науки. – 2017. – № 5. – С. 101-106.
9. Сидоренко О.В., Гуляева Т.И. Прогнозирование урожайности зерновых культур в Орловской области // Вестник ОрелГАУ. – 2010. – № 4. – С.64-68.
10. Ушачев И.Г. Развитие зернового подкомплекса России с позиции продовольственной безопасности // АПК: экономика, управление. – 2013. – № 5. – С.8-12.

GRAIN PRODUCTION OF ORYOL REGION: STATE AND PRIORITIES OF DEVELOPMENT

O. V. Sidorenko, I. V. Il'ina

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

Abstract: Grain production is rightfully considered a backbone segment of the agroindustrial complex and the basis for solving the food problem. In the formation of the national grain potential, the role of individual regions is not the same, since the territorial features of the natural and climatic and economic conditions predetermine significant differences in the conduct of economic activities. The Oryol region has the potential for sustainable development of the grain industry and self-sufficiency in its own food, but the mechanism for the functioning of agro-industrial production, taking into account the new conditions, namely, the implementation of the import substitution strategy, Russia's membership in the World Trade Organization, its participation in the Eurasian Economic Union and other regional associations on the economic space of the CIS, requires improvement. There is an objective need to develop a set of organizational and economic measures that enhance the stability of the effective functioning of the grain economy.

The purpose of the author's research is to study the development trends, assess the stability and efficiency of grain production in the context of justifying the factors that increase output from a unit of land area and increase the profitability of agricultural organizations.

The theoretical significance of the research results is that they can serve as a basis for the further development of a methodology for identifying factors that affect the growth of yields of cereals and leguminous crops. From a practical point of view, the dynamic development of grain production will attract and significantly improve the efficiency of investment in agriculture, food and processing industries, ensure the integrated development of rural areas, the formation of a single economic space, equalize the living conditions of the rural population and increase its incomes.

Keywords: Oryol region, grains and legumes, yield, gross yield, production sustainability, effective development.

ИЗ ИСТОРИИ СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА В РАМОНИ

К.В. АМЕЛИНА, кандидат сельскохозяйственных наук

М.Н. САЩЕНКО, кандидат биологических наук

Т.Н. КОЗЬЯКОВА, С.Ю. ДЕМИДОВА

ФГБНУ «ВНИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И САХАРА ИМЕНИ Л.М. МАЗЛУМОВА»

В статье изложена история становления лаборатории селекции гороха посевного в Рамони. Даны основные направления и методы селекционной работы в разные годы. Описаны методы получения исходного материала различных форм гороха в настоящее время. Приведены данные о зарегистрированных и переданных на государственное сортоиспытание сортах гороха посевного Рамонской селекции.

Ключевые слова: селекция, горох, сорта, гибриды, исходный материал.

Горох, благодаря своим ценным качествам и высокой питательности, используется человеком давно. Как основная зернобобовая культура он распространен в нашей стране почти повсеместно. В бывшем СССР горох занимал до 66% посевных площадей бобовых культур и возделывался на 3,5-4,5 млн. га. Достоинством зерна гороха является наличие большого количества белка, в среднем 26%, который легко усваивается животными. В семенах гороха содержится до 160 г перевариваемого протеина на одну кормовую единицу. Горох является хорошим предшественником сахарной свеклы, идущей по озимым культурам. Его способность усваивать азот из воздуха позволяет обогащать почву доступной формой азота.

Из 105 сортов гороха, высеваемых в бывшем Советском Союзе, на долю сортов из Рамони приходилось до 35-40% площадей.

Селекция гороха на Рамонской опытно-селекционной станции начата в 1923 году по инициативе профессора И.В. Якушкина. Основной задачей в первый период было выведение высокопродуктивных раннеспелых сортов. Возглавлявшая отдел селекции гороха с 1923 по 1933 гг. М.А. Плетнева, собрала обширный коллекционный материал из местных образцов и образцов Тимирязевской академии, Бюро Прикладной Ботаники, Екатеринославской сельскохозяйственной опытной станции. Коллекционный материал состоял из различных разновидностей *Pisi vulgare*, *Pisi arvense*, *Pisi medulare*, *Pisi glaucospermum* и других. После проведения индивидуальных отборов лучшие линии из местной Виктории скрещивали с канадским горохом, как сортом низкорослым, и линиями, показавшими хорошую продуктивность и скороспелость [1].

С приходом на станцию Л.М. Могилева, руководившего отделом с 1935 по 1945 годы, работы по селекции гороха значительно расширились. Основное внимание было направлено на создание скороспелых сортов, сочетающих в себе повышенную продуктивность, высокие товарные качества зерна (крупность, шаровидность формы, интенсивно выраженную желтую или розовую окраску), высокое содержание белка, хорошую разваримость и вкусовые достоинства.

Могилев Л.М. считал, что получение новых совмещенных сортов гороха возможно путем скрещивания географически отдаленных форм [2]. Примером послужила комбинация Виктория Мандорфская (var.vulgatum) x Arthur – Канада (var. coronatum), у которой в потомстве из пазухи листа выходят 2 цветоноса, несущие по 2 цветка. При 4-5 плодоносящих междоузлиях это составляет 16-20 бобов на 1 растение.

Среди комбинаций, сочетающих в себе высокую продуктивность, хорошие товарные качества зерна, скороспелость, им выделены следующие: скороспелая форма *Dipre* x Виктория Мандорфская; *Early june* x 028-Б-Ц.С.С.; Мозговой крупноплодный x Виктория Гейне. Комбинации продуктивные, с крупным зерном желтой окраски и более высокой

устойчивостью к грибным заболеваниям, были получены при скрещивании сортов типа Виктории и Капитал, например: Виктория Мандорфская х 010-Б-Ц-С.С.; Италия-Рим х Капитал; Виктория Мандорфская х Капитал. Потомства крупнозерные с интенсивной зеленой окраской и шаровидной формой зерна выделены из комбинаций: Виктория Мандорфская х 09-Б-Ц-С.С.; 020-Б-Ц.С.С. х 06-Б-Ц-С.С.; Мозговой крупнозерный х Виктория Гейне и других.

За период с 1935 по 1945 годы Л.М. Могилеву удалось создать целый ряд сортов гороха, из которых наибольшую распространенность имели **Консервный 626, 3-я пятилетка, Рамонский 652, Рамонский 77.**

Сорт гороха **Рамонский 77**, выведенный в 1938 году из гибридной комбинации Виктория Гейне х А-579 Московской станции ТСХА, был районирован в 1946 году и до сих пор не превзойден по своей урожайности – 100,3 ц/га, полученной на Пржевальском ГСУ в Киргизии. Благодаря своей пластичности он давал высокие урожаи во всех зонах возделывания. В годы своего расцвета в бывшем Советском Союзе этот сорт занимал 1,8 млн. га посевных площадей под горохом. Рамонский 77 представлялся на выставках не только в нашей стране, но и в Канаде, Японии, Португалии, на Кубе. Сорт был районирован в Болгарии и Румынии. С его изображением выпущена почтовая марка. Как родоначальник новых сортов, Рамонский 77 не потерял своего значения и в настоящее время.

С 1946 года селекцией гороха на станции занималась А.И. Зарянова. Селекционный материал, полученный ею из гибридных комбинаций 021БЦСС х 020 РСС, Кведлинбургский Диппе х 020РСС, Виктория Мандорфская х 021БЦСС, Рамонский 77 х 626 РСС, 606 УСС х Рамонский 77, Непропурпуреа х Польский зеленый, Шведский 665 х Виктория Штрубе, в 1953 году был передан на Уладовскую и Льговскую опытно-селекционные станции в связи с прекращением селекционной работы на Рамонской станции.

Селекция гороха в Рамони была возобновлена в 1963 году под руководством заведующей отделом селекции гороха, первичного семеноводства зерновых и бобовых культур И.Н. Чаплыгиной. Заново стали создавать исходный материал, используя мутагенез, половую и вегетативную гибридизацию, отборы.

К 1970 году были переданы в ГСИ сорта гороха продовольственного назначения **Рамонский 278, Рамонский улучшенный, Рамонский пищевой 359**, но их урожайность оказалась ниже стандартного сорта Рамонский 77.

Основным методом дальнейшей работы по селекции гороха был отбор линий на основе половой гибридизации с подбором родительских пар для скрещивания по наибольшему количеству положительных признаков, с привлечением местного материала и образцов из мировой коллекции ВИР. Пары для гибридизации подбирались с учетом экологической и генетической отдаленности и комбинационной способности. В каждом конкретном случае подбор пар определялся направлениями селекции: на раннеспелость, содержание белка, иммунитет, повышенную технологичность сорта.

В 1974 году был районирован сорт гороха **Льговский зеленозерный**, выведенный совместно ВНИИСС и Льговской ОСС. Разновидность – глаукоспермум. Сорт высокоурожайный – 35-40 ц/га, его отличительной особенностью являлись хорошая разваримость зерна и устойчивость к тле. В СССР сорт гороха Льговский зеленозерный занимал свыше 300 тыс. га посевных площадей.

Сорт гороха **Зеленозерный 1**, переданный в государственное сортоиспытание в 1974 году, в 1981 был районирован в 23 областях и краях Советского Союза. Авторы сорта – И.Н. Чаплыгина и А.Н. Мишин. Зеленозерный 1 был получен из комбинации скрещивания сортов Рондо х Рамонский 77. Разновидность – глаукоспермум. Его потенциальная урожайность – 65 ц/га, содержание белка в зерне – 25-27%. Зеленозерный 1 и в настоящее время является эталоном по белку. Он возделывался до 1998 года, занимая в отдельные годы посевные площади до 1,0 млн.га. Сорт гороха **Зеленозерный 1** был награжден серебряной медалью ВДНХ, представлялся на выставках в ЧССР, Австралии, Франции.

В 1976 году в ГСИ передавался сорт гороха **Октябрь 60**, в 1979 – **Старт**.

Октябрь 60 был получен из гибридной комбинации Рондо х Рамонский 77. Разновидность – вульгатум. Урожайность составляла 39,8 ц/га, содержание белка в зерне – 25%. **Старт** получен из гибридной комбинации Линкольн х Рамонский 77. Урожайность – 29,7 ц/га, содержание белка – 23%.

Сорт гороха **Рамонский 83** получен из гибридной комбинации Рондо х Рамонский 77, разновидность – вульгаре, передан в государственное испытание в 1983 году. Урожайность за годы испытания составила 43,6 ц/га, содержание белка в зерне – 25,7%. В 1990 г. Рамонский 83 был районирован в Красноярском крае и возделывался до 2008 года.

С 1990 года работу по селекции гороха, первичному семеноводству зерновых и бобовых культур возглавила К.В. Амелина.

К этому времени достижения селекции в корне изменили архитектуру сортов гороха, допущенных к использованию в 80-тые годы. Появились сорта с неосыпающимися семенами (аллель *def*), усатым типом листа (аллель *af*), детерминантным ростом стебля (аллели *deh*, *det*), разновидности экадукум, которые значительно повысили технологичность возделывания культуры.

В селекционной работе большое внимание стали уделять изучению и получению исходного материала с признаками неосыпаемости семян. Подбирались родительские формы, проводились скрещивания и отборы. Селекционный материал на неосыпающуюся основу перевели сравнительно быстро, а выделить сорта, стабильно превышающие стандарт по урожайности, не удавалось по причине обратной корреляционной зависимости неосыпаемости с продуктивностью. Негативное влияние рецессивного аллеля *def* на семенную продуктивность удалось уменьшить путем ступенчатой гибридизации по схеме (АхВ)хВ[(АхВ)хВ]хТ. В результате был создан исходный селекционный материал на неосыпающейся основе, который имел преимущество в сравнении со стандартом по урожайности, а также по устойчивости к болезням – аскохитозу и фузариозу.

Оценка селекционного материала на неосыпаемость осуществлялась на самом раннем этапе при проведении индивидуальных отборов из гибридов F₂. Были выведены сорта гороха с признаками неосыпаемости: **Рамонский 85, Содружество, Рамонский 90, Россиянин 1, Рамонский 95, Рамонский 485.**

Сорт гороха **Рамонский 90** (авторы Амелина К.В., Земенкова Л.И., Чаплыгина И.Н.) создан из гибридной комбинации Зеленозерный 1 х К-40 Ворошиловградской ОСС. Он относится к разновидности глаукоспермум-экадукум. Урожайность сорта – 35,0 ц/га, содержание белка в зерне – 23,5%. В 1995 году сорт был районирован в Свердловской области и возделывался до 2005 года.

Так же в изучении находятся образцы гороха детерминантного типа. Интродукция гена детерминантного типа роста стебля контролируется генами *deh*, *det*, которые обеспечивают одновременное цветение и созревание, что является важным элементом стабилизации урожайности. При создании новых сортов гороха детерминантного типа необходимо формировать растения с ограниченным числом узлов (до 15-20), у которых 3-4 верхних боба фертильные [3, 4]. В 2000 году из потомств гороха детерминантной формы был получен сорт гороха **Рамбел** (авторы Амелина К.В., Земенкова Л.И., Корниенко А.В., Останков Е.М., Цымбалов Н.Н.). В 2003 году сорт был включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к возделыванию в Центрально-Черноземном и Северо-Кавказском регионах. Он использовался в производстве до 2014 года.

Сорта гороха **Возрождение** (из комбинации Нја 51335 х Орел11), **Черноземец** (из гибридной комбинации Рамонский 95 х Одесский 119), **АМЗК 99** (из комбинации Vreta х Рамонский 85), находились в государственном испытании с 1999 года. В 2004 году сорт гороха **АМЗК 99**, разновидности вульгаре-детерминантный, был включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центрально-Черноземному региону. Авторы сорта – Амелина К.В., Земенкова Л.И., Корниенко А.В.

С 1996 года для повышения продуктивности и технологичности возделывания гороха стали использовать на разных этапах селекционного процесса усатые формы [5]. Такой тип

растений обусловлен наличием рецессивного аллеля *Af*, в результате листочки преобразуются в усики, а размер прилистников не меняется. Полностью безлистная форма характеризуется комбинацией двух аллелей *Af* и *St*, что обуславливает уменьшение прилистников и трансформацию листовых пластинок в усики. Впервые признак «усатости» у гороха был обнаружен в России на Грибовской овощной селекционной станции в 1949 году как спонтанная мутация. В 1996 году нами проведено скрещивание сорта Черноземец, селекции ВНИИСС и усатого сорта Эйфель, присланного из ВИРа. Из гибридов второго поколения было выделено элитное растение под номером 545-98, давшее новый сорт – **Зенит**, разновидность вольгатум-усатая. В 2007 году Зенит был включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центрально-Черноземному и Северо-Кавказскому регионам. Авторы сорта – Амелина К.В., Земенкова Л.И., Корниенко А.В., Останков Е.М., Цымбалов Н.Н. Урожайность Зенита – 46,7 ц/га. Содержание белка в зерне – 25%.

Усатые формы гороха относятся к влаголюбивым сортам. При недостатке влаги в период формирования репродуктивных органов они уступают по продуктивности обычным сортам (листочковым) [6].

В 2006 году были переданы в государственное испытание сорта гороха **Рамонский 06** (разновидность вольгатум-короткостебельная из гибридной комбинации VSB.1.132. 128 х Самарец) и **Рамус** (из гибридной комбинации Богатырь х Орлус, разновидность вольгатум-усатая). В 2011 году Рамонский 06 был включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центрально-Черноземному региону. Авторы сорта – Амелина К.В., Земенкова Л.И., Козьякова Т.Н.

С 2008 по 2011 годы в ГСИ передавались сорта гороха **Экватор**, **Рамзес**, **АЗОК 11**. Сорт Экватор получен из гибридной комбинации Орлус х Рамонский 95, разновидность – вольгатум-усатая. Урожайность 38,9 ц/га, содержание белка в зерне 23,1%. Сорт **Рамзес** – из гибридной комбинации ОРК х Рамонский 95, разновидность вольгатум-экадукум усатая (с неосыпающимися семенами), АЗОК-11 – из комбинации Аксайский усатый х БЗ287 (Supcovert х Flavanda) – разновидность вольгатум-экадукум усатая. Листочковый сорт гороха **РИФ12**, выведенный из комбинации скрещивания сортов Буян х Рамбел (авторы Амелина К.В., Земенкова Л.И., Козьякова Т.Н.), передан на испытание в ГСИ в 2012 году. Разновидность сорта – вольгатум-экадукум, высота растений – 67-78 см, масса 1000 семян – 246,6 г, содержание белка в зерне – 24,1%. Урожайность зерна – 32,5 ц/га. Сорт в 2016 году включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ по Центрально-Черноземному региону. С 2016 года в государственном сортоиспытании находится сорт гороха **Рамонек**, полученный из гибридной комбинации сортов Буян х Рамбел. Разновидность экадукум.

Литература

1. Плетнева М.А. Селекция гороха // Из сортовых, полевых и лабораторных работ, т.1. – Воронеж, – 1927. – С. 248-253.
2. Могилев Л.М. Селекция гороха // Из сортовых, полевых и лабораторных работ, т.2, сб.1. – Воронеж, 1936. – С. 107-113.
3. Амелина К.В. Селекция продовольственного гороха в Рамони // Роль селекции в формировании агротехнологий для обеспечения стабильного производства зерна в условиях меняющегося климата. Материалы Всероссийской научно-практической конференции и заседания Совета по земледелию ЦЧЗ и Отделения земледелия Россельхозакадемии. Каменная Степь. – 2011. – С. 3-6.
4. Амелина К.В. Изучение различных морфотипов гороха как исходного материала для селекции // Инновация в свеклосахарном производстве. Сб. научных трудов, посвященных 90-летию ГНУ ВНИИСС Россельхозакадемии, Воронеж. – 2012. – С. 148-156.
5. Амелина К.В. Перспективы селекции гороха во ВНИИСС // Научное обеспечение устойчивого свекловодства в России. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ВНИИСС. – Воронеж, «Истоки», – 2003. – С. 42-46.
6. Амелина К.В. Создание и оценка нового селекционного материала продовольственного гороха в Рамони // Достижения и основные направления селекции зернобобовых культур (горох, соя) в России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. ГНУ Донской ЗНИИСХ Россельхозакадемии. – 2014. – С. 3-6.

THE MAIN DIRECTIONS OF SELECTION AND SEED PRODUCTION FOR GARDEN PEA (*PISUM SATIVUM* L.) IN RAMON

K.V. Amelina, M.N. Saschenko, T.N. Koz'yakova, S.Yu. Demidova

FGBNU «ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF SUGAR BEET AND SUGAR NAMED AFTER L.M. MAZLUMOV»

Abstract: The article is devoted to the history of the establishment of laboratory of garden pea selection in Ramon. The main directions and methods of selection work in different years are given. Methods are described for obtaining the initial material of various forms of peas at the present time. The data on the varieties of garden pea of Ramon selection registered and transferred to the state variety testing are given.

Keywords: selection, pea, varieties and hybrids, source material, new forms, main directions of selection.

УДК 635.656:631.52

ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОЖАЯ И СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ У РАСТЕНИЙ ГОРОХА ПОСЕВНОГО С БЕСПЕРГАМЕНТНЫМИ БОБАМИ

Е.А. ФАДЕЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук

А.Н. ФАДЕЕВА, кандидат биологических наук

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОБОСОБЛЕННОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

У новых генотипов гороха посевного с беспергаментными бобами установлен различный уровень генотипической изменчивости элементов структуры продуктивности в зависимости от условий среды. Меньшей реакцией характеризовались признаки «число бобов на продуктивный узел, число продуктивных узлов и семян на растении, длина растений, число семян в бобе, масса семян с растения». Доказана высокая корреляция продуктивности растений сортов с массой растений и семян с растения, длиной стебля, достоверная лишь в условиях умеренного увлажнения.

Результатами путевого анализа выявлен прямой положительный эффект в продуктивность растений признаков «число семян на растении и масса 1000 семян», проявившийся более высоким уровнем действия в засушливых условиях. Наличие достаточно высокой корреляции их с продуктивностью дает возможность выявить высокопродуктивные генотипы по данным признакам.

Наличие остаточного эффекта указывает на ограничение продуктивности растений в годы исследований вследствие более высокой конкуренции за пластические вещества между отдельными элементами, особенно обострившиеся в засушливых условиях.

Ключевые слова: горох, беспергаментный боб, урожай, корреляция, путевой анализ.

Изучение генетических систем контроля хозяйственно значимых признаков существенно продвинуло знания и возможности селекционного улучшения сортов гороха [1]. В прогрессе селекции изучение сопряженности селективируемых показателей, выявление их вклада в формирование продуктивности и урожая представляются важным этапом при разработке моделей сортов, совершенствовании техники селекционного процесса. В селекции гороха данным вопросам уделяется пристальное внимание в связи с созданием принципиально новых сортов с новым сочетанием морфологических и количественных признаков. Внедрение в генотип только одной мутации приводит к структурной перестройке в целом растения и изменчивости нормы реакции на условия среды. В связи с этим фенотипическое проявление мутаций, имеющих хозяйственную ценность, требует

детального и тщательного изучения [2]. В создании новых сортов гороха большое значение имеет определение связей количественных признаков на генотипическом уровне, при котором особая значимость придается изучению связей групп признаков с определенным уровнем коэффициентов корреляции, прямое или косвенное влияние на урожайность, а при разнонаправленности этих влияний – оптимальное их сочетание [3, 4, 5]. Выявление высокой положительной зависимости массы семян с растения с биомассой, числом семян с растения и количеством семян в бобе на генотипическом уровне и проявление этой зависимости в различных средах позволяет стабильно использовать перечисленные признаки на повышение продуктивности растений [6]. В селекции листочкового морфотипа авторы предлагают использовать массу семян на продуктивный узел и уборочный индекс, при создании усатых сортов селекционную ценность представляет признак «число бобов на растение».

При создании детерминантных сортов для условий Среднего Поволжья в качестве наиболее значимых признаков, определяющих семенную продуктивность, А.Е Зубов (1997) выделяет число бобов и семян на продуктивный узел, число семян в бобе и массу 1000 семян. Автор подчеркивал, что признак «число семян на продуктивный узел» напрямую положительно влияет на урожайность и имеет косвенные негативные вклады через число семян в бобе и массу 1000 семян. Рассматривая внутрисортные корреляционные связи количественных признаков различных моделей растений гороха в условиях Орловской области А.М. Задорин (2005) подчеркивает, что наибольшую адаптивность для региона представляют индетерминантные формы. Среди них по лучшей сбалансированности продукционного процесса автор выделяет гетерофильный морфотип. Результаты исследований корреляционных взаимосвязей между элементами продуктивности указывают на низкий гомеостаз продукционного процесса у детерминантных форм с усатыми и гетерофильными листьями [5].

Путевым анализом на генотипическом уровне установлен положительный прямой эффект на урожай семян уборочного индекса и урожая биомассы [7, 8]. Ряд исследователей в качестве критериев отбора на повышение урожайности семян выделяют признаки «число бобов на растение и масса 1000 семян», которые вносят прямой или косвенный вклад в формирование урожая [9, 10].

В наших исследованиях использование в качестве селекционного признака беспергаментного типа боба, в эндокарпе которого отсутствуют лигнифицированные клетки, привело к существенной перестройке структуры продуктивности растений. Известно, признак контролируется двумя генами. В доминантном состоянии они обуславливают сильное развитие лигнинового слоя эндокарпа. Рецессивные мутации *p* и *v*, нарушающие образование пергаментного слоя в бобе, широко используются в селекции овощных сортов *Pisum sativum* L. [11, 12]. В связи с созданием нового генофонда исследования по изучению закономерностей формирования урожайности и определяющих его величину признаков, их взаимосвязи в зависимости от генетического разнообразия и влияния факторов внешней среды является важной частью селекционной работы и имеют высокую значимость и актуальность.

Условия, материалы, методы

Экспериментальные данные получены на 17 образцах гороха конкурсного испытания Татарского НИИСХ с беспергаментными бобами, созданных по программе селекции на устойчивость к раскрыванию бобов. Большинство из них характеризовалось наличием усатого типа листа. Обычный тип листа имел лишь образец КТ6456.

Биометрический анализ растений образцов проведен по следующим параметрам: масса сухого растения, длина растений, число продуктивных узлов (ЧПУ), бобов (ЧБР), семян на растении (ЧСР), масса семян (МСР). На каждом растении расчетным методом определяли массу 1000 семян, число семян в бобе (ЧСБ), нагрузку бобов (ЧБПУ), семян (ЧСПУ) и массы семян на продуктивный узел (МСПУ). Уборочный индекс (Кхоз) определяли отношением массы семян на растении к сухой биомассе растений, выраженном в процентах (УИ).

В пахотном слое почвы опытного участка содержание гумуса составило (по Тюрину) 3,50-3,95%, азота щелочногидролизующего – 84,0-100,8 мг/кг, сумма поглощенных оснований и гидролитической кислотности, соответственно, 19,75-24,25 и 1,90-2,16 мг/экв на 100 г почвы. Количество подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) варьировало в пределах 290-390 и 140-167 г/кг почвы. Почвы серые лесные тяжелосуглинистые со слабокислой реакцией (рН солевой вытяжки 5,6-5,7).

Исследования проводились в 2012-2013 годы, контрастно различающиеся по метеорологическим условиям. Величина гидротермического коэффициента в годы исследований (0,60 и 0,71) свидетельствует, что в период вегетации гороха наблюдалось неравномерное распределение режима влаго- и теплообеспечения (табл. 1). Наиболее неблагоприятные для развития гороха условия складывались в 2013 году, недостаток влаги растения особенно остро ощущали в фазе линейного роста от появления всходов до цветения (ГТК=0,24). В 2012 году данный период вегетации характеризовался умеренным увлажнением, а в фазе цветения выпало достаточное количество осадков. Засушливые условия складывались в период формирования и налива бобов и семян.

Для статистического анализа экспериментального материала использовали программы Microsoft Excel XP, пакет программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS 2.13, разработанной С.П. Мартыновым. Достоверность полученных данных урожая, использованных в корреляционном анализе, определялась по методике Б.А. Доспехова (1985). Для углубленного изучения корреляций между продуктивностью растений и его компонентами применен метод анализа путевых коэффициентов [13].

Таблица 1

**Гидротермические показатели в период вегетации гороха в годы исследований
(данные метеостанции ТатНИИСХ)**

Фаза развития гороха	ГТК	
	2012	2013
Посев-всходы	1,36	2,0
Всходы-цветение	0,80	0,24
Цветение	1,27	0,81
Конец цветения-созревание	0,40	0,88
Всходы-созревание	0,71	0,60

Результаты и обсуждения

Изученные образцы с беспергаментными бобами различались по комплексу морфоструктурных параметров. Анализ показал, что пределы значений признаков у генотипов в сильной степени зависели от складывающихся условий среды. Под воздействием ограниченного режима увлажнения (2013 г.) показатели существенно снижались. Различия средних величин признаков по годам достигали до 1,85 раз. Изучаемые образцы оказались весьма стабильными по числу бобов на продуктивный узел. Об этом свидетельствуют низкие значения коэффициента вариации признака по сортам (CV= 5,1 и 5,2%). По возрастанию генотипической вариабельности признаки расположились в следующем порядке: число продуктивных узлов (CV= 7,7 и 9,4%). Число семян на растении (CV= 10,1 и 10,4%), длина растений (CV= 9,3 и 10,5%), число семян в бобе (CV= 10,0 и 11,1%), масса семян с растения (CV= 13,7 и 15,2%). Амплитуда варьирования перечисленных признаков в меньшей степени менялась в зависимости от условий года. Узкий предел изменчивости признаков у генотипов с облегченными бобами можно объяснить близкородственным происхождением большинства из них. Поэтому они сходным образом реагировали на изменение условий внешней среды.

По признакам «масса семян с растения, масса 1000 семян, число и масса семян на продуктивный узел» генотипическое варьирование различалось по годам в более широких пределах с более высоким проявлением при улучшении условий увлажнения.

Проведенный корреляционный анализ показал сложный характер зависимости количественных параметров у генотипов и выявил сильные различия по годам. Достоверные высокие положительные корреляции признаков, непосредственно влияющих на основной хозяйственный признак – урожайность, обнаружены по массе растений и семян с растения, длине стебля ($r=0,76^*$, $0,73^*$ и $0,89^{**}$), проявляющиеся лишь в условиях умеренного увлажнения (табл. 2). В засушливых условиях связь между этими параметрами несутрешенна ($r=0,06\ldots-0,6$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что в благоприятные годы преимущества по урожайности будут иметь более высокорослые высокопродуктивные генотипы.

Выявленные корреляционные зависимости позволяют корректировать селекционную работу на повышение продуктивности растений с различным перераспределением элементов структуры, проводить отборы растений в различные годы по определенным признакам. В связи с тем, что в сильно засушливых условиях отсутствует достоверная взаимосвязь урожая и составляющих его элементов, нецелесообразно вести отборы в условиях воздействия данного фактора.

Таблица 2

Взаимосвязь урожая семян и составляющих компонентов

Признаки	2012	2013
Урожай семян – масса растений	0,76*	0,06
длина стебля	0,89**	-0,06
число семян	0,50	-0,36
число бобов	0,54	-0,03
масса семян	0,73*	-0,06
число семян в бобе	-0,16	-0,33
число семян на продуктивный узел	0,08	-0,47
масса семян на продуктивный узел	0,59	-0,11
$K_{хоз}$, %	0,13	-0,26

Примечание: * - значимо на 5% уровне, ** - значимо на 1% уровне

Улучшение семенной продуктивности растений в целом можно достигнуть через улучшение отдельных элементов структуры урожая. Вклад и косвенный эффект каждого из них в общую семенную продуктивность при взаимодействии со всеми другими позволяет определить метод путевых коэффициентов. Результаты анализа показывают, что в годы испытаний положительный прямой вклад в продуктивность растений вносили признаки «число семян на растении» ($R=0,28-3,99$) и «масса 1000 семян» ($R=0,08-5,29$) (табл. 3). Указанная закономерность проявилась в сильной степени в засушливых условиях 2013 года. При этом их коэффициенты корреляции с продуктивностью (массой семян с растения) достаточно высоки, значения rg этих признаков в различные годы варьировали в пределах 0,62-0,74. В этих условиях создается возможность выявить высокопродуктивные генотипы по данным признакам.

Прямой вклад некоторых элементов в продуктивность зависел от условий среды. Признак «число семян на продуктивный узел» при дефиците влаги характеризовался прямым положительным влиянием ($R=1,79$), в условиях умеренного увлажнения проявлялся невысоким отрицательный эффект данного показателя ($R=-0,62$). Схожая зависимость, но меньшей степенью проявления, наблюдалась по признаку «число продуктивных узлов» ($R=0,35$ и $-0,05$). Влияние на продуктивность признаков массы семян на продуктивный узел, биомассы и числа бобов на растение оценивалось прямым положительным эффектом, напротив, при лучшем режиме увлажнения (2012 г.), выраженным невысокими значениями ($R=0,53$, $0,36$ и $0,32$).

Высокая положительная корреляция массы семян с растения с признаками «биомасса растений» ($rg=0,98$ и $0,89$) и «масса семян на продуктивный узел» ($rg=0,82$ и $0,88$) выражена разными эффектами в зависимости от условий. В более благоприятных условиях увлажнения

отмечен прямой положительный вклад этих элементов в формирование продуктивности растений. В 2013 засушливом году прямой отрицательный эффект биомассы растений и массы семян на продуктивный узел реализовался в сочетании с положительными косвенными вкладами числа семян на растении и массы 1000 семян.

Наличие остаточного эффекта указывает на влияние неучтенных факторов в изученной системе причинно-следственных связей. В годы исследований данный показатель имел значения 0,060 и 0,171. Значения указывают на ограничение урожая семян вследствие более высокой конкуренции за пластические вещества между отдельными элементами, сильнее проявившейся в засушливых условиях.

Таблица 3

Прямые и косвенные эффекты количественных признаков на продуктивность (массу семян с растений) у генотипов с лучильными бобами

Признаки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	r
2012 год												
1. Масса растения	0,32	-0,04	-0,02	0,26	0,19	-0,07	0,05	0,01	-0,02	-0,12	0,44	0,98
2. Длина стебля	0,25	-0,06	-0,02	0,16	0,13	-0,04	0,04	-0,01	-0,01	-0,06	0,33	0,72
3. ЧПУ	0,15	-0,02	-0,05	0,33	0,07	-0,32	0,03	0,03	-0,02	0,33	-0,03	0,52
4. ЧБР	0,23	-0,03	-0,05	0,36	0,14	-0,26	0,04	0,03	-0,02	0,17	0,13	0,74
5. ЧСР	0,22	-0,03	-0,01	0,19	0,28	0,14	-0,01	-0,01	-0,02	-0,42	0,29	0,62
6. ЧСБ	-0,06	0,01	0,04	-0,22	0,10	0,41	-0,05	-0,05	0,01	-0,56	0,11	-0,27
7. Масса 1000 семян	0,20	-0,03	-0,02	0,16	-0,04	-0,26	0,08	0,04	-0,01	0,29	0,29	0,69
8. УИ	0,05	0,01	-0,02	0,14	-0,03	-0,25	0,04	0,07	-0,01	0,31	0,05	0,35
9. ЧБПУ	0,26	-0,02	-0,03	0,29	0,17	-0,13	0,04	0,02	-0,03	-0,06	0,31	0,84
10 ЧСПУ	0,06	-0,01	0,03	-0,10	0,19	0,37	-0,04	-0,04	-0,01	-0,62	0,26	0,11
11. МСПУ	0,27	-0,04	0,01	0,09	0,15	0,09	0,05	0,01	-0,02	-0,30	0,53	0,82
Остаточное (неучтенные факторы) $R_{хп} = 0,060$												
2013 год												
1. Масса растения	-3,84	0,01	0,27	-0,14	2,88	-0,01	2,64	0,04	-0,01	0,41	-1,35	0,89
2. Длина стебля	-1,96	0,01	0,17	-0,09	1,24	0,01	-0,37	1,09	-0,02	-1,79	1,92	0,19
3. ЧПУ	-2,96	0,01	0,35	-0,18	2,08	0,02	2,96	-0,36	-0,01	-0,31	-0,81	0,79
4. ЧБР	-2,65	0,01	0,31	-0,20	1,64	0,04	3,12	-0,36	-0,07	-0,32	-0,79	0,71
5. ЧСР	-2,76	0,01	0,18	-0,08	3,99	-0,06	-0,21	-0,42	0,02	1,33	-1,25	0,74
6. ЧСБ	-0,61	-0,01	-0,63	0,08	2,64	-0,09	-2,54	-0,21	0,08	1,58	-0,67	0,19
7. Масса 1000 семян	-1,92	-0,01	0,20	-0,12	2,64	0,05	5,29	-0,76	-0,04	-0,77	-1,12	0,64
8. УИ	0,08	-0,01	0,07	-0,04	0,88	-0,01	2,12	-1,89	0,01	0,31	-1,06	0,44
9. ЧБПУ	-0,42	0,0	0,04	-0,10	-0,52	0,06	1,59	0,08	-0,14	-0,29	-0,21	0,07
10 ЧСПУ	-0,88	-0,01	-0,06	0,04	2,96	-0,08	-2,27	-0,32	0,02	1,79	-0,92	0,26
11. МСПУ	-2,69	-0,01	0,15	-0,08	2,59	-0,03	3,07	-1,04	-0,02	0,86	-1,92	0,88
Остаточное (неучтенные факторы) $R_{хп} = 0,171$												

Примечание: жирным шрифтом отмечены значения прямого эффекта

Выводы

Новые образцы с беспергаментными бобами оказались весьма стабильными по числу бобов на продуктивный узел. Генотипическая изменчивость по числу продуктивных узлов, числу семян на растении, длине растений, числу семян в бобе, массе семян с растения в меньшей степени менялась в зависимости от условий года. Узкий предел изменчивости признаков у генотипов с облегченными бобами можно объяснить близкородственным происхождением большинства из них. Поэтому они сходным образом реагировали на изменение условий внешней среды. По признакам «масса семян, масса 1000 семян, число и масса семян на продуктивный узел» генотипическое варьирование различалось по годам в более широких пределах с большим проявлением при улучшении условий увлажнения.

Доказано высокое положительное влияние на урожай семян массы растений и семян с растения, длины стебля, проявляющееся лишь в условиях умеренного увлажнения. Отсутствие достоверной корреляции урожая с составляющими его элементами в засушливых условиях затрудняет вести отборы по отдельным признакам.

Прямые положительные эффекты в продуктивность растений (масса семян с растений) признаков «число семян на растении и масса 1000 семян» в засушливых условиях проявились более высоким уровнем действия по сравнению с более благоприятным режимом увлажнения. В этих условиях создается возможность выявить высокопродуктивные генотипы по данным признакам.

Прямой вклад числа продуктивных узлов и семян на узле в продуктивность при дефиците влаги характеризовался прямым положительным влиянием, в условиях умеренного увлажнения проявлялся отрицательный эффект. Обратным вкладом в зависимости от условий года характеризовались масса семян на продуктивный узел, биомасса и число бобов на растение. Наличие остаточного эффекта указывает на ограничение реализации потенциала продуктивности растений вследствие более высокой конкуренции за пластические вещества между отдельными элементами, сильнее проявившаяся в засушливых условиях.

Литература

1. Kosev V., Sachanski S. Inheritance of Traits Determining the Yield at Pea (*Pisum sativum* L.) // Селскостоп. Наука. – 2011. – Vol.44. – N 5. – P. 19-34.
2. Синюшин А.А. Селекция растений в эпоху факториальной концепции наследственности. Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 4 (16). – С. 27-36.
3. Зубов А.Е. Изменения в структуре признаков продуктивности и их коррелятивной связи с урожаем зерна у сортов гороха нового агроэкоотипа // Научные основы создания моделей агроэкоотипов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России: сб. статей научно-методического координационного совещания. Издательство: Орел, 1997. – С. 50-55.
4. Задорин А.М. Исходный материал и методы селекции гетерофильной формы гороха. Автореф. дис.... канд.с.х. наук. – Орел. – 2005. – 23 с.
5. Зеленов А.Н. Эволюционный прогресс в селекции гороха и стабильность генома. Сб. научных трудов: Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве. Орел; 2011. – С. 245-253.
6. Шурхаева К.Д., Фадеева А.Н. Изменчивость и взаимосвязь количественных признаков гороха. Вестник Казанского Аграрного Университета. – 2011. – № 2 (20). – С.161-163.
7. Fikreselassie M. Variability, heritability and association of some morphoagronomic traits in pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. Pakistan Journal Biological Sciences. – 2012. – 15 (8). – P. 358-366.
8. Sherwan Esmail Tofig, Dana Azad Abdulkhaled, Taban Najmaldin Hama Amin, Omer Rarem Azez. Correlation and path coefficient analysis in seven field pea (*Pisum sativum* L.) genotypes created by half diallel analysis in Sulaimani Region for F₂ generation. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, – 2015. – Vol. 5, Issue 4. – P. 93-97.
9. M. A. Anci, E. Ceyhan Correlation and Analysis of Pod Characteristics in Pea (*Pisum sativum* L.). Asian Journal of Plant Sciences. – 2006. – № 1. – P. 1-4.
10. A. Singh, S. Singh, J.D.P. Babu. Heritability, Character Association and Path Analysis Studies in Early Segregating Population of Field Pea (*Pisum sativum* L. var. *arvense*). International Journal of Plant Breeding and Genetics. – 2011. – № 1. – P. 86-92.
11. Reid, J.B., & Ross, J.J. Mendel's genes: toward a full molecular characterization. Genetics. – 2011. – 189 (1). – P. 3-6.
12. Sinjushin A. Mutation Genetics of Pea (*Pisum sativum* L.): What Is Done and What Is Left to Do. Ratar.Povrt. – 2013. – 50:2. – P. 36-43.
13. Wridht S. The method of path coefficients. Annual Math.States. – 1934. – т.5. – P. 161-215.

RELATIONSHIP OF THE CROP AND ITS COMPONENTS OF PEA WITH UNDISCLOSED PODS

E.A. Fadeev, A.N. Fadeeva

TATAR SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – SUBDIVISION OF THE
FEDERAL STATE BUDGETARY INSTITUTION OF SCIENCE «KAZAN SCIENTIFIC
CENTRE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES»

Abstract: The new genotypes of pea seed with non-pergamental pods establish a different level of genotypic variability in the elements of the productivity structure, depending on

environmental conditions. The smaller reaction was characterized by the signs «the number of pods per productive node, the number of productive nodes and seeds on the plant, the length of the plants, the number of seeds in the pod, the mass of seeds from the plant». A high correlation of the yield of varieties with the mass of plants and seeds from the plant, the length of the stem, is proved to be reliable only under conditions of moderate moistening.

The results of the path analysis revealed a direct positive effect in the plant productivity of the signs «the number of seeds on the plant and the mass of 1000 seeds», which was manifested by a higher level of action in arid conditions. The presence of a sufficiently high correlation between them and productivity makes it possible to identify highly productive genotypes according to these characteristics.

The presence of a residual effect indicates a restriction of the seed yield in the years of research due to a higher competition for plastic substances between the individual elements, especially exacerbated in arid conditions.

Keywords: *Pisum sativum*, lack of parchment a layer pods, the yield, correlation, path analysis.

УДК 631.527/633.358

НОВЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА ГОРОХА СЕЛЕКЦИИ УЛЬЯНОВСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

М.С. ШАКИРЗЯНОВА, старший научный сотрудник

ФГБНУ «УЛЬЯНОВСКИЙ НИИСХ»

В статье приведены результаты государственного сортоиспытания нового сорта гороха посевного **Юбиляр**, который в 2015-2016 гг. проходил испытание в Центральном, Волго-Вятском и Средневолжском регионах. Испытание проводили в 49 сортоопытах, расположенных в 20 областях РФ. С 2017 года сорт Юбиляр внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ по Центральному и Средневолжскому регионам. Основные достоинства сорта – высокая продуктивность, устойчивость семян к осыпанию, более низкая норма высева семян за счет мелкосемянности.

Проходят государственное сортоиспытание перспективные сорта зернового гороха с усатым типом листа, с высокой устойчивостью к полеганию и ценными хозяйственными свойствами – **Шеврон, Ракул, Кулон**.

Сорт Шеврон зернового направления на продовольственные и зернофуражные цели, устойчивый к полеганию, высокоурожайный. Совместно с Татарским НИИСХ создан новый сорт зернового гороха Ракул, пригодный к уборке прямым комбайнированием. Сорт отличается высокими продовольственными свойствами, имеет хорошую разваримость и вкусовые качества. С ЗАО «Агрокомплекс «Кургансемена» передан на госсортоиспытание среднеспелый сорт Кулон зернового направления, высокопродуктивный, устойчивый к полеганию, с высоким содержанием протеина в семенах.

Ключевые слова: селекция, горох, сорт, урожайность, сортоиспытание.

Горох – одна из основных зернобобовых культур в России. Благоприятное сочетание высокого содержания белка в зерне и зеленой массе, скороспелости, приспособленности к произрастанию в различных почвенно-климатических условиях обеспечивают гороху статус основного поставщика растительного белка в стране, а биологическая способность к фиксации атмосферного азота позволяет отнести его к культурам, улучшающим почвенное плодородие и служащим прекрасным предшественником в зерновых севооборотах [1].

Новые социально-экономические условия изменили требования потребителей к сорту, определили необходимость корректировки направлений и цели селекции. Для современного этапа актуальна региональная агроэкологически и технологически адресная импортозамещающая селекция адаптивных к регионспецифичным экологическим факторам сортов, направленная на изменение адаптивных свойств растений селективируемых сортов, реализацию потенциала их продуктивности в урожайности и потребительских качествах, для производства целевой продукции на продовольственные, кормовые, технические и другие цели [2].

Сорт, по мнению академика А.А. Жученко «... должен обеспечивать во времени и пространстве наиболее эффективное использование благоприятных естественных и техногенных факторов внешней среды, и, одновременно обладать способностью противостоять действию абиотических и биотических стрессоров, за счет адаптивных реакций избегания, толерантности, способности усвоения труднодоступных элементов минерального питания, устойчивости к действию стрессоров на критических этапах онтогенеза» [3].

В последние годы в Ульяновском НИИСХ были созданы и рекомендованы для возделывания сорта гороха среднеспелой группы разного морфотипа **Ульяновец** – листочковый и **Указ** – безлисточковый.

Сорт гороха **Ульяновец** сочетает в себе относительно высокую и стабильную урожайность по годам независимо от метеоусловий вследствие повышенной засухоустойчивости. Отличается более выровненным зерном, имеет хорошую разваримость и вкусовые качества. Предназначен для возделывания на продовольственные и фуражные цели. Выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Труженик × К-8255 663/81. Вегетационный период 73-80 дней. Сорт пригоден для двухфазной уборки и посева в смеси с зерновыми культурами. С 2011 г. сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Центральному, Волго-Вятскому, Северо-Кавказскому, Средневолжскому регионам [4].

Сорт гороха **Указ** создан по селекционной программе «Экада-2» совместно с Татарским НИИСХ. Отличается устойчивостью к полеганию, высокой продуктивностью и продовольственными свойствами. Выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации (Нем. № 870С × П-28) × (Толар × Труженик). Вегетационный период 70-76 дней. Относится к ценным по качеству сортам. Из-за тесного сплетения растений и образования пружинистого стеблестоя, рекомендуется однофазная уборка. С 2011 г. сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому, Северо-Кавказскому, Средневолжскому регионам [4].

Целью исследований в селекционной работе с горохом является создание высокоурожайных сортов зернового направления, устойчивых к полеганию, болезням и вредителям, с хорошими вкусовыми качествами зерна и различного морфотипа.

Материалы, методы и условия

Селекционный материал оценивается по урожайности, устойчивости к болезням и вредителям, действию стрессовых факторов. Определяются физические и технологические показатели качества зерна. В течение вегетации проводятся фенологические наблюдения, оцениваются общее развитие и устойчивость к полеганию. Научные исследования проводятся на базе опытного поля Ульяновского НИИСХ. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый, мощность гумусового горизонта 0,79 м, содержание гумуса (по Тюрину) 5,2-5,4%, общего азота (по Кьельдалю) – 0,26%, подвижных P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 195-214 и 115-119 мг/кг почвы соответственно. Реакция водной вытяжки верхнего горизонта составляет 7,0 ед. рН, вниз по профилю увеличивается до 8,1 ед. [5].

Климат области сухой, умеренно-континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой. По условиям увлажнения характеризуется неравномерным распределением осадков как по периодам года, так и во время вегетационного периода.

Оценку образцов, учеты и наблюдения проводили по Методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [6]. Содержание протеина определяли по Къельдалю [7], разваримость – методом А.В. Соснина [8]. Для обработки результатов опытов используется компьютерная селекционно-ориентированная программа «AGROS».

Результаты исследований

Сорт гороха **Юбилар** создан методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Аксайский усатый 55 × Орлус, разновидность экадуко-циррозум. Стебель средней высоты – 55-65 см. Изменяется он в зависимости от метеорологических условий в пределах 50-80 см. Междоузлий на растении 14-16. Боб лущильный, с сильно развитым пергаментным слоем, слабоизогнутый с тупой верхушкой. Число бобов варьирует на растении от 5 до 10 штук. Семена неосыпающиеся, гладкие, желто-серые, в бобе их от 4 до 7 шт., семядоли желтые. Масса 1000 зерен 150-190 г. Разваримость и вкусовые качества хорошие. По вегетационному периоду образец относится к группе среднеспелых сортов [9].

В 2015-2016 годах сорт Юбилар проходил испытание в Центральном, Волго-Вятском, Средневолжском регионах РФ. Испытание проводили в 49 сортоопытах, расположенных в 20 областях РФ. В среднем за два года государственного сортоиспытания достоверная прибавка по урожаю нового сорта к стандарту была получена в 10 республиках и областях.



Таблица 1

Результаты государственного сортоиспытания сорта гороха Юбилар (2015-2016 гг.)

Республика, область	Регион испытания	Урожайность, т/га		Стандартный сорт	Отклонение от стандарта, т/га	НСР ₀₅ , т/га
		сорта	стандарта			
Владимирская	3	3,18	2,43	Фараон	+0,75	0,23
Калужская		2,84	2,05	Варис	+0,79	0,27
Московская		3,65	3,18	Немчиновский 100	+0,47	0,40
Смоленская		2,71	2,37	Фараон	+0,34	0,31
Кировская	4	2,85	2,52	Указ	+0,32	0,20
Р. Удмуртия		2,39	2,06	Ак. ус. 55	+0,32	0,20
Р. Чувашия		2,48	2,02	Ср. ст-т	+0,46	0,15
Пензенская	7	2,08	1,80	Фараон	+0,28	0,15
Самарская		2,06	1,50	Самариус	+0,56	0,11
Ульяновская		1,59	1,43	Указ	+0,16	0,16

В 2015 году в 27 опытах Юбилар показал урожайность выше, чем у стандартных сортов, в 7 опытах она была на уровне стандартного сорта, в 15 опытах ниже стандартных сортов. Максимальная урожайность у сорта в ГСИ составила 5,18 т/га и была получена на Московской ГСС Московской области. Наибольшие прибавки над стандартными сортами были получены на Сухиничском ГСУ Калужской области +1,54 т/га, Сызранском ГСУ Самарской области +1,48 т/га, Базинской ГСС Удмуртской Республики + 1,33 т/га, на Юрьев-Польском ГСУ Владимирской области + 1,2 т/га. Средняя урожайность сорта по всем сортоопытам составила 2,54 т/га, при урожайности среднего стандарта 2,23 т/га.

В 2016 году в 21 опыте Юбилар показал урожайность выше, чем у стандартных сортов, в 13 опытах она была на уровне стандартного сорта, в 16 опытах ниже стандартных сортов. Максимальная урожайность у сорта в ГСИ составила 4,86 т/га и была получена на

Манчажском ГСУ Свердловской области. Наибольшие прибавки над стандартными сортами были получены на Сухиничском ГСУ Калужской области +1,34 т/га, Комсомольском ГСУ Республики Чувашии +0,95 т/га, Сызранском ГСУ Самарской области + 0,82 т/га. Средняя урожайность сорта по всем сортоопытам составила 2,21 т/га, при урожайности среднего стандарта 2,05 т/га.

С 2017 года сорт гороха Юбиляр внесен в Государственный реестр селекционных достижений по 3 и 7 регионам. Достоинство сорта – высокая продуктивность, устойчивость семян к осыпанию, меньшая норма высева за счет мелкосемянности [10].

В последние годы селекционная работа была нацелена на улучшение хозяйственно ценных признаков гороха на основе безлисточковых форм. Создана группа сортов с усатым типом листа с высокой устойчивостью к полеганию и ценными хозяйственными свойствами. Устойчивость к полеганию у них достигается за счет тесного сплетения растений и образования пружинистого стеблестоя, что позволяет легко убирать его напрямую.

В результате многолетних исследований в конкурсном сортоиспытании по комплексу хозяйственно ценных признаков была выделена линия 530/06, которая в 2016 передана на государственное сортоиспытание под названием **Шеврон** (табл. 2).

Сорт **Шеврон** – сорт среднеспелый, вегетационный период 67-71 день. Растения обычного типа роста, полукарликовые – средняя высота 55-65 см. Лист усатого типа, позволяющий проводить однофазную уборку. Семена осыпаящиеся, гладкие, желто-серые. Масса 1000 зерен 250-300 г. Содержание протеина 20-24%. Разваримость составляет 90-110 минут.

Шеврон сорт зернового направления на продовольственные и зернофуражные цели, передали на государственное сортоиспытание за высокую урожайность, устойчивость к полеганию.

Таблица 2

Основные параметры сорта Шеврон в сравнении со стандартом

Хозяйственные и биологические свойства										
Показатели	Ед. измерения	Шеврон				Указ				Отклонение от Указа
		2014	2015	2016	средн	2014	2015	2016	средн	
Урожай зерна	т/га	0,82	2,25	2,47	1,85	0,78	1,59	2,32	1,56	+0,29
Отклонение от Указа	т/га	0,04	0,66	0,15	0,28					
НСР ₀₅	т/га	0,09	0,17	0,23	0,16					
Масса 1000 зерен	г	219,4	294,6	221,6	245,2	191,2	245,4	229,4	222,0	+25,2
Содержание протеина	%	19,6	24,0	18,7	20,8	20,6	19,8	20,5	20,3	+0,5
Разваримость	мин	100,5	106,0	73,5	93,3	85,5	94,0	78,0	85,8	+7,5
Вегетационный период	дней	71	67	77	72	71	66	78	72	0
Высота	см	55,7	56,5	76,3	62,8	52,5	54,8	77,9	61,7	+1,1
Поражение плодовой жоркой	%	0,0	4,3	3,6	2,6	0,0	2,2	1,8	1,3	+1,3
Поражение зерновкой	%	8,9	7,9	0,2	5,7	5,9	0,0	0,0	2,0	+3,7

В 2016 году совместно с ТатНИИСХ на государственное сортоиспытание передан сорт гороха **Ракул** (табл. 3). Растения обычного типа роста, полукарликовые – средняя высота 50-60 см. Лист усатого типа. Семена осыпаящиеся, гладкие, желто-серые, крупные. Масса 1000 зерен 250-320 г. Содержание протеина 20-25%, разваримость составляет 65-100 минут. Среднеспелый, вегетационный период составляет 65-71 день.

Таблица 3

Основные параметры сорта Ракул в сравнении со стандартом

Хозяйственные и биологические свойства										
Показатели	Ед. измерения	Ракул				Указ				Отклонение от Указ
		2014	2015	2016	средн	2014	2015	2016	средн	
Урожай зерна	т/га	0,72	2,06	2,64	1,81	0,31	1,81	2,32	1,48	+0,33
Отклонение от Указа	т/га	0,41	0,25	0,32	0,33					
НСР ₀₅	т/га	0,17	0,14	0,23	0,18					
Масса 1000 зерен	г	250,4	314,5	263,1	276,0	166,3	264,7	193,6	208,2	+67,8
Содержание протеина	%	22,2	23,8	18,4	21,5	18,7	23,3	20,5	20,8	+0,7
Разваримость	мин	89,3	97,3	64,5	83,7	104,3	114,3	78,0	98,9	+15,2
Вегетационный период	дней	71	65	78	71	70	67	76	71	0
Вкусовые качества	балл	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	+0,5

Сорт зернового направления на продовольственные и зернофуражные цели.

С 2017 года проходит государственное сортоиспытание созданный совместно с ЗАО «Агрокомплекс «Кургансемена» сорт гороха **Кулон** (табл. 4).

Таблица 4

Основные параметры сорта Кулон в сравнении со стандартом

Хозяйственные и биологические свойства										
Показатели	Ед. измерения	Кулон				Аксацкий усатый 55				Отклонение от Акс.ус.55
		2014	2015	2016	средн	2014	2015	2016	средн	
Урожай зерна	т/га	3,17	3,67	3,78	3,54	2,83	2,90	3,61	3,11	+0,43
Отклон. от Акс.ус. 55	т/га	0,34	0,77	0,17	0,43					
НСР ₀₅	т/га	0,18	0,14	0,08	0,13					
Масса 1000 зерен	г	294,5	283,6	212,8	263,6	252	247,8	221,4	240,4	+23,2
Содержание протеина	%	26,5	26,3	23,2	25,3	26,2	25,4	24,6	24,7	+0,6
Разваримость	мин	126	123	120	123	131	122	116	125	-2,0
Вегет. период	дней	78	67	76	74	77	71	80	76	-2
Вкусовые качества	балл	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0
Уст-сть к полеганию	балл	4,5	4,7	3,5	4,2	4,0	4,3	2,0	3,4	+0,8
При-сть к мех.уборке	балл	5	5	4	4,7	4	4	2	3,3	+1,4

Сорт зернового направления на продовольственные и зернофуражные цели, среднеспелый, высокопродуктивный, устойчивость к полеганию высокая, имеет высокое содержание протеина в семенах.

Таким образом, проводимая селекционная работа по гороху в Ульяновском НИИСХ даёт положительные результаты: вслед за сортами Ульяновец и Указ, созданы новые сорта – Юбиляр, Кулон, Шеврон и Ракул, которые могут занять свою нишу в производстве высокобелкового зерна.

Литература

1. Гончаров С.В., Титаренко А.В., Коробова Н.А. Некоторые аспекты селекционных программ по гороху посевному // Зерновое хозяйство России. Аграрный научный центр «Донской» (Зерноград). – № 3, – 2015. – С. 10-14.
2. Баталова Г.А. Селекция зерновых культур и гороха для условий северо-востока европейской территории России // Зернобобовые и крупяные культуры. Орел, – 2015. – № 2 (14). – С. 20-26.
3. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. Краснодар: Просвещение-Юг, – 2010. – 480 с.

4. ФГБНУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». Официальный сайт. URL: <http://www.gossort.com/docs/rus/REESTR2015.pdf> (дата обращения 30.05.2017 г.)
5. Никитин С.Н. Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья. Диссерт... д-ра с.-х. наук. Ульяновск, 2015. – 418 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, – 1971. – 239 с.
7. Межгосударственный стандарт // Зерно и продукты его переработки / Метод определения белка. ГОСТ 10846 – 91. – Москва. Стандартиформ. – 2009.
URL: http://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_10846-91 (дата обращения 30.05.2017 г.)
8. Прибор для определения разваримости зерновых бобовых культур // Экология справочник/ Определение разваримости зерна зерновых и бобовых культур методом учета разваримости каждого зерна. URL: <http://ru-ecology.info/pics/203653101520006/> (дата обращения 30.05.2017 г.)
9. Шакирзянова М.С. Перспективный сорт гороха Юбилар // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. № 10. – 75 с.
10. Шакирзянова М.С. Новый сорт гороха Юбилар и результаты его государственного испытания в Волго-Вятском регионе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Методы и технологии в селекции растений. Киров: НИИСХ Северо-Востока, – 2017. – С. 190-193.

NEW AND PROMISING VARIETIES OF PEAS SELECTED BY ULYANOVSK RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

M.S. Shakirzyanova

FGBNU «ULYANOVSK RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

Abstract: The article presents the results of the State Variety Testing of pea variety Yubiljar, that in 2015-2016 years had passed the Test in Central, Волго-Vyatskiy, and Middle Volga regions of the Russian Federation. The test was carried out in 49 variety trials, located in 20 regions of the Russian Federation. Since 2017 year pea Yubiljar entered in the State Register of Breeding Achievements for Central and Middle Volga regions. The main advantages of the variety are high productivity, resistance of seeds to shedding and lower seeding rate due to fineness.

Perspective varieties of grain peas with a tendrilled leaf type, with high resistance to lodging and valuable economic properties – Shevron, Rakul and Kulon are under State Variety Testing.

The Shevron variety of pea for grain for food and grain fodder targets, resistant to lodging, high-yielding. Together with Tatniiskh created new variety of pea for grain Rakul, suitable for harvesting by direct combining. The variety is distinguished by high food properties, has good digestibility and taste qualities. With the CJSC «Agrocomplex «Kurgansemena» transferred to state testing mid-maturing pea variety for grain Kulon, highly productive, resistant to lodging, with high protein content in the seeds.

Keywords: selection, pea, variety, yield, variety testing.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10001

УДК 633.351.524.8

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРОХОМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

М.Т. ГОЛОПЯТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье изложены результаты изучения влияния минеральных удобрений на темно серых лесных среднесуглинистых почвах на урожай семян сортов гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата (листочковые, безлисточковые, с ярусной гетерофиллией – хамелеоны) и особенности использования ими питательных элементов почвы и минеральных удобрений. Установлено, что почвенное плодородие лучше других

использовал листочковый сорт гороха Темп. Внесение полного минерального удобрения существенно повышало урожай семян гороха, прибавка достигала до 0,5 т/га (24%).

Выявлены генотипические различия у сортов гороха на внесение удобрений. Наиболее отзывчивыми на внесение удобрений оказались безлисточковый сорт Фараон и хамелеон Спартак. Изучение выноса питательных элементов почвы показало, что горох в среднем по изучаемым сортам выносит из почвы больше калия, чем азота и фосфора. Выявлены заметные сортовые различия по всем трем элементам питания. Так, листочковый сорт гороха Темп по сравнению с другими сортами имел более высокий вынос этих элементов. В тоже время, как показывает уборочный индекс питательных элементов, этот сорт отличается благоприятным перераспределением поступившего в растение азота и фосфора между зерном и соломой. Благоприятной транслокацией поступившего в растение азота и фосфора между зерном и соломой характеризуется и безлисточковый сорт гороха Фараон. У него лишь 15-21% поступившего азота в растение и 16-18% фосфора, в зависимости от вариантов, оставалось в соломе. Менее благоприятным перераспределением всех поступивших в растение питательных элементов характеризовалась линия Яг-07-643 (хамелеон). В среднем по опыту менее половины поступившего в растения калия поступало в зерно, остальное оставалось в соломе. Более высоким уборочным индексом калия по всем вариантам опыта отличался сорт Спартак.

Самым высоким расходом NPK на создание единицы сухого вещества надземной массы отличались хамелеоны. Более экономно использовали питательные элементы безлисточковый и листочковый сорта.

Ключевые сорта: сорт, горох, минеральные удобрения, урожай.

Успехи селекции за последнюю четверть века привели к тому, что урожайность гороха резко увеличилась, в тоже время далеко не полные данные о сортах тормозят рост урожая. Несмотря на возрастающую энергообеспеченность земледелия, повышение продуктивности растений неадекватно затрачиваемой энергии.

На современном этапе развития сельского хозяйства первостепенной задачей становится экономически и экологически оправданное увеличение урожайности с использованием агротехнологий, которые максимально адаптированы к почвенно-климатическим условиям конкретного региона, сортам и базируются на дифференцированном использовании биологических, техногенных, социально-экономических и других ресурсах [1-3].

Большое значение имеет рациональное применение удобрений. Результатами ряда исследований установлено, что окупаемость урожаем вносимых в почву удобрений будет обеспечена в полной мере лишь в случае учета биологических, наследственно – обусловленных потребностей растений, которые относятся не только к культуре в целом, а к конкретным сортам, различающимся по архитектонике листового аппарата (листочковые, безлисточковые, гетерофильного типа – хамелеоны), типу использования, и, что специфика в степени отзывчивости разных сортов, гибридов и мутантов на условия минерального питания проявляется весьма сильно [4-7].

Важно также знать действительные потребности гороха в питательных элементах, которые необходимы для расчета норм удобрений, его особенности использования питательных элементов почвы и удобрений, которые сильно изменяются не только в зависимости от условий среды, но и генетически обусловленных особенностей сорта. Поэтому актуальное значение имеет изучение сортовых особенностей использования питательных элементов почвы и минеральных удобрений горохом, тем более, что научных исследований в этой области крайне мало. Актуальность этой проблемы обусловлена как необходимостью рационального использования удобрений, так и необходимостью создания сортов интенсивного типа.

Условия и методы исследований

Исследования проводили в 2014-2016 гг. в полевых опытах в севообороте на темно серой лесной среднесуглинистой почве. Почвы опытного участка в среднем содержали

гумуса 4,0-4,9% (по Тюрину), фосфора и калия (по Кирсанову) – 12,9-16,2 и 11,0-16,1 мг/100г соответственно, $pH_{\text{сол}}$ – 4,9-5,3 (8). Полевые эксперименты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки 20 м², расположение вариантов рендомизированное. В опытах изучали четыре сортообразца гороха, различающиеся по архитектонике листового аппарата: Фараон – безлисточковый, Темп – листочковый, Спартак – гетерофильного типа (хамелеон) и Яг-07-643 – гетерофильного типа.

Минеральные удобрения, рассчитанные по нормативным затратам (9) 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. При расчете доз удобрений учитывали содержание в почве подвижных форм элементов минерального питания и симбиотическую азотфиксацию. При проведении учетов и химических анализов использовали общепринятые методы исследований. При постановке опытов был применен весь комплекс мероприятий, направленный на борьбу с сорняками и вредителями гороха.

Метеорологические условия в годы проведения опытов были неблагоприятными для роста и развития гороха. В 2014 году высокая температура воздуха достигавшая 29-32⁰С на фоне недостатка осадков в июне и особенно в июле (19,4 мм при среднемноголетнем значении 80,5 мм) не способствовали получению высокого урожая. Аналогичные закономерности наблюдали в 2015 году. В 2016 году очень высокие температуры воздуха, достигавшие 32⁰С, особенно во время цветения гороха, привели к нарушению процесса опыления, снижению количества бобов на растении и количества зерен в бобе и, что также привело к снижению урожая.

Результаты и обсуждение

Неблагоприятные погодные условия для роста и развития гороха сказались на уровне урожайности, однако и в этих условиях, как показали наши исследования, применение полного минерального удобрения, как по годам исследований, так и в среднем за 3 года, существенно повысило урожай семян гороха. Прибавка урожая при этом достигала 0,5 т/га), при урожае на контроле без удобрений 1,9-2,4 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Влияние уровня минерального питания на урожайность сортов гороха с разной архитектоникой листового аппарата

Сорт, линия	Урожайность, т/га				Прибавка			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	т/га	%	от азота	
							т/га	%
Контроль без удобрений								
Фараон	2,5	2,6	1,1	2,1	-	-	-	-
Темп	3,1	2,7	1,3	2,4	-	-	-	-
Спартак	2,7	2,6	1,1	2,1	-	-	-	-
Яг-07-643	2,6	2,1	1,0	1,9	-	-	-	-
РК на планируемый урожай 4,5 т/га								
Фараон	2,6	3,0	1,3	2,3	0,2	9	-	-
Темп	3,1	2,9	1,5	2,5	0,1	4	-	-
Спартак	2,7	2,7	1,3	2,2	0,1	5	-	-
Яг-07-643	2,8	2,4	1,3	2,2	0,3	16	-	-
NPK на планируемый урожай 4,5 т/га								
Фараон	2,8	3,3	1,7	2,6	0,5	24	0,3	14
Темп	3,3	3,0	1,7	2,7	0,3	12	0,2	8
Спартак	2,8	3,2	1,5	2,5	0,4	19	0,3	14
Яг-07-643	3,0	2,7	1,5	2,4	0,5	26	0,2	10

$HCP_{05 \text{ сорт}}$ 0,14 0,12 0,06
удобрение 0,12 0,10 0,05

Следует отметить генотипические различия на уровень минерального питания. Наиболее отзывчивыми на внесение полного минерального удобрения были безлисточковый

сорт Фараон и линия с ярусной гетерофилией Яг-07-643 (хамелеон). Вопрос о необходимости внесения под горох азотных удобрений до сих пор остается дискуссионным. Поэтому, в связи с появлением новых сортотипов гороха, возникает необходимость изучения роли минерального азота как одного из факторов повышающих его урожайность. В наших исследованиях внесение минерального азота в составе полного удобрения способствовало достоверному повышению урожайности у сортов и линий гороха нового поколения. Прибавка от его применения достигала 0,2-0,3 т/га. Лучше других на азот реагировал сорт Фараон. Увеличение урожая происходило в основном за счёт увеличения массы 1000 семян, уборочного индекса и количества семян в одном бобе (табл. 2).

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений на некоторые морфологические признаки сортов гороха нового поколения (среднее за 2014 – 2016 гг.)

Сорт, линия	Масса 1000 семян, г	Уборочный индекс, %	Количество бобов на 1 растении, шт	Количество семян в 1 бобе, шт
Контроль без удобрений				
Фараон	178	35	3,0	2,8
Темп	196	37	2,8	2,9
Спартак	166	31	2,7	3,0
Яг-07-643	171	35	2,2	2,8
РК на планируемый урожай 4,5 т/га				
Фараон	180	36	2,8	2,9
Темп	197	41	2,6	3,3
Спартак	169	32	2,7	2,7
Яг-07-643	175	31	2,3	3,1
NPK на планируемый урожай 4,5 т/га				
Фараон	191	39	3,3	3,2
Темп	215	43	3,6	3,5
Спартак	170	36	2,5	2,8
Яг-07-643	184	40	3,0	3,2

Таблица 3

Вынос и уборочный индекс питательных элементов у сортов гороха различающихся по архитектонике листового аппарата (среднее за 2014–2016 гг.)

Сорт, линия	Вынос, кг/га			Уборочный индекс, %		
	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
Темп	116	23	134	78	83	45
Спартак	111	29	122	75	76	46
Яг-07-643	96	23	108	75	76	41
РК на планируемый урожай 4,5 т/га						
Фараон	111	28	129	85	84	45
Темп	124	29	144	77	83	41
Спартак	118	30	129	75	80	46
Яг-07-643	110	25	128	73	84	40
NPK на планируемый урожай 4,5 т/га						
Фараон	124	26	141	79	83	46
Темп	124	28	140	83	84	50
Спартак	126	30	128	80	82	49
Яг-07-643	131	30	151	71	78	37

Изучение выноса питательных элементов почвы показало, что горох в среднем по изучаемым сортам выносит из темно-серой лесной среднесуглинистой почвы больше калия, чем азота и фосфора (табл. 3). При этом выявлены заметные сортовые различия по всем трем

элементам. По сравнению с другими сортами листочковый сорт гороха Темп имел более высокий вынос этих элементов. Следовательно, он истощает почву больше, чем другие сорта. В то же время, как показывает уборочный индекс питательных элементов, который характеризует генетическую способность сорта перераспределять поглощенные питательные элементы между репродуктивной и вегетативной частями растений, этот сорт отличается более благоприятным перераспределением поступившего в растение азота и фосфора между зерном и соломой. Благоприятным перераспределением поступившего в растение азота и фосфора характеризуется и безлисточковый сорт гороха Фараон. У него лишь 15-21% поступившего азота в растения и 16-18% фосфора, в зависимости от вариантов, оставалось в соломе. Более того, сорт сохранял эту особенность даже при увеличении поступления элементов минерального питания под влиянием вносимых минеральных удобрений. Менее благоприятным перераспределением всех поступивших в растение питательных элементов характеризовались хамелеоны. В среднем по сортам менее половины поступившего в растения калия поступало в зерно, а остальное его количество оставалось в соломе. Более высоким уборочным индексом калия по всем вариантам опыта отличался сорт Спартак.

Наибольшим расходом NPK на создание единицы сухого вещества надземной массы отличались хамелеоны. Так, безлисточковые сорта на создание 10 ц продукции затрачивают 39-40 кг азота, 9-10 кг фосфора и 47-48 кг калия; листочковые соответственно 39-40; 8-9; 46-48 кг, а хамелеоны 42-45; 9-11; 47-52 кг. С применением удобрений эти величины возрастают, причем у хамелеонов гораздо значительнее, чем у безлисточковых и листочковых сортов. Однако присущие определенным сортам и линиям особенности минерального питания не всегда учитываются при разработке систем применения удобрений в сортоиспытании, агротехнике и селекции. Создание наиболее рациональной системы удобрений следует считать значительной проблемой в реализации наследственного потенциала определенных сортов. Незнание потребности генотипа в элементах питания может вызвать не только снижение урожая при применении удобрений, но и ухудшить его качество.

Заключение

В результате исследований установлено, что сорта 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, что можно использовать при комплексной агрохимической оценке рекомендуемых в производство сортов гороха или генофонда этой культуры, а при составлении системы применения удобрений под эти сорта необходимо учитывать сортовую специфику на применение удобрений. Такой подход к составлению рекомендаций по удобрению гороха будет способствовать повышению эффективности применяемых удобрений и уменьшению риска загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии – Изд. «Лань» Спб: – 2015. – 464 с.
2. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. – Изд. Агрорус, – М. – 2004. – 1109 с.
3. Нечаев Л.А., Коротеев В.И., Селихов С.Н. Экологическая роль зернобобовых культур в адаптивном земледелии юго-восточной зоны Орловской области // Аграрная Россия, – 2011. – № 3. – С. 42-45.
4. Климашевский Э.Л. Специфика генотипических реакций растений на удобрение // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, – 1982. – № 5. – С. 7-14.
5. Климашевский Э.Л. Генотипический аспект минерального питания растений. – М. Агропромиздат, – 1991. – 415 с.
6. Голопьятов М.Т. Продуктивность сортов и линий гороха нового поколения при разных уровнях питания // Земледелие, – 2014. – № 4. – С. 26-27.
7. Завалин А.А., Безгодова И.Л. Эффективность применения удобрений и биопрепаратов в чистых и смешанных посевах ячменя и гороха // Плодородие, – 2007. – № 2. – 34 с.
8. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии, – М.: Колос, – 1968. – 496 с.
9. Державин Л.М., Колокольцева И.В., Сквордова Н.К., Пузанова О.А., Яковлева Т.А. Составление проекта на применение удобрений: рекомендации, – М.: Росинформагротех, – 2008. – 153 с.

VARIETAL PECULIARITIES OF PEA USE OF NUTRIENT ELEMENTS OF SOIL AND MINERAL FERTILIZERS

M.T. Golopyatov

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

Abstract: The article presents results of researches on study of influence of fertilizers on dark grey wood medium loam bedrocks in the conditions of the Oryol region on yield and quality of varieties of the peas differing on architectonics of the foliar apparatus (leaflets, leafless and with plant canopy heterofilia - chameleons) and peculiarities of using soil nutrients and mineral fertilizers.

It was found that the leafy variety Temp used soil fertility better than others.

The introduction of a full mineral fertilizer significantly increased the yield of pea seeds, the increment reached 0,5 tons/ha (24%). Genotypic differences in varieties and lines of pea for fertilizer application have been revealed. Leafless variety Pharaoh and chameleon variety Spartak appeared to be the most responsive to fertilization. The study of the removal of nutrient elements of the soil showed that peas on an average of the studied varieties carry more potassium out of the soil than nitrogen and phosphorus. There were noticeable varietal differences in all three elements of nutrition. In comparison to other varieties, the leafy variety of pea Temp had a higher removal of these elements. At the same time, as shown by the harvest index of nutrients, this variety is distinguished by a favorable redistribution of nitrogen and phosphorus supplied to the plant between grain and straw. The leafless variety of pea Pharaoh is characterized by a favorable translocation of nitrogen and phosphorus introduced into the plant between grain and straw also. In the Pharaoh variety, only 15-21% of the nitrogen supplied to the plant and 16-18% of phosphorus, depending on the options, remained in the straw. The line Yag-07-643 (chameleon) was characterized by a less favorable redistribution of all nutrients that entered the plant. On average, less than half of the potassium that entered the plant was fed into the grain; the rest remained in the straw. The higher potassium harvest index for all varieties of the experiment was displayed by the variety Spartak.

The highest rate of NPK for creating a unit of dry matter of the aboveground mass was distinguished by the chameleons. Leafless and leafy varieties used nutrients more sparingly.

Keywords: varieties, peas, mineral fertilizers, crops, elements of mineral nutrition.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10002

УДК 635.656: 631.53

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ БИОСТИМА МАСЛИЧНОГО, ФУНГИЦИДА ТИТУЛ ДУО, ККР И ИНСЕКТИЦИДА КИНФОС, КЭ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА ПРИ ВНЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКЕ РАСТЕНИЙ

А.И. ЕРОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E mail: office@vniizbk.orel.ru

Применение препаратов отдельно и совместно с фунгицидами, инсектицидами для внекорневых (листовых) подкормок позволяет улучшить количественные и качественные показатели урожайности культуры. В полевых условиях обработка вегетирующих растений гороха проведена препаратом Биостим Масличный в дозе – 1 л/га (одним препаратом), а также с добавлением инсектицида Кинфос, КЭ - 0,4 л/га, и фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га. Растения обрабатывали препаратами в фазу бутонизации – начало

цветения. Объем воды для приготовления рабочих растворов препаратов составлял – 250...300 л/га. Установлено, что обработка вегетирующих растений гороха сорта Фараон препаратом Биостим Масличный (одним) и совместно с фунгицидом Титул Дуо, ККР и инсектицидом Кинфос, КЭ увеличивает зелёную массу растений на 24,0...33,1г, (7,5...10,4%), сухую массу растений – на 8,0...14,0 г, (15,9...27,9%), по сравнению с контрольным вариантом, при этом лучшие результаты получены от совместного применения препаратов. Применение препарата Биостим Масличный в дозе – 1 л/га на растениях увеличивает урожайность к контролю на 0,22 т/га (7,5%). Урожайность гороха от совместного применения препаратов Биостим Масличный + Титул Дуо, ККР + Кинфос, КЭ превышала контрольный вариант за 2015...2017 гг. - на 0,47 т/га или 16,0% , продуктивность растений увеличилась на 8,1-14,3 %, масса 1000 зерен - на 1,6% и содержание белка в зерне гороха - на 0,9...1,5%.

Ключевые слова: Биостим Масличный, Титул Дуо, ККР. Кинфос, КЭ, растения, обработка, урожайность.

Семена сельскохозяйственных культур одно из основных средств аграрного производства. Однако выращивание высококачественных сортовых семян невозможно при посеве некондиционными семенами достигающими до 30% и более, что в конечном итоге приводит к снижению всхожести и урожайности культуры.

Для повышения посевных качеств семян и их урожайных свойств, применяют различные технологические приёмы, где немаловажная роль отводится различным методам повышения иммунной системы растений к условиям экологического стресса [1, 2, 3].

В последние годы получены новые комплексные универсальные препараты на основе регуляторов роста растений, которые совместно с фунгицидами и инсектицидами стимулируют рост и развитие проростков, повышают продуктивность растений и содержание белка в зерне, улучшают посевные качества семян [4, 5].

Материал и методы исследований

Исследования проводили на сорте гороха посевного Фараон. Полевые опыты заложены на тёмно серых лесных среднесуглинистых почвах, с мощностью гумусового горизонта – 25...30 см. Размер делянок – 10м², повторность четырёхкратная. Посев делянок проведён селекционной сеялкой СКС – 6-10. Норма высева – 1,2 млн. всхожих семян на 1 гектар.

В полевых условиях обработка вегетирующих растений гороха проведена препаратом Биостим Масличный в дозе – 1 л/га (одним препаратом), а также с добавлением инсектицида Кинфос, КЭ – 0,4 л/га, и фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га. Растения обрабатывали препаратами в фазу бутонизации – начало цветения. Объем воды для приготовления рабочих растворов препаратов составлял – 250...300 л/га. В период вегетации с контрольных и опытных делянок были отобраны образцы растений для анализа на продуктивность по накоплению зелёной и сухой массы в растениях. Контроль опыта – необработанные растения.

Биостим Масличный – Комплексное удобрение – биостимулятор для масличных и бобовых культур, содержащий аминокислоты, набор макро и микроэлементов. Применяется в качестве внекорневых, (листовых) подкормок сельскохозяйственных культур и поддержания баланса питательных веществ в период вегетации растений [6].

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

Кинфос, КЭ – инсектицид нейротоксического действия, применяемый на посевах против вредителей зерновых, технических и других сельскохозяйственных культур. Концентрат эмульсии содержащий 300 г/л диметоата + 40 г/л бета - циперметрина [7].

Перед уборкой с делянок отбирали образцы растений для структурного анализа. Урожайность гороха учтена поделочно. Урожайные данные приведены к стандартной влажности и 100% чистоте. Результаты опытов по урожайности обработаны математически – методом дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову (1985).

Результаты исследований

Применение препаратов отдельно и совместно с фунгицидами, инсектицидами для внекорневых (листовых) подкормок позволяет повысить устойчивость растений к различным видам болезней, вредителей, при этом улучшить количественные и качественные показатели урожайности культуры. Обработка препаратами вегетирующих растений гороха улучшает питание и обмен веществ, что в конечном итоге способствует активному развитию надземной биомассы. Результаты опыта приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние препаратов Биостим Масличный, пестицидов: Титул Дуо, ККР и Кинфос, КЭ на зелёную и сухую массу растений гороха сорта Фараон, среднее за 2015...2017 гг.

Варианты опыта	Зелёная масса растений, г	Прибавка к контролю		Сухая масса растений, г	Прибавка к контролю	
		г	%		г	%
Контроль (необработанные растения)	319,8	-	-	50,2	-	-
Биостим Масличный – 1 л/га, обработка растений в фазу бутонизации – начало цветения	343,8	24,0	7,5	58,2	8,0	15,9
Биостим Масличный – 1 л/га + Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га + Кинфос, КЭ – 0,4 л/га, обработка растений в фазу бутонизации – начало цветения	352,9	33,1	10,4	64,2	14,0	27,9

Обработка растений гороха Фараон в фазу бутонизации – начало цветения препаратом Биостим Масличный в дозе 1 литр на гектар увеличивает зелёную массу растений, по сравнению с контрольным вариантом, на 24,0 г (7,5%). При добавлении к препарату средств защиты растений Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га и инсектицида Кинфос, КЭ – 0,4 л/га, зелёная масса растений превышала контрольные показатели на 33,1 г или 10,4%.

Накопление сухой массы растениями гороха от применения препарата Биостим Масличный составило к контролю –8,0 г или 15,9%, в варианте опыта (Биостим Масличный + Титул Дуо, ККР + Кинфос, КЭ) –14,0 г или 27,9%

Применение препарата Биостим Масличный в дозе – 1 л/га, на вегетирующих растениях увеличивает урожайность гороха Фараон к контрольному варианту на 0,22 т/га (7,5%). При добавлении к препарату Биостим Масличный фунгицида Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га и инсектицида Кинфос, КЭ – 0,4 л/га превышение урожайности гороха над контролем составило в 2015 г- 0,58 т/га, 2016 г- 0,54 т/га, 2017 г – 0,29 т/га, а в среднем за три года – 0,47 т/га или 16,0%. (табл. 2).

Таблица 2

Влияние препарата Биостим Масличный и средств защиты растений на урожайность гороха сорта Фараон

Варианты опыта	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю	
	2015	2016	2017	средняя	т/га	%
Контроль (необработанные растения)	3,18	2,29	3,34	2,94	-	-
Биостим Масличный 1 л/га, обработка растений в фазу бутонизации – начало цветения	3,60	2,40	3,49	3,16	0,22	7,5
Биостим Масличный – 1 л/га + Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га + Кинфос, КЭ – 0,4 л/га, обработка растений в фазу бутонизации – начало цветения	3,76	2,83	3,63	3,41	0,47	16,0
НСР ₀₅	0,07	0,11	0,10			

Структурный анализ растений показал, что применение препарата Биостим Масличный повышает продуктивность гороха к контролю на 4,3...5,9%. В варианте опыта, где применяли на растениях препарат Биостим Масличный и средства защиты растений (Титул Дуо, ККР + Кинфос, КЭ), количество бобов было больше, чем в контрольном варианте на 14,3%, зерён – на 8,1%, масса зерна с растения превышала контроль на – 8,4%, а масса 1000 зерён – на 1,6%. Отмечено увеличение содержания белка в выращенном зерне гороха в вариантах опыта на 0,9...1,5% (табл. 3).

Таблица 3

Влияние препарата Биостим Масличный и средств защиты растений на элементы продуктивности растений гороха сорта Фараон, среднее за 2015...2017 гг.

Варианты опыта	Количество бобов с растения, шт	Количество зерён с растения, шт	Масса зерён с растения, г	Масса 1000 зерён, г
Контроль (необработанные растения)	7,0	22,1	4,91	222,5
Биостим Масличный 1 л/га, обработка растений в фазу бутонизации – начало цветения	8,0	23,4	5,12	224,6
Биостим Масличный – 1 л/га + Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га + Кинфос, КЭ – 0,4 л/га, обработка растений в фазу бутонизации – начало цветения	8,0	23,9	5,32	226,1

Выводы

1. Обработка растений гороха сорта Фараон препаратом Биостим Масличный – 1,0 л/га (одним) и совместно с фунгицидом Титул Дуо, ККР – 0,35 л/га и инсектицидом Кинфос, КЭ – 0,4 л/га увеличивает зелёную массу растений на 24,0...33,1 г, (7,5...10,4%), сухую массу растений – на 8,0...14,0 г, (15,9...27,9%), по сравнению с контрольным вариантом.

2. Применение препарата Биостим Масличный в дозе 1 л/га на растениях увеличивает урожайность гороха сорта Фараон к контролю на 0,22 т/га (7,5%). Прибавка урожайности гороха от совместного применения препаратов (Биостим Масличный + Титул Дуо, ККР + Кинфос, КЭ) превышала контроль (в среднем за 2015...2017 гг.) – на 0,47 т/га или 16,0%, продуктивность растений – от 8,1 до 14,3 %, массу 1000 зерен на 1,6%.

Увеличение содержания белка в зерне гороха было больше, чем в контроле на – 0,9...1,5%.

Литература

1. Ерохин А.И., Улучшение посевных качеств семян и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур на основе применения гуминовых препаратов и защитно-стимулирующих составов: рекомендации.- Изд. Орёл, ФГБНУ ВНИИЗБК. – 2015. – 48 с.
2. Озерецковская О.Л. Индуцирование устойчивости растений//Аграрная Россия. Научно-производственный бюллетень. – 1999. – № 1 (2). – 4 с.
3. Зотиков В.И., Повловская Н.Е., Ерохин А.И., Гаврилова А.Ю. Семеноведение зернобобовых культур. Учебное пособие. Орёл. ПФ ООО «Картуш». – 2016. – 184 с.
4. Путинцев А.Ф., Платонова Н.А., Кирсанова Е.В., Цуканова З.Р., Борзёнок Г.А., Офицера О.А., Казьмин В.М. Технология предпосевной обработки семян и посевов зерновых, зернобобовых и крупяных культур биологически активными препаратами. / Методические рекомендации. Орел. ПФ ООО «Картуш». – 2005. – 18 с.
5. Ерохин А.И. Защитно-стимулирующие препараты нового поколения на предпосевной обработке семян гороха как приём уменьшения загрязнения ценозов.// Пути повышения устойчивости с.- х. культур в современных условиях. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 13-15 июля. Орёл. – 2005. – С. 251-256.
6. Каталог продукции. «А.О.Щёлково Агрохим». – 2016. – С. 197.
7. Каталог продукции. «А.О. Щёлково Агрохим», – 2012. – С. 102-103, 80-81.

INFLUENCE OF JOINT APPLICATION OF PREPARATIONS BIOSTIM MASLICHNYJ, FUNGICIDE TITUL DUO, KKR AND INSECTICIDE KINFOS, CE ON THE PRODUCTIVITY OF PEAS WITH FOLIAR TREATMENT OF PLANTS

A.I. Erohin

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

Abstract: The use of preparations separately and together with fungicides, insecticides for foliar fertilizing allows to improve quantitative and qualitative indicators of crop yield. In field conditions treatment of vegetative pea plants is carried out by the preparation Biostim Maslichnyj in a dose of 1 l/ha (one preparation), and also with the addition of insecticide Kinfos, CE – 0,4 l/ha, and fungicide Titul Duo, KKR – 0,35 l/ha. The plants were treated with the preparations in the budding phase – the beginning of flowering. The volume of water for preparation of working solutions of the preparations was 250...300 l/ha. It has been established that treatment of vegetative Pharaoh pea plants with Biostim Maslichnyj (one) and together with fungicide Titul Duo, KKR and Kinfos insecticide, CE increases the green mass of plants by 24,0...33,1 g, (7,5...10,4%) , the dry mass of plants – by 8,0...14,0 g, (15,9...27,9%) compared to the control variant, with the best results obtained from the combined use of preparations. The use of Biostim Maslichnyj in a dose of 1 l/ha on plants increases yield to control by 0.22 t/ha (7,5%). Productivity of peas from joint use of preparations Biostim Maslichnyj + Titul Duo, KKR + Kinfos, CE exceeded the control variant for 2015...2017 – by 0,47 t/ha or 16,0%, productivity of plants – from 8,1 to 14,3%, the mass of 1000 grains by 1,6% and the protein content in the pea grains – 0,9...1,5%.

Keywords: Biostim Maslichnyj, Titul Duo, KKR, Kinfos, CE, treatment, yield.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10003

УДК 635.655:631.5.

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ АГРОПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ СОИ

А.С. АКУЛОВ, А.Г. ВАСИЛЬЧИКОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

По результатам исследований в 2016 и 2017 годы установлено, что сорта сои Мезенка и Осмонь являются технологичными, пригодными для уборки прямым комбайнированием.

Наиболее перспективным для возделывания на севере ЦЧР является сорт сои Осмонь, имеющий более короткий период вегетации – на 12-13 дней меньше, чем у Мезенки и обеспечивающий урожай семян близкий к 3 т/га на почве со средним уровнем плодородия без применения минеральных удобрений.

Оптимальная норма высева сорта Осмонь при ширококормном посеве – 600 тыс. всхожих семян на 1 га.

Ключевые слова: сорт, соя, Мезенка, Осмонь, норма высева, урожайность.

Соя во всём мире является главной технической культурой. Она выделяется среди других культур универсальностью использования, имеет большое хозяйственное значение, используется во многих отраслях промышленности (пищевой, лакокрасочной, химической, текстильной, автомобильной, авиационной и др.), является незаменимой кормовой культурой.

При широком внедрении её посевов рационально используется земельная площадь, кроме того, ведущие зерновые культуры – яровая и озимая пшеницы обеспечиваются хорошим предшественником.

Значение сои определяется её химическим составом. Высокое содержание в семенах жира (18...24%) в сочетании с протеином (38...45%) делает сою исключительно ценной культурой [1, 2, 3].

Соя – выгодная коммерческая культура. По доходности она близка к подсолнечнику и при уровне урожайности в 1,5 т/га рентабельность её производства составляет 100% [4]. По данным Министерства сельского хозяйства России соя по окупаемости производства занимает первое место среди всех полевых культур.

Неоценимо и агротехническое значение сои в севообороте как бобовой культуры, способствующей повышению эффективного плодородия и увеличению урожаев последующих культур. Соя успешно возделывается в регионах, где произрастают подсолнечник и кукуруза, в том числе и в условиях засухи.

Перспективы расширения посевов сои в европейской части России велики. Данные научно-исследовательских учреждений и практический опыт её выращивания имеются не только в Центральном Черноземье, но и в более северных областях, вплоть до широты Нижнего Новгорода, где даже на фоне засушливых погодных условий последних лет соя сформировала урожай зерна на уровне 2,0 т/га.

Селекционеры ВНИИ зернобобовых и крупяных культур отобрали адаптивный к условиям севера ЦЧР селекционный материал, на основе его созданы новые сорта, которые необходимо оценить на предмет их технологичности, разработать агроприёмы, обеспечивающие стабилизацию высокой продуктивности.

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводились в 2016-2017 гг. в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений. В полевом опыте изучались сорта сои Мезенка и Осмонь, нормы высева 500 и 600 тыс. всхожих семян на 1 га при ширококормном посеве. Повторность опыта четырёхкратная. Размещение вариантов систематическое со смещением. Посевная площадь делянки – 11,7 м², учётная площадь – 10,0 м². Предшественник – озимая пшеница.

Зяблевая вспашка проводилась в сентябре на глубину 23-25 см. Весной, в первой декаде апреля, было проведено боронование почвы средними боронами в два следа, 22 и 24 апреля – 1-я культивация опытного поля (КПСС- 4) на глубину 6-8 см с последующим прикатыванием кольчато-шпоровыми катками.

В начале второй декады мая была проведена предпосевная культивация КПСС- 4 на глубину 5-6 см с последующим посевом сои 12.05.16 г. и 13.05.17 г. ширококормным способом (45 см) селекционной сеялкой СКС – 6-10.

В течение вегетационного периода проводились две агротехнические обработки междурядий навесным культиватором, оборудованным стрельчатыми лапами (270 мм).

В фазу 1-2 настоящего листа сои вносился гербицид Гермес в дозе 0,9-1,0 л/га для борьбы с однолетними сорняками.

Почва шестипольного севооборота тёмно серая лесная среднеокультуренная. Рельеф слабо выражен, северный склон. Агрохимический анализ показал, что почва в севообороте слабо кислая – рН водной вытяжки 5,1-5,3, обеспеченность легкогидролизуемым азотом низкая – 9,3-9,7 мг на 100 г почвы, содержание фосфора повышенное – 12,9-18,6 мг на 100 г почвы, калия среднее – 11,0-12,5 мг. Гумуса содержалось 4,1-4,3%.

Погодные условия вегетационного периода 2016 года характеризовались тёплой и влажной погодой, благоприятной для роста и развития сои. Средняя температура воздуха была выше среднеемноголетней на 0,5 -2,9°C. осадков выпало 136% от среднеемноголетней нормы (табл. 1).

В 2017 году в мае и июне отмечены недоборы тепла и осадков, вторая половина периода вегетации сои была более тёплой и влажной – средняя температура воздуха превышала среднеемноголетнюю в среднем на 2°C, а осадков выпало на 70% больше нормы.

Период вегетации от посева до наступления полной спелости у сорта Мезенка в 2016 году составил 123 дня, в 2017 году – 135 дней, у Осмони соответственно – 110 и 123 дня.

Таблица 1

Метеорологические условия в период вегетации сои

Месяцы	Средняя температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	среднемноголетняя	2016 г.	2017 г.	среднемноголетние	2016 г.	2017 г.
Май	13,8	14,3	12,6	51,0	63,2	54,0
Июнь	16,8	18,1	15,8	73,0	68,4	59,8
Июль	18,0	20,9	18,2	80,9	127,6	142,2
Август	17,0	19,9	19,8	62,8	105,9	87,2
Сентябрь	11,6	12,0	13,7	52,5	21,0	16,0

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований показали, что в условиях 2016 и 2017 годов сорт сои Осмонь был на две недели более скороспелым, чем Мезенка.

Влажность почвы в мае в зоне расположения семян была благоприятной для их набухания и формирования всходов: в 2016 году за месяц выпало 63 мм осадков, а в 2017 – 54,0 мм, что соответственно на 12 и 3 мм больше среднемноголетней нормы. В среднем по опыту полнота всходов составила 84% (табл. 2).

Отмечено снижение на 5,6% полевой всхожести у сои сорта Осмонь при увеличении нормы высева с 500 до 600 тыс. всхожих семян/га, что обусловлено большей конкуренцией между семенами в борьбе за влагу.

Таблица 2

Полнота всходов сои в зависимости от сорта и нормы высева

Сорт	Норма высева, тыс. всхожих семян/га	Полнота всходов			
		тыс. всходов/га			%
		2016 г.	2017 г.	среднее за 2 года	
Мезенка (стандарт)	500	418	421	420	84,0
Осмонь	500	428	446	437	87,4
	600	478	504	491	81,8

Структурный анализ снопового материала свидетельствует о том, что количественные признаки изменялись в зависимости от сорта и от агроприёмов. По высоте растений Осмонь превосходила Мезенку в среднем за два года на 3 см (табл. 3).

Отмечена тенденция увеличения высоты растений у Осмонь при большей норме высева на 0,4 см, масса же семян с одного растения в этом случае снижалась. Доля зерна в общей массе растений ($K_{хоз}$) также снижалась при увеличении вегетативной массы.

Таблица 3

Элементы структурного анализа растений сои в зависимости от технологии её возделывания (среднее за 2016-2017 гг.)

Сорт	Норма высева, тыс. всх. семян/га	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Масса семян с 1 растения, г	$K_{хоз}$
Мезенка (стандарт)	500	103,4	15,6	6,72	0,45
Осмонь	500	105,9	16,9	7,01	0,41
	600	106,3	17,4	6,06	0,43

Высота прикрепления нижнего боба в среднем за два года у Мезенки была на уровне 15,6 см, у Осмони – на 1,3-1,8 см выше. Отмечена тенденция увеличения высоты прикрепления нижнего боба при возрастании нормы высева.

Следует отметить, что оба сорта сои являются технологичными и пригодными для уборки урожая прямым комбайнированием с минимальными потерями. Помимо довольно высокого прикрепления нижних бобов потери снижаются и из-за нарастающих бобов при неблагоприятных и контрастных погодных условиях.

Анализ результатов исследований показал, что сорт сои Осмонь был на две недели более скороспелым, чем Мезенка, но при этом по урожайности существенно не уступил, разница не достоверная – 0,05 т/га (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность сои сорта Осмонь в сравнении со стандартом и при разной норме высева

Сорт	Норма высева, тыс. всх. семян/га	Урожайность, т/га			Прибавка	
		2016 г.	2017 г.	средняя	сорт	норма высева
Мезенка, ст.	500	2,79	2,83	2,81	-	-
Осмонь	500	2,81	2,60	2,70	-0,11	-
	600	2,92	2,61	2,76	-0,05	+0,06
НСР ₀₅		0,22	0,08			

Наиболее оптимальной нормой высева при широкорядном посеве по результатам предыдущих исследований для сорта Мезенка является 500 тыс. всхожих семян/га [5], для Осмони в условиях 2016 и 2017 гг. оптимальной оказалась норма высева 600 тыс., прибавка урожая составила 0,06 т/га.

Следует отметить, что сорта сои Осмонь и Мезенка достаточно эффективно используют естественное плодородие почвы и обеспечили урожай зерна близкий к 3 т/га на почве со средним уровнем плодородия.

Таким образом, по результатам двухлетних исследований установлено:

– сорта сои Мезенка и Осмонь являются технологичными, пригодными для прямого комбайнирования с минимальными потерями;

– наиболее перспективным для возделывания на севере ЦЧР является сорт сои Осмонь, как имеющий более короткий период вегетации (на две недели меньше, чем у Мезенки) и обеспечивающий урожай зерна близкий к 3 т/га без внесения минеральных удобрений на почве со средним уровнем плодородия;

– оптимальная норма высева семян сои сорта Осмонь при широкорядном посеве – 600 тыс. всхожих семян на 1 га.

Литература

1. Поздняков В.Г. Экономические и технологические аспекты производства сои / – М: ВНИИТЭИ Агропром, - 1990. – 54 с.
2. Акулов А.С., Бударина Г.А., Васильчиков А.Г., Голопятков М.Т., Грядунцова Н.В., Зайцев В.Н., Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Новиков В.М. Ресурсосберегающая технология возделывания сои северного экотипа. / Орел: ВНИИЗБК. – 2014. – 73 с.
3. Акулов А.С. Соя. – М: Большая Российская энциклопедия, т. 31. – 2016. – 36 с.
4. Ширинян О.М. Соя. Новые сорта и технологии. / Краснодар: Компания «Соевый комплекс». – 2014. – 23 с.
5. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение элементов технологии возделывания новых сортов сои Зуша и Мезенка. // Зернобобовые и крупяные культуры. Орел. – 2016. – № 1 (17). – С. 45-51.

STUDYING OF SOME AGRO METHODS OF CULTIVATION OF NEW SOYBEAN VARIETIES

A.S. Akulov, A.G. Vasilchikov

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

Abstract: According to the results of research in 2016 and 2017 it was established that soybean varieties of Mezenka and Osmon are technologically suitable for direct combining.

The most promising for cultivation in the northern part of the Central Chernozem region is the soybean Osmon variety, which has a shorter vegetative period – 12-13 days less than in

Mezenka and provides a yield of seeds close to 3 tons per hectare on soil with an average fertility level without the use of mineral fertilizers.

The optimal seeding rate for Osmon variety in the case of wide-row sowing is 600 thousand germinated seeds per 1 hectare.

Keywords: soybean varieties – Mezenka, Osmon; sowing rate, yield, increment.

УДК 633.853.52:631.5

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА НА ФОРМИРОВАНИЕ ЧИСЛА СЕМЯН В БОБАХ СОИ

М.Ф. ФАДЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

Л.В. ВОРОБЬЕВА, старший научный сотрудник

О.Л. МАТВЕЕВА, младший научный сотрудник

ЧУВАШСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФАНЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА

E-mail: abatkorma@mail.ru

Представлены результаты изучения влияния способов посева на число семян в бобах сои сорта Памяти Фадеева.

Ключевые слова: соя, способы посева, количество бобов, количество семян, продуктивность растений.

Соя занимает чрезвычайно важное место в решении проблемы белка. Потребность в соевых бобах возрастает с каждым годом на фоне растущего внутреннего спроса как для животноводства, так и на переработку продуктов пищевого назначения. По данным ИКАР площади под соей в России возросли до 2,64 млн. га, валовой сбор в 2017 году составил 3600 тыс. тонн, в 2016 году сбор соевых бобов с единицы площади составил 15,8 ц/га [1, 2]. С появлением новых районированных сортов сои северного экотипа интродукция сои идет в регионы средней полосы России. Разработка агротехники возделывания сои для умеренных широт предусматривает изучение факторов, влияющих на продуктивность растений. От абиотических факторов зависят количественные признаки продуктивности растений. К количественным признакам относится количество семян в бобе, которые бывают от одного до четырех в зависимости от сорта и влияния различных факторов [3].

Материал и методика исследований

Изучение влияния различной плотности стеблестоя сои на формирование бобов проводили в широкорядных (50 см) и узкорядных (15 см) посевах в 2016-2017 годы. Полевые опыты закладывали в кормовом севообороте Чувашского НИИСХ на серой лесной тяжелосуглинистой почве с содержанием гумуса 5,1% по методике Доспехова Б.И. [4]. Содержание подвижного фосфора (189 мг/кг) и обменного калия (174 мг/кг) – высокие. Норма высева семян сои сорта Памяти Фадеева была при широкорядном способе посева 300 тыс. всхожих семян на гектар, при узкорядном – 600 тыс. шт, которые предварительно были определены из опыта с сортом сои Чера 1 при разных способах посева. Установлено, что превышение нормы высева более 600 тыс. всхожих семян на гектар в наших условиях не ведет к повышению урожайности семян с единицы площади [5].

Погодные условия вегетационного периода за годы исследований сильно различались: 2016 год по обеспеченности влагой по фазам развития был засушливый, а 2017 год был холодный с избыточной влагообеспеченностью. Гидротермический коэффициент (ГТК) в первый год испытаний составил 0,6, во второй год – 4,6.

Результаты исследований

Фенологические наблюдения по годам за развитием растений показали, что в засушливый год в фазе цветения сои наблюдалась абортация цветков от 25 до 36%, во

влажном году этот показатель был в пределах 9-17%. Недоразвитых бобов и бобов с пустыми семенными гнездами было больше во влажный год (до 40%).

Кроме абиотических факторов на формирование бобов и семян имели влияние агротехнические приемы – способы посева и плотность стеблестоя на единицу площади.

В среднем за 2 года в широкорядных посевах при густоте 21 растений на 1 м² получили 39,9 бобов с растения, с узкорядных посевов при плотности 46 шт/м² – 23 боба (табл. 1).

Таблица 1

Число семян в бобах сои в зависимости от способа посева

Способ посева	ед. изм.	Количество бобов, шт.					Количество семян, шт.				
		всего	в.т.ч.				всего	в.т.ч.			
			1- сем	2-х сем	3-х сем	4-х сем		1- сем	2-х сем	3-х сем	4-х сем
Широко рядный	шт.	39,9	12,7	18,6	8,5	0,1	75,8	12,7	37,2	25,5	0,4
Узкорядный	шт.	23,0	9,7	10,8	2,5	0	38,8	9,7	21,6	7,5	0

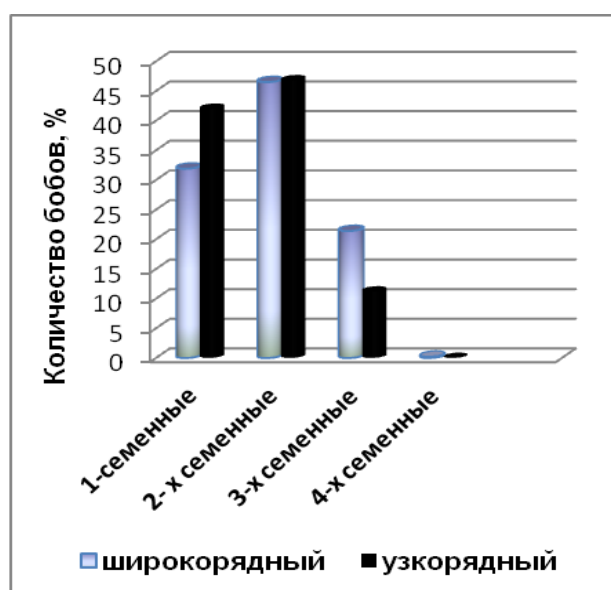


Рис. 1. Процентное соотношение 1-4-х семенных бобов в зависимости от способа посева сои

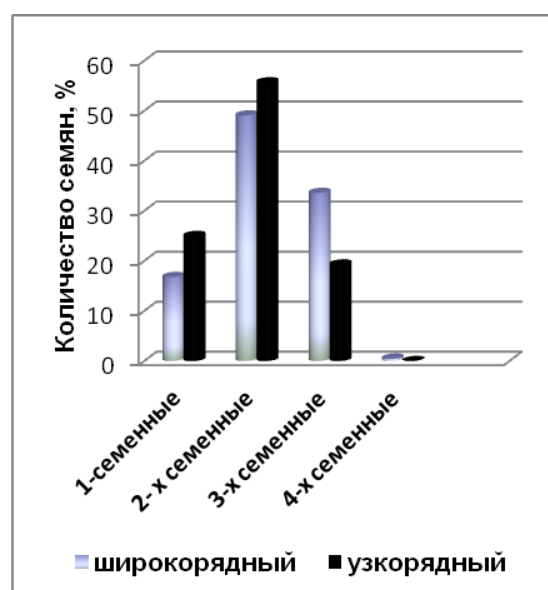


Рис. 2. Влияние 1-4-х семенных бобов на выход семян при разных способах посева, %

В широкорядных посевах основная масса бобов формировалась из 2-х (46,5%) и 3-х (21,4%) семенных бобов, а в узкорядных посевах доля 2-х семенных бобов было на уровне широкорядных (46,8%), однако на 10% меньше было 3-х семенных и больше односемянных бобов. Следовательно, на широкорядных посевах основная масса семян с растения на 82,7% было получено с 2-х и 3-х семенных бобов, против 75% на узкорядных посевах. В среднем число семян в бобе при широкорядном способе равнялось 1,9, узкорядном – 1,7. При этом выявлено, что процент недоразвитых семян на растения широкорядного способа посева при умеренной плотности составил 27,5% (2017 год), а в уплотненных посевах узкорядным способом – 40,2%.

Независимо от погодных условий масса семян с 1 растения в уплотненных посевах в среднем за 2 года был ниже в 2 раза по сравнению с широкорядным способом посева (табл. 2). В засушливых условиях разница между двумя вариантами по семенной продуктивности одного растения составила 36,1%, с одного квадратного метра 6,5%, а в условиях холодного дождливого лета 2017 года она была 61,7% и 15,8% соответственно, в пользу широкорядного посева.

Таблица 2

Семенная продуктивность сои при разных способах посева

Способ посева	Масса семян, г					
	с 1 растения		с 1 м ²		1000 семян	
	2016г.	2017г.	2016г.	2017г.	2016г.	2017г.
Широкоярядный	9,4	14,9	245,5	233,3	150,8	160,8
Узкоярядный	6,0	5,7	229,4	196,3	141,0	144,2

Растения на дефицит ресурсов тепла и света сильнее реагировали, чем на недостаток влаги независимо от способов посева. Однако в широкоярядных посевах растения находились в более благоприятных условиях по сравнению с растениями узкоярядных посевов. Показатели массы 1000 семян также указывают на преимущество широкоярядного посева для сорта Памяти Фадеева (в среднем 155,8 г с широкоярядного против 142,6 г узкоярядного посева).

В нашей зоне благоприятные условия для возделывания сои по всем жизненно-важным факторам наблюдаются один год в 5 лет, когда узкоярядные посевы не уступают широкоярядным по урожайности семян. Таким образом, в наших условиях показатели урожайности с единицы площади определяют целесообразность возделывания сои в широкоярядных посевах.

Выводы

1. В широкоярядных посевах имели по 1,9 семян в бобах вместо 1,7 в узкоярядных посевах.

2. Основную массу семян (82,7%) растения с широкоярядных посевов формировали за счет 2-х и 3-х семенных бобов, а 2-х и 3-х семенные бобы с узкоярядных посевов обеспечили семян на 7,7% меньше.

3. Семенная продуктивность сои с единицы площади в среднем за 2 года при возделывании ее широкоярядным способом посева была выше на 11,1% по сравнению с узкоярядным способом.

4. Масса 1000 семян также имела зависимость от способа посева – при широкоярядном – 155,8 г, узкоярядном – 142,6 г.

Литература

1. Итоги года 2017, соя. [Интернет-ресурс] Институт конъюнктуры аграрного рынка от 28.12.2017.
2. Российская соя - 2017: догоним и перегоним Украину? [Интернет-ресурс] Soya News от 28.09.2017.
3. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В. Влияние абиотических факторов среды на число семян в бобах сои в условиях Чувашии // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Научный журнал Северо-Восточного регионального научного центра Россельхозакадемии. – №5 (36). – 2013.
4. Доспехов Б.И. Методика полевого опыта // Москва, «Колос». – 1979.
5. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В. Влияние норм и способов посева на продуктивность сои сорта Чера 1 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Научный журнал Северо-Восточного регионального научного центра Россельхозакадемии. – № 2 (13). – 2009.

THE INFLUENCE OF THE SEEDING METHODS ON FORMATION OF NUMBER OF SEEDS IN SOYBEANS.

M.F. Fadeeva, L.V. Vorobyeva, O.L. Matveeva

CHUVASH RIA – THE BRANCH OFFICE OF FSBRI FASC OF THE NORTH-EAST

Abstract: The results of the research of the influence of seeding methods on number of seeds in soy beans of the variety «The memory of Fadeev».

Keywords: soybean, methods of seeding, the number of soy beans, the number of seeds, plants productivity.

ВЛИЯНИЕ ДЕСИКАНТОВ РЕГЛОН СУПЕР И ТОРНАДО НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ

П.В. ЯТЧУК, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Представлены данные о влиянии десикантов Реглон Супер и Торнадо на урожайность и качество зерна сои. Дано описание препаратов. Отмечено, что применение десикантов в первый срок (влажность семян 60-65%) снижает урожайность зерна сои в пределах 6-10%, но при этом сокращается вегетационный период примерно на 10-14 дней, что способствует своевременной уборке и получению качественного зерна сои. Исследования показали, что обработка посевов сои Реглоном Супер и Торнадо при влажности зерна 45-40 % снижает урожайность на 4-5% по сравнению с контролем. Установлено, что оптимальной дозой применения Реглон Супер является 1,5-2,0 л/га, Торнадо 2,0 и 2,5 л/га. Показано, что десикация сои в разные сроки при разных дозах обработки не приводит к резкому снижению содержания белка и масла по вариантам опыта, а находится на уровне с контролем.

Ключевые слова: соя, влажность семян, десикация, урожайность, белок, масло.

Основными приемами в технологии возделывания любой культуры является своевременная уборка урожая, а также сохранение качества посевного материала. Одним из способов уборки, позволяющим ускорить созревание хлебов, является предуборочная десикация посевов. Десикацию посевов применяют на различных сельскохозяйственных культурах: подсолнечнике, картофеле, рапсе, сое, люпине, льне-долгунце, сорго, клещевине. Н.С. Шевченко, С.И. Смуров, Т.И. Зеленская считают, что применение десикантов на сое в Черноземье дает гарантию своевременной уборки этой культуры с высокими показателями качества зерна [1]. Исследованиями во ВНИИМК установлено, что десикация наиболее необходима при возделывании среднепоздних сортов сои и поздних сроков посева. В этой связи использовали Реглон Супер (1,5-2 л /га). Ее проводили при побурении бобов нижнего и среднего ярусов, с влажностью семян 40-45%. Выявлено, что выпавшие осадки через 2 часа после обработки десикантами не снизили действие препарата. Лучшие результаты получены при обработке в период, когда среднесуточная температура воздуха не опускалась ниже 14 °С [2].

Многолетний опыт фермеров северной и центральной Европы показал, что применение предуборочной обработки сои гербицидами, производными глифосата, увеличивает урожай на 15-20%, так как гарантирует уборку напрямую, снижая потери за счет уменьшения засоренности культуры. При этом десикация практически не воздействует на семенную продуктивность, биохимический состав и биологические свойства семян, а в отдельных случаях даже улучшает их [3]. Обработка десикантами снижает влажность семян, высушивает стебли и листья, что позволяет механизировать уборку и доочистку семян, исключает их повреждение во время хранения. Как прием высушивания растений на корню десикация применяется уже после формирования урожая, когда она не может отрицательно повлиять на его величину и качество [4]. На сое подобных исследований проведено мало, а полученные результаты довольно противоречивы. Большинство авторов склонны считать, что десикацию нужно проводить при влажности семян сои 45%, то есть при побурении бобов в среднем и нижнем ярусах. Одни авторы считают, что десикация несколько снижает урожай семян, по мнению других, урожай повышается [5]. Но все, кто работал в этом направлении

единодушны в том, что десиканты способствуют ускорению созревания семян и дают возможность убрать сою прямым комбайнированием до наступления осеннего ненастья.

Материал и методы исследований

Опыты проводились в 2011-2012 гг. в лаборатории семеноведения и первичного семеноводства ВНИИ зернобобовых и крупяных культур. Почва опытного участка темно серая лесная. Мощность гумусового горизонта 25-30 см. Содержание гумуса в пахотном слое 4,2-4,6%, общего азота 0,17-0,27, подвижного фосфора 9,6-11,0 и обменного калия 5,4-5,7 мг/100 г абсолютно сухой почвы. Исследования проводили с сортом сои Ланцетная селекции ВНИИЗБК. В опыте изучали десиканты Реглон Супер, Торнадо.

Реглон Супер – контактный десикант, предназначен для предуборочной десикации подсолнечника и гороха, а также семенников овощных, кормовых и технических культур. Действующее вещество дикват (производные бипиридила), 150 г/л, производитель: ООО «Сингента». В зависимости от физиологического состояния растений, а также погодных условий в период обработки и вскоре после нее, Реглон Супер высушивает растения в течение 5-10 дней после применения, 2-ой класс опасности.

Торнадо – водный раствор изопропиламинной соли глифосата кислоты (360 г/л). Гербицид сплошного действия. Производитель: фирма ЗАО "Август". Действие гербицида происходит в течение 2-3 часов путем проникновения в растение через листья, стебли, далее переносится по всем органам, достигая их корневой системы. Препарат полностью разлагается в почве в течение 30 дней. Относится к 3-му классу опасности – малотоксичный.

Опыты закладывали по общепринятой методике на делянках с учётной площадью 10 м² в четырёхкратной повторности. Размещение – рендомизированное. Посев проводился селекционной сеялкой СКС-6-10. Ширина междурядий – 45 см. Норма высева всхожих семян сои – 0,6 млн. шт/га. Уборка урожая проводилась одновременно на всех вариантах опыта прямым комбайнированием комбайном Sampo-130. Обработку посевов сои десикантами проводили в три срока.

Первый срок обработки проводили при влажности 60-65% (достаточно видимый признак – начало пожелтения нижних листьев на растениях). Это хорошо заметно, если внимательно осмотреть делянку или часть поля. **Второй срок** – при влажности семян 45% (побурение бобов в нижнем и среднем ярусе). **Третий срок** – при влажности семян 30% (когда все бобы побурели). Обработка делянок десикантами осуществляли ручным пневматическим опрыскивателем ОП-1,5 в безветренную сухую погоду. Фактические календарные сроки десикации зависели от температуры, динамики развития растений и скорости потери влаги в зерне сои. Влажность семян определяли практически ежедневно с помощью прибора Wille – 55.

Результаты исследований

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что десиканты в какой-то мере, чаще незначительной, способствуют снижению урожайности семян, по мере увеличения дозы их применения. О том, что десиканты должны снижать урожай культуры свидетельствует тот факт, что они сокращают вегетационный период. [6]. Но некоторые исследователи Ф.Б. Липинский, Н.С. Цыганок и М.Ю. Завацкий утверждают, что десикация даже повышает урожайность семян [7]. Но в наших исследованиях при применении десикантов это не наблюдалось, о чем свидетельствуют полученные данные по урожайности (табл. 1). Из данных таблицы видно, что урожайность семян сои снижается по мере увеличения дозы расхода препарата. В среднем за 2011 год урожайность на контрольном варианте составила 21,3 ц/га. При обработке Реглоном Супер 1,5 л/га она снизилась в среднем на 0,5 ц/га. При увеличении дозы десиканта Реглон Супер до 2,0 и до 2,5 л/га, также отмечается снижение урожайности зерна сои на 1,5 и 1,8 ц/га соответственно, но эта разница небольшая – в пределах ошибки опыта. Также отметим, что при обработке данным препаратом в дозе от 1,5 л/га до 2,0 л/га происходит сокращение вегетационного периода в среднем на 7-10 дней, что способствует более раннему сроку уборки культуры.

Таблица 1

Урожайность зерна сои в зависимости от сроков и норм применения десикантов

Варианты	Нормы (л/га)	Сроки применения (дата, год)						Среднее по годам, ц/га	
		I		II		III			
		21.08.11	11.08.12	26.08.11	19.08.12	31.08.11	21.08.12	2011	2012
Контроль	-	21,0	21,6	21,4	22,0	21,4	21,7	21,3	21,8
Реглон Супер	1,5	19,8	20,9	21,2	21,4	21,3	21,4	20,8	21,2
	2,0	19,4	20,4	20,1	20,8	20,0	21,1	19,8	20,8
	2,5	19,1	20,6	19,2	20,2	20,3	20,7	19,5	20,4
НСР _{0,5}		1,2	0,3	1,1	0,3	0,7	0,8	1,0	0,46
Торнадо	2,0	20,9	21,4	21,2	21,8	20,9	21,6	21,0	21,6
	2,5	20,6	21,2	20,8	21,3	20,1	21,5	20,5	21,3
	3,0	20,0	21,3	20,4	21,4	20,0	21,4	20,1	21,3
НСР _{0,5}		1,56	0,43	1,78	0,43	1,48	0,14	1,6	0,3

Подобная тенденция воздействия сохраняется и при применении десиканта Торнадо в дозе от 2,0 л/га до 2,5 л/га на 0,3-0,8 ц/га. Срок обработки десикантами в 2011 году наступил 21 августа – нижние листья на растениях начали желтеть, зерно было зеленым при влажности 60-62%, бобы зеленые. Влажность зерна и стеблей определяли практически ежедневно, за исключением дождливой погоды. После обработки посевов сои десикантами действие препаратов было заметно уже на следующий день, особенно можно выделить Реглон Супер. На следующий день после обработки на растениях сои было видно увядание и пожелтение листьев. Действие Торнадо было заметно спустя несколько дней. К 26 августа в естественном состоянии (на контроле) зерно еще было зеленым с влажностью 47%, бобы начали желтеть, листья пожелтели на всех растениях сои. По состоянию на пятый день после внесения десикантов, 26 августа, зерно на варианте с Реглон Супер 1,5 л/га было желто-зеленым с влажностью 38%, снижаясь до 37% на варианте с дозой 2,0 л/га. Бобы обрели желтую окраску, листья пожелтели, а на варианте с внесением 2,5 л/га в нижней части растений листья пожелтели и осыпались. Динамика изменения влажности зерна представлена на рис. 1.

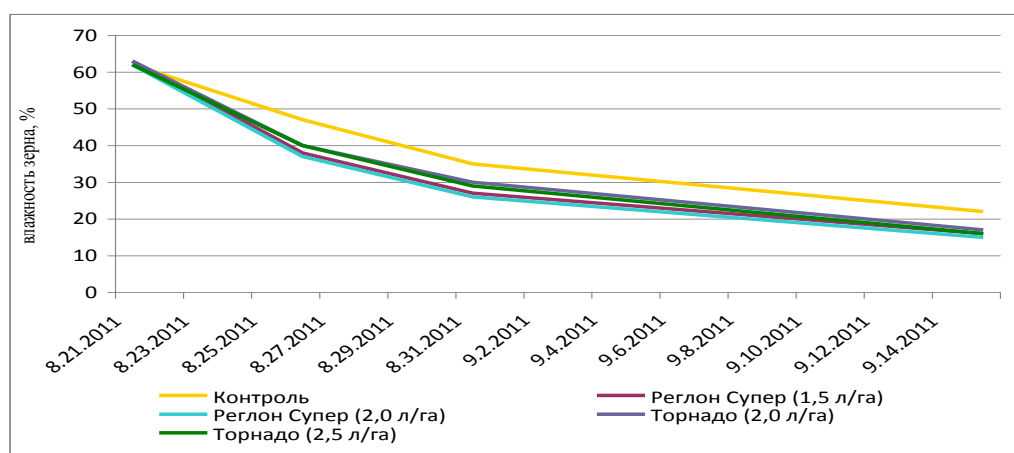


Рис. 1. Динамика изменения влажности зерна сои после обработки препаратами (2011 г.)

Действие препарата Торнадо было более мягким, к 26 августа влажность зерна при его применении варьировала в пределах 37-40%. Оно было желто-зеленым. Бобы на вариантах 2,0 л/га начали желтеть, а при 2,5-3,0 л/га стали желтыми. Листья тоже имели желтую окраску. На десятый день, 31 августа, на контроле зерно стало желто-зеленым при влажности 36%, бобы светло-коричневыми, а листья осыпались в нижнем и среднем ярусах. При внесении же Реглона Супер (1,5л /га) зерно полностью пожелтело, а его влажность составила 27%, на варианте 2,5 л/га – 26%. При такой влажности зерна уборку напрямую проводить практически нельзя, хотя листья осыпались со всех растений сои. На вариантах с

применением Торнадо влажность зерна была 27-30%, т.е. выше, чем на вариантах с Реглоном Супер на 3-4%.

Уборку сои прямым комбайнированием в 2011 году можно было проводить 15 сентября, влажность зерна на контрольном варианте к этому времени была 22%. В опытах с применением Реглон Супер в дозе 1,5 л/га влажность зерна была 16%, при дозах – 2,0 и 2,5 л/га – 14-15%. На вариантах с Торнадо влажность зерна варьировала от 14 до 18%. Таким образом, под действием десиканта Реглона Супер в 2011 году подсушивание зерна сои растянулось на 10-12 дней, а с применением Торнадо – на 11-13 дней.

Динамика изменения влажности зерна сои в 2012 году после применения десикантов представлена на рис. 2.

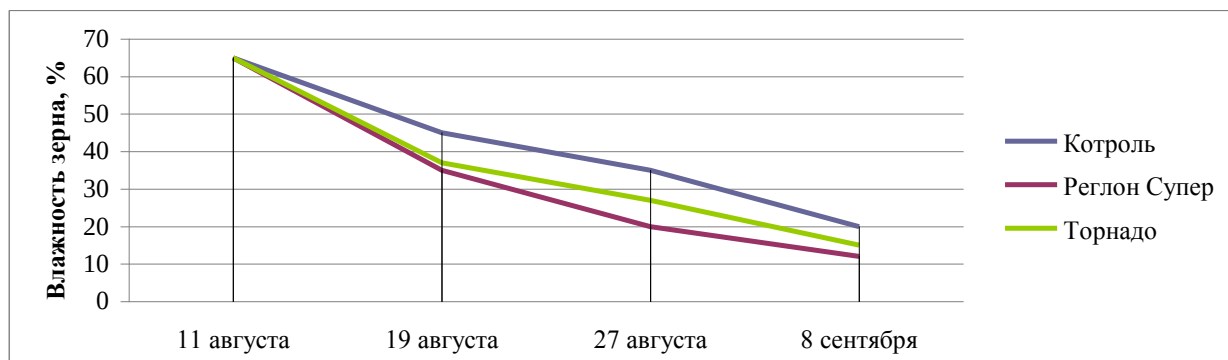


Рис. 2 Динамика изменения влажности зерна сои после обработки десикантами

Первый срок обработки десикантами в 2012 году был проведен 11 августа, при влажности зерна 65%. Зерно и бобы зеленые, листья начали желтеть в нижней части растений. Через неделю, 19 августа, влажность зерна на контроле была 45%, зерно зеленое, бобы начали желтеть, листья пожелтели в нижней части растений. В опытах с Реглон Супер (1,5 л/га) зерно приобрело желто-зеленую окраску при влажности 35% бобы и листья стали желтыми. При норме препарата 2,0 и 2,5 л/га нижние листья осыпались. На вариантах с обработкой Торнадо на 19 августа зерно было также желто-зеленым при его влажности 37-38%, бобы и листья – желтыми.

По состоянию на 27 августа, через две недели после десикации, влажность зерна на контроле составила 35%, зерно желто-зеленое, бобы светло-коричневые, листья осыпались в нижнем и среднем ярусах. На делянках с Реглон Супер (1,5 л/га) к этой дате влажность зерна была 25%, или на 10% меньше, чем на контроле, а на вариантах с внесением 2,0 и 2,5 л/га – 20%. Листья осыпались, бобы стали коричневыми. В опытах с применением десиканта Торнадо влажность зерна варьировала в пределах 26-22% в зависимости от норм препарата, бобы были коричневыми, листья осыпались со всех растений.

К 8 сентября, если на контроле зерно было с влажностью 20%, то на вариантах с применением десикантов – 12-16%. Зерно желтое, бобы темно-коричневые, сухие, листья осыпались. Наименьшая влажность зерна отмечена при применении повышенных норм Реглон Супер – 2,0 и 2,5 л/га. Практически на всех вариантах уборку можно было вести прямым комбайнированием.

Основным достоинством семян сои является высокое содержание белка и масла в семенах. В связи с этим важной частью исследований была оценка их по химическому составу (рис. 3).

Десикация при влажности семян 60-65% приводила к незначительному уменьшению содержания белка в семенах. Отмечена некоторая тенденция в снижении содержания белка и повышении содержания масла на вариантах с десикацией. Содержание белка на контроле в среднем за 2 года составило 39,1%. Лучший результат был получен на варианте с применением Реглон Супер и Торнадо в дозе 2,0 л/га – 39,4%. В 2012 г. десикация, практически, не повлияла на снижение белка в семенах сои, а находилась примерно на одинаковом уровне с контролем. По данным 2012 года необходимо отметить тенденцию

некоторого увеличения содержания белка и уменьшения содержания масла по сравнению с 2011 годом, на вариантах с Реглон Супер и Торнадо.

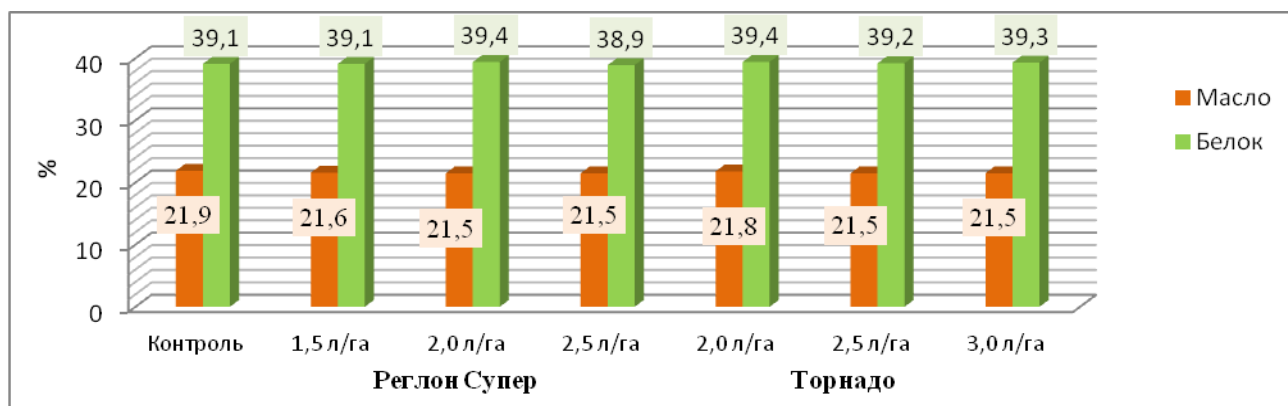


Рис. 3. Влияние десикации на содержание белка и масла в семенах сои (среднее за 2 года)

Содержание масла за годы исследований изменялось незначительно в зависимости от вариантов опыта. В среднем за два года исследований содержание его на контроле оказалось 21,9%. Наименьшее его содержание было на варианте, где применяли Торнадо в дозе применения препарата 3,0 л/га – 21,5%.

Выводы

1. Результатами исследований установлено, что оптимальной дозой применения Реглон Супер является доза 1,5 и 2,0 л/га, Торнадо 2,0 и 2,5 л/га.

2. Выявлено, что применение десикантов при влажности семян 60-65% способствует снижению урожайности на 6-10%, при влажности 45% она снижается на 4-5% по сравнению с контролем.

3. Исследования показали, что десикация сои в разные сроки и при разных дозах применения не приводила к резкому снижению содержания белка и масла в зерне сои на всех вариантах опыта.

Литература

1. Шевченко Н. С. Соя на Белгородчине // Земледелие, – 2010. – № 3. – С. 9-12.
2. Дряхлов А.И. Предуборочная десикация посевов сои. // Соя: биология и технология возделывания. Краснодар. – 2005. – С.263-264.
3. Сорока С.В. Десикация зерновых культур в Белоруссии /– РУП «Институт защиты растений», 2011. – С. 9-10.
4. Васильев Д.С., Дегтяренко В.А., Чануквадзе Р.Г. Предуборочная десикация сои. // Науч.-техн. бюлл. ВНИИ масличных культур. – 1986. – №2. – С. 42-43.
5. Durnev G. I., Yatchuk P. V. The impact of desiccants and growth regulators on the sowing quality of soya seeds. // Vestnik Orel GAU. Orel State Adrarian University, june 2013. – Т. 42. – № 3. – С. 24-28.
6. Ятчук П. В. Влияние десикантов на урожайность и посевные качества семян сои в первичном семеноводстве. Автореф... дис. канд. с.-х. наук. Брянск. – 2015. – 24 с.
7. Липинский Ф.Б., Цыганок Н.С., Завацкий М.Ю. Реглон на семенных посевах овощного гороха. // Защита и карантин растений. – 1997. – № 7. – 16 с.

INFLUENCE OF DESICCANTS REGLON SUPER AND TORNADO ON YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN

P.V. Yatchuk

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

Abstract: Data on the effect of Reglon Super and Tornado desiccants on the yield and quality of soybean grain are presented. The description of preparations is given. It is noted that the use of desiccants in the first term (the moisture content of the seeds is 60-65%) reduces the yield of soybean grains in the range of 6-10%, but at the same time the vegetation period is reduced by about 10-14 days, which contributes to timely harvesting and obtaining a quality soybean grain. Studies have shown that the treatment of soybean crops with Reglon Super and Tornado at a moisture content of grain of 45-40% reduces the yield by 4-5% in comparison with the control. It

was found that the optimal dose of application of Reglon Super is 1,5-2,0 l/ha, Tornado 2,0 and 2,5 l/ha. It is shown that the desiccation of soybeans at different times with different doses of treatment does not lead to a sharp decrease in the protein and oil content according to the variants of the experiment, but is at the level with control.

Keywords: soybean, seed moisture, desiccation, yield, protein, oil.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10005

УДК 635.652/.654

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО БЕЛОСЕМЯННОГО СОРТА ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ МАРКИЗА

М.П. МИРОШНИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
О.А. МИЮЦ, научный сотрудник

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Увеличение площадей, урожайности и общего производства семян фасоли обыкновенной, связано с решением определенных задач как в области совершенствования технологии возделывания так и в создании новых сортов, устойчивых к абиотическим факторам среды. В 2017 году на Государственное испытание передан новый белосемянный сорт фасоли обыкновенной на зерно. Сорт Маркиза характеризуется стабильной прибавкой урожая семян к стандарту в среднем на 0,26 т/га, большим содержанием сырого протеина в семенах (25-30%). Новый сорт имеет отличные вкусовые достоинства (5 баллов), высокое прикрепление нижних бобов – 15-18 см. Сорт отличается быстрым темпом роста - от полных всходов до полного цветения 30-37 суток, дружным созревaniem в агроценозе.

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, селекция, сорт, урожайность, семена, сырой протеин, морфотип, форма и окраска семян.

Среди основных белковых культур мирового земледелия важное место занимает фасоль посевная, более чем в 70 странах она возделывается на площади 7,5 млн.га. [1]. Возделывание фасоли доходит до 60-70⁰ с.ш. и 85⁰ ю.ш. [2]. В природе формообразовательный процесс у фасоли идет непрерывно. Основной источник новообразований – естественная и искусственная гибридизация: частично спонтанный и экспериментальный мутагенез [3]. Для использования огромного биологического потенциала культуры в процессе селекции необходимо в будущем сорте сочетать новые морфологические признаки с комплексом физиологических, биохимических и других свойств растений. Современное сельскохозяйственное производство предъявляет высокие требования к новым сортам. Сроки использования их в производстве – до 5-6 лет, что требует ускорения темпов селекционного процесса, совершенствования методов создания селекционного материала [4].

Цель исследований – создать и передать на Государственное испытание новый высокотехнологичный сорт фасоли обыкновенной зернового использования для Центрально-Черноземного и Центрального регионов РФ с урожайностью семян 2,50-3,00 т/га, содержанием белка в них не менее 25%, с отличными вкусовыми достоинствами.

Материал и методика исследований

Исследования проводили на опытном поле севооборота лаборатории селекции зернобобовых культур института. Предшественник – чистый пар. Почва опытного участка темно серая лесная, содержание гумуса по Тюрину 4,0-4,1%, общего азота – 0,14-0,16%; подвижного фосфора (P₂O₅) по Кирсанову – 12,4-15,8 мг/100 г почвы; калия (K₂O) по

Кирсанову – 4,8-6,3 мг/100 почвы; сумма поглощённых оснований – 22-24 мг/экв на 100 г почвы; степень поглощённости оснований – 84%; pH солевой вытяжки – 4,8-5,2.

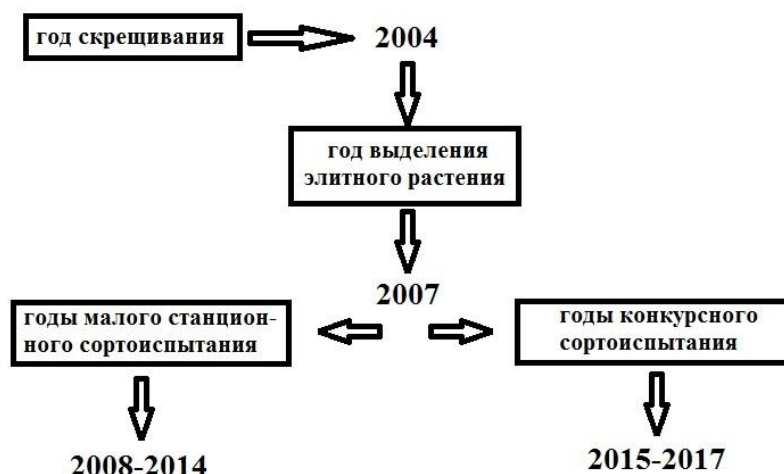
Посев широкорядный (ширина междурядья – 45 см) сеялкой СКС–6-10, площадь делянки – 16 м², размещение вариантов рендомизированное в 4-х кратной повторности. Стандарт – районированный зерновой сорт фасоли Гелиада. Учет и фенологические наблюдения проводились согласно методике Госсортсети [5]. Отбор снопового материала осуществляли по мере созревания для анализа по элементам структуры урожая. Уборка однофазная комбайном «Сампо-130».

Для определения ботанической разновидности и описания признаков нового сорта использовали Широкий универсальный классификатор СЭВ [6] и Методику проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность [7].

Все экспериментальные данные обработанные по Доспехову [8] с помощью компьютерной программы STATISTICA (data analysis software system), StatSoft, Inc. v. 6.0. Microsoft Office Excel).

В 2017 году на Государственное сортоиспытание передан новый белосемянный сорт фасоли обыкновенной Маркиза с вегетационным периодом 78-83 суток.

Сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции Веселка х Л-714 по схеме:



Результаты исследований

Сорт Маркиза относится к разновидности *Oblongus albus*. Растения детерминантного типа развития, высотой 50...59 см. с мощным центральным стеблем, ограниченной цветочной кистью. Куст формирует от 3 до 5 дополнительных боковых ветвей плотно прижатых к центральному стеблю (рис. 1).

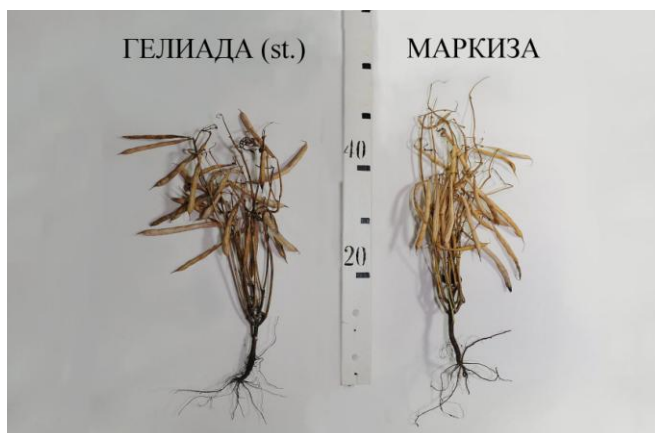


Рис. 1. Растения сортов Гелиада (st.) и Маркиза

Стебель прямостоячий, темно-зеленого цвета. Имеет 6...10 продуктивных узлов, на каждом из которых закладывается от 4-х до 8-и цветков белой окраски, средней величины. Листья тройчатые, цельно-крайние, от треугольной до яйцевидной формы, интенсивного зеленого цвета.

Боб лущильного типа грубо-волокнистой длиной 12...15 см с заостренной верхушкой. Среднее число бобов на растении – 16, максимальное 35 штук, хорошо выполнены, число семян в бобе – 4...7 (рис. 2).



Рис. 2. Бобы сортов Гелиада (st.) и Маркиза



Рис. 3. Семена сортов Гелиада (st.) и Маркиза

Семена ровные, гладкие, блестящие вальковатой формы, масса 1000 семян – 350...430 грамм, окраска кожуры белая, семенной рубчик белый с однородным, желтым кольцом (рис. 3).

Сорт Маркиза относится к группе среднеспелых сортов (табл. 1) и созревает на 5 суток позднее стандарта Гелиада, но рост и продолжительность его фенофаз по годам изучения отличается от вегетации среднеспелых сортов.

Таблица 1

Продолжительность вегетационного периода и его фенофаз сорта фасоли Маркиза, (КСИ, суток)

Показатели	Новый сорт Маркиза			Среднее	Стандарт Гелиада			Среднее
	2015 г.	2016 г.	2017 г.		2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Вегетационный период	88	80	80	83	78	77	80	78
От полных всходов до полного цветения	42	30	34	35	41	36	38	38
От полного цветения до хозяйственной спелости	46	50	46	45	37	41	42	40
От начала цветения до конца цветения	12	10	8	10	11	8	8	9

У сорта Маркиза отмечался быстрый темп роста (на 3 суток меньше, чем у стандарта Гелиада) в фазе «от полных всходов до полного цветения». Оба сорта практически одновременно зацвели и начали образовывать бобы в сжатые сроки. Но налив и созревание

бобов у сорта Маркиза значительно отставали от стандарта по годам испытания от 4 до 9 суток.

Сорт Маркиза обладает комплексом хозяйственно ценных признаков, имеется высокий биологический потенциал семенной продуктивности (табл. 2, 3).

Таблица 2

Характеристика нового сорта фасоли Маркиза (КСИ)

Сорт	Урожай семян, т/га				Масса 1000 семян, г	Высота прикрепления нижнего боба, см	Вегетационный период, суток
	2015	2016	2017	среднее			
Маркиза	2,32	1,72	2,40	2,15	430	18	83
Гелиада	2,10	1,42	2,15	1,89	510	10	78
НСР0,05	0,23	0,29	0,31	-	-	-	-

Средняя урожайность семян нового сорта за период изучения в конкурсном испытании 2,15 т/га, максимальная 2,40 т/га. Маркиза превосходит стандарт по признаку высоты прикрепления нижнего боба на 8 см.

Таблица 3

Элементы структуры семенной продуктивности у сорта фасоли Маркиза (КСИ, среднее за 2015-2017 гг.)

Сорт	Количество, штук					Масса, г.	
	продуктивных узлов на растении	бобов с растения	бобов на 1 продуктивный узел	семян с растения	семян в бобе	семян с растения	1000 семян
Маркиза	8	22	2,75	76	3,45	32,6	430
Гелиада, st	6	15	2,50	46	3,06	22,5	510

Максимальное значение у нового сорта имели признаки: число семян с растения – 76, масса с растения – 32,6 г. Стандарт Гелиада превосходила новый сорт по массе 1000 семян – 510 г.

Новый белосемянный сорт фасоли Маркиза имеет отличные вкусовые достоинства (табл. 4).

Таблица 4

Анализ качества семян и кулинарных достоинств сорта фасоли Маркиза (КСИ, среднее за 2015-2017 гг.)

Сорт	Содержание белка в семенах, %	Натура семян, г/л	Диаметр семян, мм	Выравненность семян, %	Время варки, мин.	Вкус, балл	Разваримость, мин.
Маркиза	27,1	795	6,5+6,0	80,1	95	5	96
Гелиада, st	25,0	818	7,0+6,5	85,6	87	5	94

По результатам товарных качеств новый сорт отличается от стандарта ровными (85,6%) и хорошо выполненными семенами (818 г/л). Среднее содержание белка в семенах составило 27,1%, тогда как у стандарта 25,0%. Маркиза имеет отличные кулинарные достоинства, быстро и равномерно разваривается в приготовлении супов, паштетов.

Выводы

На основании проведенных исследований создан новый белосемянный сорт фасоли зернового использования Маркиза, который представляет практический интерес для Российских товаропроизводителей. Сорт урожайный, высокотехнологичный и высокобелковый. Имеет свои морфобиологические особенности, такие как быстрый начальный рост всходов, сжатое цветение, равномерный, удлиненный период закладки продуктивных узлов на растении, хороший налив бобов на протяжении всего вегетационного периода. Новый сорт Маркиза можно рекомендовать для возделывания в различных регионах Центрального Федерального округа.

Литература

1. Наумкина Т.С. [и др.]. Создание высокоэффективных растительно-микробных систем фасоли. // «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2012. – № 2. – С. 21-26.
2. Терехина Н.В., Буравцева Т.В. Phaseolus vulgaris L. – Фасоль обыкновенная. Основные сельскохозяйственные культуры // Агроэкологический атлас России и сопредельных государств. 2014. [сайт]
URL:http://www.agroatlas.spb.ru/ru/content/cultural/Phaseolus_vulgaris_K/мар (дата обращения: 01.05.2014).
3. Мирошникова М. П. Современный генофонд и направления селекции зерновой фасоли // Земледелие. – 2015. – № 4. – С. 43-45.
4. Зотиков В.И., Грядунова Н.В. Научное сотрудничество – основа успеха // Земледелие. 2014. – №4. – С. 3-5.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. – М.: Колос, – 1971. Вып.1. – 248 с.
6. Широкий универсальный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ культурных видов рода Phaseolus L. Ленинград: ВИР, – 1984. – 45 с.
7. Методические указания. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность (Фасоль обыкновенная Phaseolus vulgaris L.) – М. – 1995.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами стат. обраб. исслед.: учебное пособие для агроном. спец.:5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.

MORPHOBIOLOGIC FEATURES OF THE NEW WHITE-SEEDED COMMON BEAN VARIETY MARQUISE

M.P. Miroshnikova, O.A. Miyuts

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

Abstract: The increase in the areas, yield and general production of common bean seeds is associated with the solution of certain tasks both in the field of improving the technology of cultivation and in the creation of new varieties resistant to the abiotic factors of the environment. In 2017 a new white seed common bean variety for grain was transferred to the State Testing. The Marquise variety is characterized by a stable increase in the yield of seeds to the standard by an average of 0,26 t/ha, a high content of crude protein in seeds (25-30%). The new variety has excellent taste qualities (5 points), high attachment of lower beans - 15-18 cm. The variety is characterized by a rapid growth rate - 30-37 days from full shoots to full flowering, simultaneous ripening in agroecosystem.

Keywords: common beans, selection, variety, yield, seeds, crude protein, morphotype, shape and color of seeds.

УДК 635.652/.654:575

КАВИТАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТРАВМИРОВАНИЕ СЕМЯН ФАСОЛИ ПРИ ОБМОЛОТЕ

О.Н. БЕЗУГЛАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук

Л.Н. КОБЫЗЕВА, доктор сельскохозяйственных наук

ИНСТИТУТ РАСТЕНИЕВОДСТВА ИМЕНИ В.Я. ЮРЬЕВА, УКРАИНА

Одной из особенностей зернобобовых культур является кавитация – образование воздушной (кавитационной) камеры между семядолями. Было замечено влияние кавитации на травмирование семян фасоли, у которых этот процесс наиболее четко выражен при обмолоте. Таким образом, перед нами была поставлена задача – определить зависимость травмирования семян фасоли от кавитации и других параметров семени, а так же зависимость размера кавитации от влияния внутренних и внешних факторов. Результаты исследований в 1995-2017 гг. показали, что среди внешних факторов наиболее существенным является температура воздуха окружающей среды в период налива и созревания семян фасоли: чем выше температура воздуха – тем больше размер кавитационной камеры. Среди параметров семени (внутренние факторы) наиболее

существенным является влияние массы 1000 семян (коэффициент корреляции 0,66) и длины семени (коэффициент корреляции 0,63): чем крупнее размер семени образца – тем выше размер и степень кавитации. Форма семян существенного влияния на размер кавитации не имеет (коэффициент корреляции 0,34), так же как и другие параметры семени: ширина (0,43) и толщина (0,19). Большое значение имеет степень кавитации (коэффициент корреляции 0,86), которая определяется отношением размера кавитации к толщине семени. Этот показатель является основным для прогнозирования травмирования семян образцов при механизированной уборке урожая фасоли: при слабой степени кавитации (до $3,9 \times 10^{-2}$) травмированность семян будет незначительной (до 10% травмированных семян). Выделено 10 образцов со слабой степенью кавитации. Среди них украинские сорта Перлина, Надія, Ясочка, Несподіванка, Одеситка; болгарские сорта Прелом, Бистренски, Сахарная; венгерский сорт *Balványosi fehér* и венгерская местная форма UD0300104. Для проведения учета степени кавитации на семенах фасоли перед посевом был предложен прямой метод определения размера кавитации. Метод заключается в измерении размера кавитации с помощью микроскопа с окуляр-микрометром на разрезе 25 семян, взятых из стандартной навески партии семян.

Ключевые слова: фасоль, кавитация, масса 1000 семян, параметры семени, травмирование.

Одной из особенностей зернобобовых культур является кавитация (от лат. *cavita* – пустота) – образование воздушной (кавитационной) камеры между семядолями (рис. 1).



Рис. 1. Кавитация семян фасоли

Особенно этому подвержены семена фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.). Было замечено, что кавитация у каждого образца определена генетически, а также зависит от погодных условий, в которых происходил налив и созревание семени. В ряде работ [1, 2] доказано, что кавитация влияет на продуктивность растений – чем больший размер кавитации, тем менее продуктивно растение, выросшее из этого семени. Однако в результате дальнейших исследований этого процесса нами было замечено влияние размера и степени кавитации на травмирование семян фасоли при обмолае механическими молотилками. Кавитационная камера под действием высокого давления, которое создает удар молотильного агрегата, взрывается и смещает друг относительно друга семядоли фасоли, этим самым нарушая целостность семени. Замечено, что при механическом обмолае большинство травм фасоли – это разделение семени на семядоли [3].

Таким образом, перед нами была поставлена задача – определить зависимость травмирования семян фасоли от кавитации и других параметров семени, а так же зависимость размера кавитации от влияния внутренних и внешних факторов.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили на 54 образцах фасоли обыкновенной (*Ph. vulgaris* L.) из коллекции Национального центра генетических ресурсов растений Украины урожая 1995–2017 гг. Выращивались коллекционные образцы в специальном севообороте опытного поля Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН (п.г.т. Элитное, Харьковский район,

Харьковская обл., Украина – местонахождение 49°59'02 N, 36°27'51 E, 195 м над уровнем моря). Грунты представлены черноземом мощным слабощелочным. Предшественник – озимая пшеница. Агротехника – общепринятая для зоны Лесостепи Украины. Посев проводили ручными сажалками без повторений в оптимальные для фасоли сроки. Схема посева: 30 см x 10 см, учетная площадь – 1 м². Блок стандартов размещали через 20 номеров коллекционных образцов. Оценку коллекционных образцов, их морфологическое описание проводили в соответствии с существующими методическими рекомендациями коллекционных образцов зернобобовых культур [4, 5] и классификаторами рода *Phaseolus* L. [6, 7].

Годы вегетирования растений фасоли характеризовались разным соотношением температурного режима и осадков: 6 лет – с избыточным увлажнением (1997 г., 2003 г., 2004 г., 2005 г., 2007 г., 2016 г.), 6 лет – с оптимальным соотношением температурного режима и обеспеченности влагой (1995 г., 2000 г., 2002 г., 2008 г., 2010 г., 2014 г.) и 11 лет – с высокими летними температурами и дефицитом влаги (1996 г., 1998 г., 1999 г., 2001 г., 2006 г., 2009 г., 2011 г., 2012 г., 2013 г., 2015 г., 2017 г.) (рис. 2).

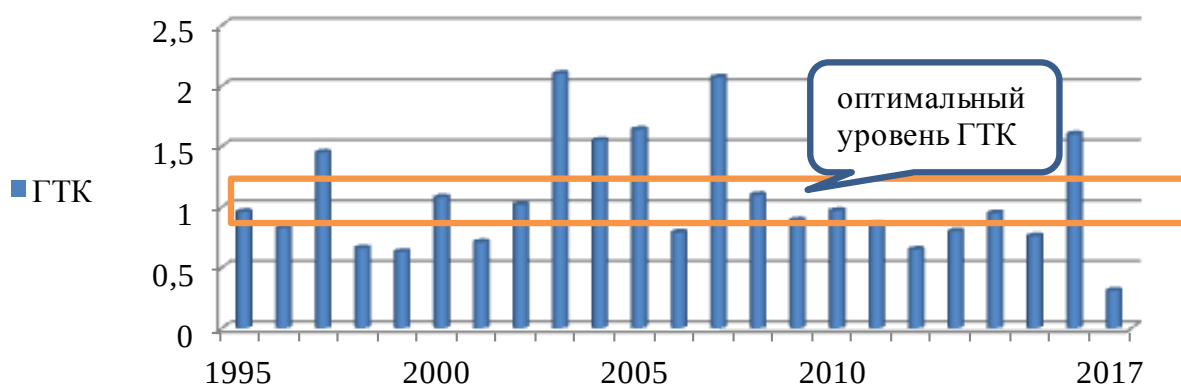


Рис. 2. Характеристика погодных условий вегетационного периода фасоли в Харьковской области, 1995-2017 г.

Для решения поставленной задачи были проанализированы физико-механические свойства семени: размеры семени (длина, ширина, толщина), масса 1000 семян и толщина семенной оболочки [8]. Определение кавитации, массы 1000 семян, формы семени и его параметров проводили в лабораторных условиях в фазу полного созревания. Толщину семенной оболочки измеряли микрометром. Для этого снимали оболочку семени с помощью препаровальной иглы. Учет толщины семенной оболочки проводили в районе середины семядолей. Измерение параметров семени (длины, ширины, толщины) проводили на семени фасоли штангенциркулем. Оценку массы 1000 семян – согласно ДСТУ 4138-2002 [9]. Для определения кавитации проводили разрез семени поперек семядольного шва через зародыш при влажности семени 12-15% [2]. Размер кавитации измеряли на срезе с помощью микроскопа с окуляр-микрометром. Степень кавитации определяли по формуле (1):

$$Ск = \frac{k}{t} \quad (1),$$

где Ск – степень кавитации,

k – размер кавитации, t – толщина семени.

Учет травмирования семян фасоли (только макротравмы) проводили визуально по 9-бальной шкале после обмолота растений молотилкой МЗБ 1 (молотика зернобобовая на 1 растение):

- 1 – семена не имеют макротравм,
- 3 – слабая степень травмирования (семена имеют до 10% макротравм),
- 5 – средняя степень (семена имеют 10-29% макротравм),
- 7 – сильная степень (семена имеют 30-49% макротравм),
- 9 – очень сильная степень (семена имеют 50% и более макротравм).

Результаты исследований и их обсуждение

Для решения данной проблемы перед собой мы поставили три задачи: 1 – зависимость кавитации от погодных условий, 2 – зависимость кавитации от параметров семени, 3 – влияние кавитации на травмирование семян при обмолоте механическими молотилками.

Для установления зависимости кавитации от погодных условий было проведено измерение размера кавитации у 31 образца фасоли урожая 2015–2017 гг. Детальный анализ погодных условий проводили в фазу налива и созревания семян, так как в этой стадии развития растения происходит интенсивное накопление питательных веществ, а так же потеря воды. Старение растения способствует высыханию семян, так как ткани материнского организма имеют высокое осмотическое давление и не отдают воду семенам или даже оттягивают ее оттуда [10].

Результаты исследования показали, что размер кавитации зависит от температуры воздуха в период налива и созревания семян фасоли (III декада июля – II декада августа) (рис. 3).

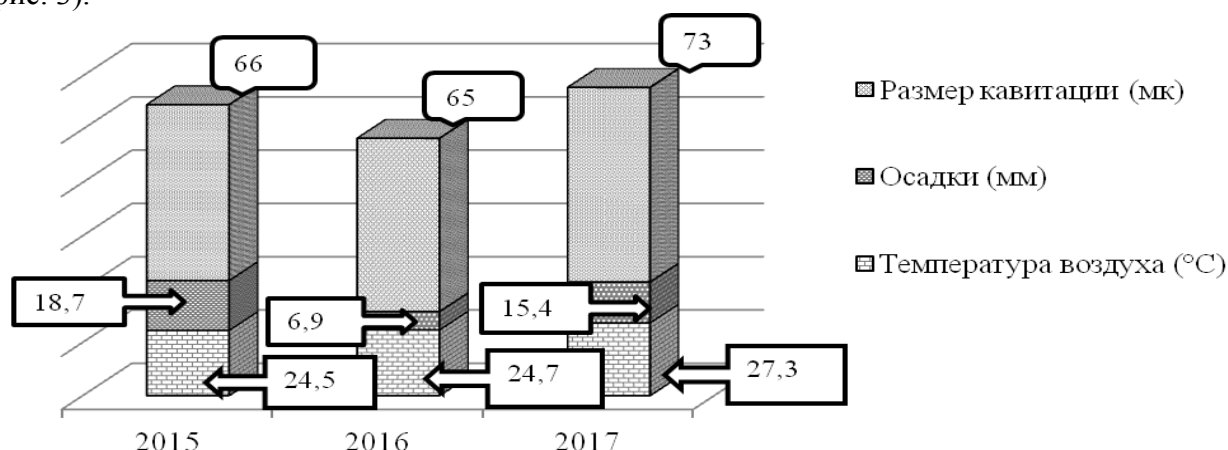


Рис. 3. Влияние погодных условий в период налива и созревания семян фасоли на размер ее кавитации

В большинстве своем исследуемые образцы показали самую большую кавитацию в 2017 г. (средний размер кавитации по исследуемым образцам – 73 мк), когда среднесуточная температура воздуха доходила до 27,3 °C, а его влажность составляла 52-63%. В 2015 г. (66 мк) и 2016 г. (65 мк) среднесуточная температура воздуха в этот период развития фасоли не превышала 24,5 °C и 24,7 °C соответственно при влажности воздуха 51-64%. Осадки наблюдались только в период налива семян (III декада июля): 2015 г. – 18,7 мм, 2016 г. – 6,9 мм, 2017 г. – 15,4 мм.

Таким образом, нами сделано заключение, что на размер кавитации влияет температура воздуха окружающей среды: чем выше температура воздуха в фазу налива и созревания семян, тем больше размер кавитации. В нашем случае разница между максимальной среднесуточной температурой в 2,6-2,8 °C дала увеличение размера кавитации в среднем по группе образцов на 7-8 мк.

Для установления зависимости размера кавитации от параметров семени использовали 54 образца фасоли урожая 1995-2017 гг. с разной формой семени (округлой, эллиптической, удлинённой, полусжатой, сжатой) и разного размера семени (масса 1000 семян, длина, ширина, толщина семени). Анализируя зависимость кавитации от крупности и параметров семени, было установлено, что размер кавитации наиболее существенно зависит от массы 1000 семян (коэффициент корреляции 0,66) и длины семени (0,63) (рис.4).



Рис. 4. Зависимость размера кавитации от параметров семени фасоли

Зависимость кавитации от длины семени объясняется тем фактом, что этот признак имеет большое влияние на крупность семени и соответственно на массу 1000 семян (коэффициент корреляции 0,53). Форма семян существенного влияния на размер кавитации не имеет (коэффициент корреляции 0,34), так же, как и другие параметры семени: ширина (0,43) и толщина (0,19).

Таким образом, на размер кавитации семян фасоли имеют влияние два фактора: внешний – влияние температуры воздуха в период налива и созревания семян и внутренний – крупность семени. Если формирование семени происходит при высоких температурах окружающей среды, то между семядолями образуется кавитационная камера больших размеров. Если же в период налива и созревания семян – умеренный температурный режим, то кавитация будет меньших размеров. Однако на наличие кавитации решающее влияние оказывает крупность семян, независимо от условий окружающей среды.

При исследовании влияния параметров семени на его травмированность при обмолоте механическими молотилками, нами анализировались следующие признаки: форма, крупность (масса 1000 семян, длина, ширина, толщина семени), толщина семенной оболочки и кавитация. Корреляционный анализ показал, что наиболее существенное влияние на травмированность семян имеет кавитация (размер – коэффициент корреляции 0,80; степень – 0,86) и крупность (длина семени – 0,69; масса 1000 семян – 0,61). Форма семени (коэффициент корреляции 0,29) и толщина семенной оболочки (0,22) влияние на травмирование семян практически не имеет (рис. 5).

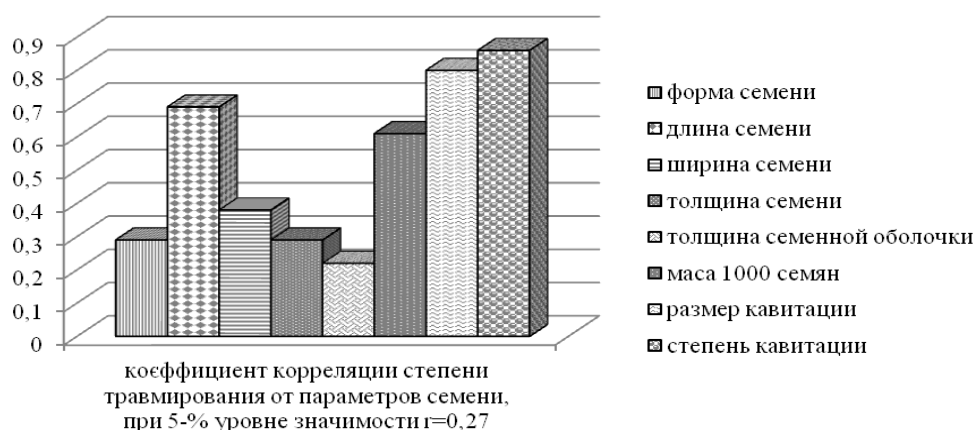


Рис. 5. Зависимость травмирования семян молотилкой МЗБ I от параметров семени фасоли

Показательно, что наиболее существенна корреляционная зависимость травмирования семян от степени кавитации (0,86), которая определяется отношением размера кавитации к толщине семени. Было замечено, что семена с близкой по своему значению массой 1000 семян и разной формой имеют разный балл травмирования (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость травмирования семян фасоли при обмолоте на молотилке ЗБК 1 от кавитации и формы семени, 1995-2017 гг.

№ Национального каталога	Название образца, страна происхождения	Масса 1000 семян, г	Размер кавитации, мк	Степень кавитации	Форма семени	Травмирование семян, балл
UD0300091	Tetenyi Cukor Венгрия	318	44	$6,8 \times 10^{-2}$	округлая	3
UD0300238	Синельниківська 8 Украина	351	45	$7,4 \times 10^{-2}$	эллипти-ческая	5
UD0303971	Панна Украина	323	41	$8,4 \times 10^{-2}$	удлиненная	5
UD0301082	Limelight США	354	67	$14,0 \times 10^{-2}$	полусжатая	7
UD0300189	Fres hatif de waxsy Франция	393	62	$13,7 \times 10^{-2}$	сжатая	7
Коэффициент корреляции травмирования с признаками, при 5-% уровне значимости $r=0,27$		0,61	0,80	0,86	0,29	

Масса 1000 семян образцов, представленных в таблице 1, находится в пределах 318-393 г, размер кавитации отличается незначительно (44–67 мк). Однако травмирование семян полусжатой и сжатой формы сильнее (балл 7) по сравнению с образцами с эллиптической и удлиненной формы (балл 5), а так же округлой формы (балл 3). Приведенные образцы существенно отличаются по степени кавитации. Образец Tetenyi Cukor имеет среднюю степень кавитации ($6,8 \times 10^{-2}$), Синельниківська 8 и Панна – сильную степень кавитации ($7,4 \times 10^{-2}$ и $8,4 \times 10^{-2}$ соответственно), Fres hatif de waxsy и Limelight – очень сильную степень кавитации ($13,7 \times 10^{-2}$ и $14,0 \times 10^{-2}$ соответственно), что и отразилось на степени травмированности семян. Таким образом, можно сделать вывод, что степень кавитации наиболее показательный признак при прогнозировании травмирования семян механическими молотилками.

Анализируя склонность к образованию кавитации 54 коллекционных образцов фасоли урожая 1995–2017 гг., было выделено десять с отсутствующей (менее $1,0 \times 10^{-2}$) или слабой ($1,0 \times 10^{-2}$ – $3,9 \times 10^{-2}$) степенью кавитации (табл. 2).

Кавитация отсутствовала у мелкосемянного (масса 1000 семян 178 г) украинского образца Перлина: кавитация была замечена у 20% образцов и ее степень в среднем равнялась $0,03 \times 10^{-2}$. Образцы со средней степенью кавитации имели семена с массой 1000 семян до 400 г (170–397 г) с кавитацией у 53-100% семян в образце. Наиболее приспособленными к механизированной уборке урожая были образцы Ясочка, Надія и Перлина, у которых высота расположения нижнего яруса бобов на растении равнялись 10,4 см, 9,8 см и 8,4 см соответственно, тип растения – кустовой с нутирующей (вьющейся) верхушкой. Среди данного набора образцов самыми урожайными были: украинский местный сорт Одеситка (урожайность семян с 1 м^2 438 г, полувьющийся тип растения, масса 1000 семян 327 г) и болгарский сорт Прелом (урожайность семян с 1 м^2 325 г, кустовой тип растения, масса 1000 семян 221 г), которые за признаком «урожайность семян с 1 м^2 » превышали стандарт Отрада на 52% и 12% соответственно.

Таким образом, определив степень кавитации образца, возможно, прогнозировать степень травмирования семян при обмолоте механическими молотилками. Были предложены не прямой и прямой способы измерения размера кавитации [2]. Непрямые способы учета кавитации проводятся через травмирование семени или без механического его повреждения.

Для анализа размера кавитации семян без механического повреждения используют раствор соли (лучше поташ) с разной концентрацией. Для каждого образца приготавливают раствор соли такой концентрации, чтобы семена без кавитации всплывали. Полученный раствор разбавляют до меньшей концентрации соли на $0,010 \text{ г/см}^2$. Приготавливают

необходимое количество растворов (3-4 градации). В раствор с наибольшей концентрацией высыпают навеску семян и перемешивают для удаления воздушных пузырьков. Семена, которые всплыли на поверхность жидкости, переносят в раствор с меньшей концентрацией. Утонувшие семена – в сосуд с чистой водой для удаления соли с поверхности семени и дальнейшего его просушивания. Действие проводят в растворах с меньшей концентрацией до момента, когда все семена утонут.

Второй непрямой способ учета кавитации заключается в измерении толщины семени до и после его раздавливания усилием до 10 кг. Разница между этими показателями и есть размер кавитации. Измерение проводится с помощью штангенциркуля.

Прямой способ учета кавитации является наиболее точным и заключается в измерении ее размера с помощью микроскопа с окуляр-микрометром на разрезе семени. Разрез семени проводят поперек семядольного шва через зародыш. Мы предлагаем отбирать стандартную навеску из партии семян согласно ДСТУ 4138-2002 [9]. Из нее произвольно выделять 25 штук, которые и подвергать прямому методу определения размера кавитации семени при их влажности 12-15%.

Таблица 2

Образцы фасоли со слабой степенью кавитации (урожай 1995–2017 гг.)

№ Националь- ного каталога	Название образца, страна происхож- дения	Вегетацион- ный период, дни	Тип растения 2)	Высота расположения нижнего яруса бобов, см	Масса 1000 семян, г	Урожай- ность, г/м ²	Кавитация	
							склонность к образовани ю, % семян	степень 3)
UD0303351	Отрада ¹⁾ Украина	77	1	10,5	226	289	100	$4,9 \times 10^{-2}$
UD0303258	Перлина Украина	74	3	8,4	178	182	20	$0,03 \times 10^{-2}$
UD0300082	Balványosi feher Венгрия	84	3	6,1	322	198	80	$1,1 \times 10^{-2}$
UD0303269	Одеситка Украина	84	5	10,9	327	438	53	$1,4 \times 10^{-2}$
UD0300141	Бистренски Болгария	88	3	6,9	304	254	100	$1,7 \times 10^{-2}$
UD0301094	Надія Украина	76	3	9,8	229	204	100	$2,2 \times 10^{-2}$
UD0303568	Несподіванка Украина	80	3	6,0	170	263	80	$2,2 \times 10^{-2}$
UD0300045	Прелом Болгария	84	1	3,1	221	325	87	$2,8 \times 10^{-2}$
UD0303981	Ясочка Украина	79	3	10,4	189	152	80	$3,5 \times 10^{-2}$
UD0300071	Сахарная Болгария	85	3	4,5	312	286	100	$3,7 \times 10^{-2}$
UD0300104	- Венгрия	73	3	4,6	393	246	100	$3,9 \times 10^{-2}$
НСР ₀₀₅						52,6		
¹⁾ используется в качестве стандарта; ²⁾ 1- кустовой, 3 – кустовой с нутрирующей верхушкой, 5 – полувьющий; ³⁾ менее $1,0 \times 10^{-2}$ кавитация отсутствует; $1,0 \times 10^{-2} - 3,9 \times 10^{-2}$ слабая степень кавитации; $4,0 \times 10^{-2} - 6,9 \times 10^{-2}$ средняя степень кавитации								

Выводы

Проанализировав результаты исследований за период 1995-2017 гг., нами сделан вывод, что на кавитацию фасоли влияют внутренние и внешние факторы. Среди внешних факторов наиболее существенным является температура воздуха окружающей среды в период налива и созревания семян фасоли: чем выше температура воздуха (на 2,6-2,8 °С) – тем больше размер кавитационной камеры (на 6-7 мк). Среди параметров семени (внутренние факторы) наиболее существенным является влияние массы 1000 семян (коэффициент корреляции 0,66) и длины семени (0,63): чем крупнее размер семени образца – тем выше размер и степень кавитации.

На травмированность семян при обмолоте механическими молотилками имеет непосредственное влияние степень кавитации (коэффициент корреляции 0,86), которая определяется отношением размера кавитации к толщине семени. Этот показатель является

основным для прогнозирования травмирования семян образцов при механизированной уборке урожая фасоли: при слабой степени кавитации (до $3,9 \times 10^{-2}$) травмированность семян будет несущественной (до 10% травмированных семян).

Для проведения учета степени кавитации на семенах фасоли перед посевом предлагаем точный прямой метод определения размера кавитации для прогнозирования травмирования семян урожая при его механизированной уборке. Метод заключается в измерении размера кавитации с помощью микроскопа с окуляр-микрометром на разрезе 25 семян, взятых из стандартной навески партии семян.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Bezuglaya O.N., Izhik N.K. Hollow heart of kidney bean seeds: varieties and meteorological factors. 3rd European Conference on Grain legumes, 14-19 November 1998, Valladolid, Spain, – 1998. – 500 с.
2. Безугла О. М., Їжик М. К. Методи визначення кавітації насіння квасолі. Наукові розробки і реалізації потенціалу сільськогосподарських культур / Збірник наукових праць. К.: Аграрна наука, - 1999. – С. 34-35.
3. Їжик М.К. Сільськогосподарське насінництво. Харків, – 2000; Ч. I. – 203 с.
4. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. НААН. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2016. – 84 с.
5. Методические указания ВИР по изучению зернобобовых культур. Л., – 1975. – 40 с.
6. Широкий уніфікований класифікатор України роду *Phaseolus* L. Харків. –2004. – 50 с.
7. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L. Л.:ВИР, – 1984. – 42 с.
8. Кулешов Н.Н. Агрономическое семеноведение. – М.: Изд-во с.-х. литературы, – 1963. – 304 с.
9. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості.
10. Биология семян и семеноводство. Под ред. Г.Ф. Никитенко. – М.: Колос. – 1976. – 463 с.

CAVITATION AND ITS INFLUENCE ON BEAN SEED DAMAGE DURING THE THRESHING PROCESS

O.N. Bezuglaya, L.N. Kobzyeva

PLANT PRODUCTION INSTITUTE NAMED AFTER VY. YURIEV, UKRAINE

Abstract: *One of the legumes' peculiarities is cavitation - formation of an air (cavitation) cavity between the cotyledons. The effect of cavitation on bean seed damage was observed; it is the most conspicuous, upon threshing. Thus, we set an objective to determine the dependence of bean seed damage on cavitation and other seed parameters, as well as the dependence of the cavitation magnitude on the effects of intrinsic and extrinsic factors. The results of 1995-2017 studies showed that among the extrinsic factors the ambient air temperature was the most important one during the bean seed filling and maturing phases: the higher air temperature is, the larger cavitation chamber is. Among the seed parameters (intrinsic factors), 1000-seed weight (correlation coefficient 0,66) and the seed length (correlation coefficient 0,63) have the most significant effects: the larger seeds are, the higher magnitude and degree of cavitation are. The seed shape and the other seed parameters have no significant effects on the cavitation magnitude (correlation coefficients 0,34, 0,43 and 0,19 for shape, width and thickness, respectively. The cavitation degree, which is determined by the ratio of cavitation magnitude to seed thickness, is of great importance (correlation coefficient 0,86). This parameter is the main one for predicting the seed damage during mechanized harvesting of beans: with a low degree of cavitation ($\leq 39 \times 10^3$), the seed damage will be negligible (10% of damaged seeds). We distinguished ten accessions with weak cavitation. They are Ukrainian varieties Perlyna, Nadiia, Yasochka, Nespodivanka, Odesytka; Bulgarian varieties Prelom, Bistrenski, Sakharnaya; Hungarian variety Balvanyasi feher and Hungarian local form UD0300104. To calculate the cavitation degree on bean seeds, we proposed a direct method for determining the cavitation magnitude. This method consists in measuring the cavitation magnitude with a microscope equipped with an eyepiece micrometer on cross sections of 25 seeds taken from a standard amount weighted from a seed batch.*

Keywords: beans, cavitation, 1000-seed weight, seed parameters, damage.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В ОНТОГЕНЕЗЕ РАСТЕНИЙ (ОБЗОР)

Н.Е. НОВИКОВА, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»
E-mail: novik302@mail.ru

В обзоре на основании данных, имеющихся в научной литературе, и собственных исследований автора обсуждаются физиологические аспекты оптимизации питания зерновых бобовых культур в онтогенезе растений путем листовых подкормок удобрениями. Рассмотрены современные сведения о соотношении между автотрофным и симбиотрофным питанием в зависимости от содержания в почве доступного азота, энергетические затраты на усвоение молекулярного азота и нитратов. Проанализированы особенности донорно-акцепторных отношений между органами у современных сортов, влияющие на динамику усвоения питательных веществ в онтогенезе растений. Использование листовой подкормки в период формирования бобов, когда симбиотическое усвоение азота падает, дает возможность оптимально сочетать симбиотрофное и автотрофное питание азотом, способствует повышению урожайности бобовых культур, снижает риски значительных потерь урожайности в условиях, ингибирующих формирование симбиотического аппарата.

Ключевые слова: зерновые бобовые культуры, азотное питание, онтогенез, донорно-акцепторные отношения, некорневая подкормка удобрениями, оптимизация питания, урожайность.

Увеличение производства растительного белка является одной из наиболее сложных проблем растениеводства. Одна из причин – отрицательная корреляция между урожайностью и содержанием белков в зерне. Теоретическая и экспериментальная разработка данной проблемы проводится в двух основных направлениях: селекционно-генетическом и технологическом. При этом считают, что генотипические особенности сорта меньше влияют на варьирование содержания белков в зерне, чем климат и технологии выращивания [1].

Зернобобовые культуры занимают особое место в решении белковой проблемы. Но и у них в процессе селекции на урожайность прослеживается тенденция к уменьшению содержания белка в семенах. Например, горох за последние 50-70 лет селекции утратил в среднем 1,5% сырого протеина [2]. В такой ситуации большое значение приобретает разработка элементов технологий, направленных на получение зерна высокого качества у сортов нового поколения.

Оптимизация азотного питания бобовых культур является сложной задачей, поскольку применяемые приемы должны быть с одной стороны максимально эффективными для формирования урожая и накопления белка, а с другой стороны – не должны оказывать отрицательного влияния на способность растений фиксировать молекулярный азот симбиотическим путем.

Бобовые культуры обычно ассоциируются с возможностью получать высокобелковое зерно без использования, или при минимальном использовании, азотных удобрений. При благоприятных условиях до 70% азота, идущего на формирование урожая, зернобобовые культуры могут усваивать из воздуха. Однако мнения исследователей по вопросу использования азотных удобрений при выращивании бобовых культур неоднозначны.

На соотношение автотрофного и симбиотрофного путей питания азотом влияют генотипические особенности растений (виды и сорта), плодородие почвы, условия, оказывающие воздействие на формирование клубеньков и активность симбиоза. При этом отмечается, что внешние факторы могут определять до 80% варьирования симбиотических признаков, и это влияние может быть значительно большим, чем совместное действие макро- и микросимбионта [3].

Тихонович И.А. и Проворов Н.А. (2005) указывают, что у бобовых, прошедших длительный период окультуривания и селекции, таких как горох, люцерна, вика посевная, преобладает автотрофный тип питания азотом; у фасоли, сои эффективность автотрофного и симбиотрофного питания одинаковы. Преобладание симбиотрофного питания азотом характерно для мало окультуренных видов, а преобладание автотрофного – для видов высоко окультуренных. При этом сорта характеризуются широким варьированием реакции на инокуляцию. Одни из них формируют высокую продуктивность при инокуляции, а другие – при использовании азотных удобрений (Проворов, 1996; Rengel, 2002).

Одна из причин снижения симбиотической активности у современных сортов зернобобовых культур, по мнению исследователей, связана с тем, что селекция новых сортов проводилась часто при достаточном или избыточном обеспечении почвы азотом (Тихонович, Проворов, 2005). На этом фоне происходил отбор генотипов, активно усваивающих почвенный азот, то есть питающихся по энергетически менее затратному пути, а симбиотическая фиксация подавлялась.

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) относят к бобовым культурам с наиболее значительным снижением баланса между симбиотрофным и автотрофным питанием азотом (Проворов, 2013). Соответственно этому у современных сортов гороха, по сравнению со стародавними, отмечается более высокая активность нитратвосстанавливающей ферментативной системы [4].

Главной целью селекции является высокая продуктивность растений, но в процессе формирования урожая, как и в процессе становления симбиотической системы, роста и жизнедеятельности азотфиксирующих бактерий, используется один и тот же источник энергии – продукты фотосинтеза растения-хозяина. Затраты энергии для использования молекулярного азота значительно выше, чем для использования нитратной формы азота. Образование одной молекулы NH_4^+ при восстановлении N_2 требует затраты не менее шести молекул НАДН, а для восстановления NO_3^- требуется только четыре энергетических эквивалента – НАДФН. Значительная метаболическая энергия затрачивается также на образование и поддержание клубеньковой ткани. Поэтому для бобовых растений экономичнее ассимилировать нитрат, чем N_2 для удовлетворения потребностей в азоте [5]. Еще более выгодным с точки зрения затрат энергии является аммонийный азот почвы и удобрений, который, поступая в растения, сразу вовлекается в синтез аминокислот и амидов.

Соотношение между типами азотного питания у бобовых регулируется содержанием в почве доступного азота, избыток его может подавлять как нитрогеназную активность, так и непосредственно образование клубеньков (Проворов, 2013). По этой причине внесение азотных удобрений в почву признается во многих случаях экономически не выгодным, так как они отрицательно влияют на азотфиксирующую способность бобовых, затрагивая все этапы формирования и функционирования бобово-ризобиальных структур [6-9]. В результате зернобобовые культуры становятся такими же потребителями минерального азота, как и остальные не бобовые культуры, а затраты на их выращивание увеличиваются.

На почвах с низким содержанием азота запускается процесс активного формирования бобово-ризобиального симбиоза, и симбиотрофные растения получают преимущество перед другими растениями. В этой связи, совершенствование систем удобрений имеет большое значение в сохранении активности процессов синтеза биологического азота (Минеев, 1988).

Формирование активных клубеньков на корнях бобовых и начало симбиотического усвоения молекулярного азота происходят примерно через 3-4 недели после всходов. Поэтому в начале роста растений, до образования и начала активного функционирования

клубеньков, признаются эффективными небольшие (стартовые) дозы минерального азота (N_{30-45}). Отмечается, что они не вредят развитию симбиотических взаимоотношений между ризобиями и бобовыми растениями, а нередко стимулируют их [10].

На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-востока Беларуси внесение азота под сою в дозе 40 кг/га совместно с $P_{60}K_{90}$ способствовало увеличению фиксации атмосферного азота в сравнении с контрольным вариантом (P_{10} в рядки) у сорта Омская 3 на 29,6 кг/га (55%) и у сорта Магева – на 37,6 кг/га (139%). У люпина узколистного стартовая доза N_{30} не снижала азотфиксирующую способность (Персикова и др., 2003). Для гороха признается целесообразным использование стартовой дозы азота на бедных супесчаных дерново-подзолистых [11], и на серых лесных почвах [12]. Однако другие авторы не обнаруживали на супесчаных почвах Нечерноземной зоны положительного влияния азотных удобрений на урожайность гороха (Рахимова, Храмой, 2010). Не эффективен этот прием был и на черноземах, так как в пахотном слое достаточно азота для начального роста растений [9].

Известно, что в процессе развития бобового растения интенсивность симбиотической фиксации азота изменяется. В период вегетативного роста растений клубеньки активно используют продукты фотосинтеза, и к цветению достигают самых высоких показателей функциональной активности (Вавилов, Посыпанов, 1983; Cheema, 2000; Персикова и др., 2003; Литвинцев, 2007). При переходе к репродуктивному развитию главными аттрагирующими центрами растений становятся формирующиеся семена, к которым направляется основной ток фотосинтетических продуктов. В это время у однолетних бобовых наблюдается наиболее сильное ослабление транспорта углеводов из листьев в корни и клубеньки (Herridge, Pate, 1977; Pate, Herridge, 1978). В результате клубеньки стареют и резко снижают свою активность.

В.Л. Кретович отмечает, что интенсивность азотфиксации в большей степени контролируется интенсивностью фотосинтеза, а не активностью нитрогеназы. Поступление из листьев в клубеньки углеводов, как энергетических субстратов и сахаров, необходимых для связывания аммиака, рассматривается как один из главных факторов, ограничивающих процесс азотфиксации у бобовых [13]. Для симбиотической фиксации 1 г азота клубенькам требуется 15-20 г глюкозы. Поэтому из вегетативных органов для нужд азотфиксации в корни поступает значительная часть фотосинтетических продуктов. Она может достигать 25% всего ассимилированного растениями углерода (Pate, Herridge, 1978). Е.П. Старченков (1987) указывает на еще большие значения аттракции углеводов корневыми системами: 32% углеводов передается клубенькам, 42% – корням и только 26% используется надземной частью растений. Причем на образование в клубеньках азотистых соединений тратится меньше трети поступающего в них количества углеводов, а основная часть их используется на дыхание (Кретович, 1994).

Усвоение азота симбиотическим путем у бобовых растений в целом продолжается сравнительно недолго. У гороха этот процесс длится всего 20-30 дней, а в других случаях – менее трех недель и к фазе бутонизации прекращается [14].

Сорта гороха зернового использования имеют относительно короткий период вегетации (65-75 суток) и размеры накопления биомассы и азота у них ограничены. У современных сортов этой культуры, по сравнению с сортами ранней селекции, масса растений не увеличилась, а рост урожайности произошел в результате увеличения доли зерна в биомассе в 1,5-2 раза [2, 15]. Одновременно в таком же размере увеличилось использование семенами азота, аккумулированного в биомассе целого растения (Зеленов, Лаханов, Новикова, 1988).

Источниками накопления веществ в семенах являются фотосинтез, корневое питание в период налива семян, а также реутилизация веществ, аккумулированных в вегетативных органах в предшествующий период. По нашим данным, основная часть азота (70-80%) поступает в растения гороха до начала налива семян и только 20-30% – в последующий период [2]. Поэтому в репродуктивный период растения максимально используют для

формирования семян собственные внутренние резервы азота посредством мобилизации его из вегетативных органов. В зависимости от погодных условий реутилизация может обеспечить от 55 до 100% азота, необходимого развивающимся семенам. Наиболее значителен её вклад в формирование урожая в засушливые годы по причине угнетения корневой деятельности и раннего прекращения поступления азота в растения (Новикова и др., 1986).

Эти результаты показывают, что у высокоурожайных сортов в период репродуктивного развития и налива семян складываются напряженные донорно-акцепторные отношения между вегетативными и репродуктивными органами в отношении распределения ассимилятов. После цветения происходят переориентации транспорта веществ к бобам. Отток азота и других элементов питания из листьев вызывает их ускоренное старение. Вследствие снижения потока фотосинтетических продуктов в корневую систему ослабляется ее поглотительная и азотфиксирующая деятельность. В свою очередь, как отмечает T.G. Behairy (1988), недостаточное поступление азота из корневой системы в надземные органы негативно влияет на фотосинтез, ускоряет процессы старения листьев, сокращает время их активного функционирования. Причем такая последовательность перечисленных взаимообусловленных процессов подчиняется общим онтогенетическим закономерностям вне зависимости от обеспеченности растений питательными элементами.

Таким образом, изменение направленности транспорта фотосинтетических продуктов из листьев в семена и создание дефицита углеводов для поддержания жизнедеятельности клубеньков является причиной снижения симбиотической фиксации азота в процессе онтогенеза бобового растения. Оптимизация питания посредством некорневой подкормки в период налива семян может минимизировать истощение запасов азота в листьях, интенсивность фотосинтеза может быть сохранена на более высоком уровне, что, в свою очередь, приведет к увеличению урожайности семян. К тому же внесение удобрений через листья является более экономичным, а для растений – менее энергозатратным для усвоения питательных элементов, по сравнению с традиционными способами применения удобрений.

Для бобовых растений характерна донорно-акцепторная система, образованная несколькими относительно автономными подсистемами. Растения имеют метамерную структуру: каждому ярусу листьев соответствует плод или несколько плодов, к которым направляется основной поток ассимилятов. С использованием метода меченых изотопов установлено, что до 2/3 углерода, необходимого для созревания семян гороха, поступает к ним из листьев, прилистников и фотосинтезирующих частей плода того же узла при максимальном количественном вкладе листа (Pate, Flinn. 1977). Это предопределяет возможную высокую эффективность использования питательных веществ, поступающих с листовой подкормкой для формирования семян.

Некорневая подкормка может также снижать риск значительных потерь урожайности в годы с ранними весенне-летними засухами. Последствия действия засухи на бобовые культуры являются более сложными, чем на другие растения, так как затрагивают процессы формирования бобово-ризобийных структур. При недостатке влаги в почве клубеньки на корнях бобовых не образуются или разрушаются, угнетается поглотительная деятельность корневой системы, а возникающий дефицит азота в растениях, отрицательно влияет на рост, развитие растений и формирование продуктивности. В подобных ситуациях листовая подкормка может быть наиболее эффективным средством устранения нарушения питания растений. Например, согласно рекомендациям ВНИИ масличных культур, при выращивании сои в условиях, ингибирующих развитие клубеньков (засуха, переувлажнение, избыток минерального азота в почве, повышенная кислотность почвенного раствора) эффективна некорневая подкормка растений путем опрыскивания по 20-30 кг/га азота (Лукомец и др., 2008). Подкормка карбамидом также способна повышать устойчивость сельскохозяйственных растений к окислительным повреждениям при неблагоприятных погодных условиях (Шупинская, Самсонова, 2015).

Особого внимания заслуживает вопрос влияния поздней некорневой азотной подкормки на симбиотическую деятельность бобовых растений. Накоплено немало данных об угнетающем действии на этот процесс предпосевного внесения удобрений в почву, особенно в повышенных дозах, но влияние листовых подкормок на азотфиксацию изучено ещё недостаточно.

В.Т. Синеговской установлено, что некорневая подкормка сои в период образования бобов жидким комплексным удобрением, включающим азот в дозе 64 кг/га, в годы с достаточным количеством осадков активизировала симбиотическую фиксацию, увеличивала максимальное накопление азота растениями в среднем на 17% и урожайность семян – на 3,5 ц/га [16]. По данным А.В. Дозорова и О.В. Костина (2003), поздние некорневые подкормки сои жидким комплексным удобрением не оказывали влияния на продолжительность активного симбиоза. Проведенные в период налива семян, они улучшали фотосинтетическую деятельность, существенно повышали биологический урожай (на 0,12–0,25 т/га) и содержание белка в семенах (на 1,3%).

Применение карбамида для некорневой подкормки кормовых бобов в период цветения оказывало меньшее угнетающее действие на симбиотическую фиксацию азота, чем внесение ее в почву (Кокон, 2010). При этом считают, что некорневая подкормка, наряду с глубокой заделкой азотных удобрений, ниже зоны нодуляции, может служить альтернативным приемом использования азотных удобрений при выращивании зернобобовых культур (Персикова и др., 2003).

Таким образом, использование поздней некорневой подкормки дает возможность оптимально сочетать симбиотрофное и автотрофное питание бобовых растений.

Большинство микроэлементов, а также сера, железо обладают слабой подвижностью в растениях, 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 многие почвенно-климатические условия влияют на их подвижность и усвояемость. Недостаток микроэлементов негативно отражается на азотном, фосфорном, нуклеиновом обмене, нарушает синтез хлорофилла, угнетает репродуктивную функцию [17]. В результате снижается урожайность, ухудшается его качество.

Некорневая подкормка комплексными удобрениями может существенно восполнить недостаток микроэлементов. Так, у гороха обработка растений соединениями железа, цинка, марганца повышала урожайность и накопление белка, улучшила структуру урожайности (Ионова, 2007). Подкормка сои в начале цветения смесью хелатов Zn, Cu, Co, Mn с борной кислотой и молибденом существенно повышала урожайность и содержание белка в семенах. По влиянию на урожайность отдельно взятых микроэлементов самым эффективным был молибден (Тишков и др., 2007).

На дерново-подзолистой почве показана эффективность подкормки гороха бором, молибденом, кобальтом в фазе бутонизации. Содержание сырого протеина наиболее существенно возросло при применении кобальта и молибдена, а при совместном использовании микроэлементов отмечалось их синергетическое действие (Цыганов, Вильдфлуш, 2004). На выщелоченном черноземе эффективность микроудобрений при некорневой подкормке сои в период бутонизация – цветение располагалась в следующем порядке: молибден > кобальт > цинк. Увеличение урожайности под влиянием молибдена достигало 7,5 ц/га, а содержание белка в семенах – до 2,5% (Хадилов, 2012).

В последние годы к некорневому внесению удобрений как приему коррекции питания в ответственные периоды развития растений проявляется все больший интерес. Созданы и показали высокую эффективность на различных сельскохозяйственных культурах новые комплексные удобрения, которые содержат кроме азота, фосфора и калия микроэлементы в хелатной форме и предназначены для листовой подкормки растений. К ним относятся кристалон, террафлекс, фолика, агромастер, басфолиар, полифид, интермаг, ультрамаг и

другие. Многие комплексные удобрения можно применять совместно с пестицидами, что существенно снижает затраты на проведение технологических мероприятий и увеличивает доходность производства продукции растениеводства.

В ООО «Дубовицкое» Орловской области при урожайности гороха свыше 5 т/га технологией выращивания предусматривается внесение 100 кг аммиачной селитры под предпосевную культивацию и двукратная листовая подкормка комплексными удобрениями (интермаг профи, интермаг молибден, ультрамаг бор, биостим масляный) в фазах 6-7 листьев и бутонизации (<http://www.betaren.ru/pressa/117/>).

Положительная роль некорневых подкормок азотными и комплексными удобрениями при выращивании зернобобовых культур в разных почвенно-климатических условиях установлена целым рядом исследователей в нашей стране и за рубежом. Имеются данные об эффективности поздней некорневой подкормки при выращивании сои (Куркаев и др., 1971; Синеговская, 2001; Odeleye et al., 2007; Баранов и др., 2013), вигны (Tayo. 1986), нута (Palta et al., 2005; Bahr, 2007), кормовых бобов (Zeidan, 2003). Т.О. Tayo (1986) установил, что подкормка вигны карбамидом в репродуктивный период способна повысить урожайность на 30-70% относительно контрольных растений. Прием увеличивал продолжительность жизни листьев и аккумуляцию сухих веществ в листьях, стеблях и корнях. Сильнее отзывались на подкормку сорта с более высоким потенциалом продуктивности. По данным N.I. Gul et al. (2006), при выращивании гороха эффективно применение полной дозы азота (80 кг/га) в форме карбамида в два срока – 25% (20 кг/га) при посеве и 75% (60 кг/га) во время цветения.

В условиях правобережной лесостепи Украины на серой лесной почве, некорневая подкормка гороха комплексным удобрением «КОДА Фол 7-21-7» в фазах бутонизации, зеленых бобов и удобрением «КОДА Комплекс» в фазе налива семян приводила к существенному повышению урожайности, прибавка к контролю достигала 5,8 ц/га. Её влияние на урожайность было выше в сравнении с инокуляцией семян перед посевом: трехкратная подкормка обеспечивала формирование 55% урожая, а инокуляция семян – 20% [18].

Аналогичные данные получены при выращивании сои в западной лесостепи Украины: листовая подкормка ее комплексными микроудобрениями нутривант Плюс масляный, реаком-Р-соя и басфолиар 6-12-6 двукратно – в фазы цветения и формирования бобов существенно увеличивала урожайность культуры. При этом обращает на себя внимание, что максимальные прибавки у всех сортов (0,2-0,39 т/га) получены при использовании удобрения басфолиар 6-12-6, которое кроме микроэлементов содержит и азот (Трач, 2014).

На сое и на нуте показана более высокая результативность некорневой подкормки карбамидом или комплексом питательных веществ в начале налива бобов, по сравнению с подкормкой в начале цветения (Odeleye et al., 2007; Bahr, 2007).

Анализ научной литературы свидетельствует, что в аспекте возможности повышения урожайности путем применения некорневых подкормок при выращивании зерновых бобовых культур, наиболее изучена соя.

В технологиях выращивания гороха до настоящего времени поздние некорневые подкормки удобрениями не применялись. Очевидно, это связано с тем, что до 80-х годов XX века сорта гороха были листочковыми, относительно длинностебельными полегающими, с низкой технологичностью возделывания. В современной селекции гороха и в производстве приоритет получили безлисточковые (усатые) низко- и среднестебельные сорта гороха, устойчивые к полеганию, высокотехнологичные. Это открывает возможности применения поздних листовых подкормок на посевах гороха.

В наших опытах на серых лесных почвах центрального черноземья некорневая подкормка гороха сорта Фараон в фазе формирования бобов азотом в форме карбамида (45 кг/га) и комплексом питательных веществ в форме террафлекса (марки 17-17-17), 3 кг/га, повышала урожайность семян в среднем за 3 года на 3,8 и 3,7 ц/га. Подкормка улучшала процессы роста, фотосинтетические показатели, увеличивала биомассу растений и

уборочный индекс. При этом рост урожайности при подкормке карбамидом достигался без снижения содержания белка в семенах [19, 20].

Таким образом, подкормка зерновых бобовых культур, в том числе гороха, проведенная в период формирования бобов – начале налива семян, когда симбиотическая фиксация азота падает, является резервом повышения их урожайности. Использование листовой подкормки в этот период дает возможность оптимально сочетать симбиотическое и автотрофное питание бобовых растений азотом, а также уменьшать риск значительного снижения урожайности в случае неблагоприятных погодных условий, негативно влияющих на формирование симбиотического аппарата и его функциональную способность.

Литература

- 1.Созинов А.А. Проблемы улучшения качества зерна //В сб. «50 лет ВАСХНИЛ». – М., 1979. – С. 7-12.
- 2.Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование роли морфотипа растений в формировании урожайности сортов гороха: автореф. дис. докт. с.-х. н. – Орел, 2002. – 46 с.
- 3.Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции /ред. И.А. Тихонович, Н.А. Проворов.– СПб.: Наука, – 1998. – 194 с.
- 4.Амелин А.В., Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха: автореф. дис. докт. с.-х. н. – М., – 2001. – 46 с.
- 5.Хелдт Г.-В. Биохимия растений; пер с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, – 2011. – 471 с.
- 6.Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. – М.: Наука, – 1973. – С. 143-155.
- 7.Сидорова К.К., Шумный В.К., Назарюк В.М. и др. Симбиотическая азотфиксация: генетические, селекционные и эколого-агрохимические аспекты. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», ИЦИГ СО РАН. – 2006. – С. 109-117.
- 8.Глянько А.К., Митанова Н.Б. Физиологические механизмы отрицательного влияния высоких доз минеральных удобрений на бобово-ризобийный симбиоз // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія, – 2008. – вип.2 (14). – С. 26-41.
- 9.Литвинцев П.А. Азотфиксация и продуктивность сортов гороха и сои в зависимости от источника азотного питания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – №9. – С. 27-34.
- 10.Биологическая фиксация азота / Отв. ред. В.К. Шумный, К.К. Сидорова.– Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, – 1991. – 270 с.
- 11.Курилович В.В., Кухарчик В.М., Рыбак А.Р. Оптимизация режима азотного питания семеноводческих посевов гороха овощного// Образование, наука и производство. - 2014. - №2. – С. 60-63.
- 12.Зотиков В.И., Голопатов М.Т., Акулов А.С. и др. Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха: Методические рекомендации. – Орел: ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 2009. – 57с.
- 13.Кретович В. Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. – М.: Наука, – 1987. – 485 с.
- 14.Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г. Влияние препаратов клубеньковых бактерий и комплексного микробного удобрения (КМУ) на симбиотическую азотфиксацию и урожай гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2017. – № 1 (21). – С. 23-28.
- 15.Новикова Н.Е., Лаханов А.П., Амелин А.В. Физиологические изменения в растениях гороха в процессе длительной селекции на семенную продуктивность // Доклады ВАСХНИЛ. – 1989. – №9. – С. 16-19.
- 16.Синеговская В.Т. Оптимизация симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов сои в условиях Приамурья: Автореф. дис. докт. с.-х. н. – Благовещенск, 2001. – 43 с.
- 17.Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений.– СПб.: Изд-во СПб ун-та, – 2011. – 318 с.
- 18.Телекало Н.В. Влияние инокуляции и внекорневых подкормок на урожайность сортов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры.– 2014. – №1 (9). – С. 16-22.
- 19.Новикова Н.Е., Грошелев С.Н., Бобков С.В. Отзывчивость гороха на удобрения и регуляторы роста// Земледелие. – 2014. – №2. – С. 32-40.
- 20.Новикова Н.Е., Косиков А.О., Бобков С.В., Зеленев А.А. Влияние регуляторов роста и поздней некорневой подкормки удобрениями на урожайность и белковую продуктивность гороха (*Pisum sativum* L.) // Агрохимия. – 2017. – № 1. – С 32-40.

PHYSIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF FOLIAR FERTILIZATION FOR OPTIMIZING THE NUTRITION OF GRAIN LEGUMES IN PLANT ONTOGENY (REVIEW)

N.E. Novikova

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

Abstract: In the review, based on the data available in the scientific literature and the author's own research, the physiological aspects of optimizing the nutrition of grain legumes in

plant ontogeny by means of foliar application of fertilizers are discussed. Current data on the relationship between autotrophic and symbiotrophic nutrition, depending on the content of available nitrogen in the soil, the energy costs of assimilating molecular nitrogen and nitrates are considered. The features of donor-acceptor relations between organs in modern varieties that affect the dynamics of assimilation of nutrients in plant ontogeny are analyzed. The use of foliar top-dressing during the pods formation, when the symbiotic assimilation of nitrogen falls, makes it possible to optimally combine symbiotrophic and autotrophic nutrition with nitrogen, contributes to an increase in the yield of legumes, reduces the risks of significant yield losses under conditions that inhibit the formation of nodules.

Keywords: grain legumes, nitrogen nutrition, ontogeny, donor-acceptor relations, foliar top dressing with fertilizers, nutrition optimization, yield.

УДК 635.657:631.526

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ФУЗАРИОЗУ КОЛЛЕКЦИОННОГО И СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НУТА

В.И. СИЧКАРЬ, О.В. БАБАЯНЦ*, доктора биологических наук

С.М. ПАСИЧНИК, научный сотрудник

А.И. КРИВЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук

М.А. БУШУЛЯН*, старший научный сотрудник

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ
НААН, УКРАИНА

*СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ – НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
СЕМЕНОВЕДЕНИЯ И СОРТОИЗУЧЕНИЯ, ОДЕССА

E-mail: opitna@te.net.ua

В последние годы значение нута в аграрном секторе Украины резко возросло вследствие высоких цен на его товарные семена и благоприятное воздействие на плодородие почвы. Главными препятствиями для его выращивания в крупных объёмах является отсутствие мер борьбы с сорной растительностью и возбудителями болезней. В настоящей работе исследованы показатели всхожести семян и начальных этапов роста проростков, а также формирование семенной продуктивности рекомендованных для выращивания сортов и перспективных селекционных линий при использовании искусственно созданного фузариозного инфекционного фона. Лабораторные и полевые исследования выявили довольно сложные ростовые реакции на воздействие патогена. Заметное снижение всхожести семян и начальных этапов роста проростков и первичных корешков, а также семенной продуктивности, наблюдали только у перспективной селекционной линии Л 46/87. У некоторых генотипов имело место падение показателей всхожести и начального роста в начале проращивания, хотя в процессе дальнейшего онтогенеза растений они восстанавливались, и семенная продуктивность достигала уровня контрольного варианта.

Ключевые слова: нут, фузариозный фон, всхожесть семян, рост проростков, рост первичных корешков.

Зернобобовые культуры являются главным источником высококачественного белка, как для питания людей, так и кормления сельскохозяйственных животных и птицы. В зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей их размещение на земном шаре различно.

В последние десятилетия мы являемся свидетелями значительных изменений климатических условий на нашей планете. Из года в год имеет место повышение летних температур, длительные бездождевые периоды на протяжении вегетации, осадки в виде ливней и града. В связи с этим возникает необходимость подбора засухоустойчивых видов

растений, способных давать экономически обоснованные урожаи в таких условиях. В этом отношении большую ценность представляет нут *Cicer arietinum* L., семена которого характеризуются высоким содержанием качественного белка (до 28%), а растения способны переносить высокие температуры и длительные засушливые периоды.

Мировой опыт свидетельствует о том, что потребление нута в пищу профилактически действует на укрепление сердечнососудистой системы людей, снижает артериальное давление, устраняет аритмию сердца. Четко доказано положительное действие белка из семян нута на уменьшение таких заболеваний как инфаркт, анемия и особенно онкологических [1, 2].

Нут способен в симбиозе с клубеньковыми бактериями усваивать из воздуха 70-80 кг/га азота. Учитывая положительный комплекс биологических характеристик, нут получил большое распространение на нашей планете, особенно в засушливых зонах. В группе зернобобовых культур его посевы занимают третью строку, уступая только сое и фасоли. Особенно его площади посева расширились в 21 столетии, что по нашему мнению, связано с распространением данных о его ценных питательных свойствах. Наибольшие площади нут занимает в Индии (8,4 млн.га), Пакистане (1 млн.га), Иране (433 тыс.га), Австралии (677 тыс.га) .

Существенно возросли и средние урожаи культуры, особенно в 21 столетии. По этому показателю он превышает фасоль и вигну, которые характеризуются подобными питательными свойствами.

В Украине нут до недавнего времени в промышленных масштабах не культивировали, за исключением частных огородов и приусадебных участков. Но высокие цены на товарные семена, а также комплекс положительных агротехнических характеристик вызвали в последние годы настоящий «бум» в нашей стране. Многие хозяйственники начали его возделывать на сотнях гектаров. В большинстве случаев его урожай составляет 15-25 ц/га.

Селекцию нута в Селекционно-генетическом институте мы начали в конце прошлого века. Ее основу составили более 1000 коллекционных сортообразцов, полученных из Международного научно-исследовательского института растениеводства полусушливых тропиков (ICRISAT, Индия), происходящих из 26 стран. В засушливых условиях были изучены продолжительность вегетационного периода, элементы семенной продуктивности, масса 1000 семян, пригодность к механизированному возделыванию, содержание белка в семенах. В лабораторных и полевых условиях на искусственном инфекционном фоне оценили толерантность лучших по продуктивности форм к фузариозу.

Новый исходный материал создавали путем межсортовой гибридизации. При подборе пар для скрещивания руководствовались эколого-географическим принципом. Наши и зарубежные исследования свидетельствуют о том, что одним из узких мест при внедрении нута в производство оказалась слабая устойчивость к фузариозному заболеванию, вызываемому различными видами гриба рода *Fusarium*. В отдельные годы в наших условиях, особенно когда имела место дождливая погода в период цветения, что способствовало интенсивному распространению болезни, посевы нута погибали полностью. Поэтому создание устойчивых к фузариозу сортов является одним из главных направлений селекции культуры.

Важно отметить, что патоген находится в почве и может поддерживать свою активность на протяжении многих лет даже при отсутствии растения-хозяина.

В большинстве стран, где культивируют эту культуру, экономические потери составляют 10-100% [3, 4]. Проведенные в Индии исследования показали, что патоген характеризуется большой изменчивостью и насчитывает значительное количество рас [5, 6]. Сейчас их описано 8, в зависимости от симптомов, которые проявляются на растениях они разделены на две группы [7]. Расы 1А, 2, 3, 4, 5 и 6 вызывают увядание растений, а расы 0 и 1 В/С только пожелтение листьев. Наследование устойчивости нута к большинству рас является моногенным [7], хотя количество сортов – дифференциаторов в различных исследованиях существенно варьирует [8]. По нашему мнению это несоответствие

происходит от неодинаковых методов создания инфекционных фонов и субъективной бальной оценки.

В Индии в Международном научно-исследовательском институте растениеводства полузасушливых тропиков (ICRISAT, Patancheru) оценили реакцию к *F.oxysporum* 13500 сортообразцов нута, происходящих из 40 стран мира, среди которых 160 оказались устойчивыми [9]. К сожалению, среди них только 10 принадлежали к типу кабули. В последующих исследованиях авторы выделили 12 крупносеменных коллекционных форм (масса 100 семян больше 50 г), которые выявили высокий уровень устойчивости к фузариозу. Два генотипа из Мексики, ICC 14194 и ICC17109, оказались полностью устойчивыми. Обе эти формы сейчас интенсивно используют в гибридизации.

В Индийском штате Мадхья-Прадеш, главном производителе нута, который возделывают здесь на площади более 3 млн. га, длительный период высевали чувствительные к *Fusarium oxysporum* сорта. В последние годы в этом штате выращивают сорта IG 315 и IG74, которые служат генетическими донорами устойчивости [10].

Путем молекулярного маркирования выявили ряд локусов (QTL), которые обуславливают значительную часть устойчивости к патогену [11-15].

Методами повторов простых последовательностей (SSR) изучили устойчивость к фузариозу и аскохитозу в двух беккроссных скрещиваниях чувствительной рекуррентной родительской формы с донорами устойчивости [13]. В результате исследования выявили ряд молекулярных маркеров устойчивости к обоим заболеваниям. В частности, были охарактеризованы локусы *fos* 0, *fos* 1, *fos* 2, *fos* 3, *fos* 4, *fos* 5, обеспечивающие устойчивость к расам 0, 1, 2, 3, 4, 5 соответственно. Сходным образом идентифицировали значительное число QTL локусов, контролирующих устойчивость к аскохитозу. Авторы утверждают, что использование выявленных маркеров позволяет выбирать устойчивые к указанным заболеваниям растения на ранних этапах селекции и таким путем ускорено создавать рекомбинантные линии. Использование специфических праймеров и полимеразной цепной реакции в Испании позволило идентифицировать патогенные расы *Fusarium oxysporum* f.sp.ciceris. Для каждой из них обозначены полиморфные маркеры, которые были клонированы и у них определены нуклеотидные последовательности [16].

Таким образом, современные иммунологические исследования направлены в большей степени на изучение молекулярно-генетических механизмов устойчивости, хотя окончательная оценка интенсивности заболевания осуществляется визуальным методом в лабораторных или полевых условиях, как правило, на инфекционном фоне.

Материалы и методика проведения исследований

В лабораторных условиях проводили исследования на 5 сортах (Адмирал, Память, Триумф, Одиссей, Буджак) и 4 –х селекционных линиях: (Л 46/87 – [(F₁ Розанна x Sel. 544) x (F₁ Александрит x Розанна) x Р 9757 (Мексика)]; Л 31/59 – [(Розанна x Мексика) x Танзания) x Антей) x Триумф]; Л 52/98 – [(Розанна x F 404) x Антей x (Розанна x F 404) x Антей]; Л 49/96 – [(Розанна x Sel. 544) x Н 597903) x (F₆ (Super major x 3306 (Луганск x Александрит))] в течение 2015-2016 гг. Материал для экспериментов был подобран таким образом, что семена 2015 г. характеризовались плохими посевными качествами, тогда как посевной материал 2016 г. имел нормальные энергию прорастания и всхожесть. В опыт были включены сорта нута разных морфотипов селекции Селекционно-генетического института – Национального центра семеноведения и сортоизучения.

Инокулюм для создания инфекционного фона нарабатывали в отделе фитопатологии и энтомологии Селекционно-генетического института путем размножения распространенных видов *Fusarium* на питательной среде. Для наработки инокулюма служили два штамма тех видов *Fusarium*, которые являются возбудителями корневых гнилей у нута: *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris, *F. sporotrichiella* v. *sporotrichioides* 2016.

Инокулюм нарабатывали на жидкой глюкозо-солодовой среде [17, 18]. В колбы Эрленмейера ёмкостью 1 л наливали по 0,6 л среды, автоклавировали 45 мин при 1 атм. После остывания до комнатной температуры в каждую колбу в стерильных условиях

вносили 4-5 капель молочной кислоты, смыв конидий и мицелия гриба. Колбы закупоривали ватно-марлевыми пробками, закрывали стерильными пергаментными колпаками и резиновыми затяжками. Колбы помещали на качалку, устанавливая режим качания 65-70 кач/мин. Через 10-12 дней инокулюм был готов к использованию.

Оценку всхожести и интенсивности ростовых процессов на ранних этапах развития проростков проводили проращиванием 20 семян каждого образца в четырех повторениях, инокулируя их в рулонах, используя методику Н.Е. Новиковой (Патент РФ № 2031573, 1999 г.).

Семена каждого сорта промывали проточной водой 10 минут, затем дезинфицировали 0,01%-ным раствором перманганата калия в течение 20 минут. Перед замачиванием семян в инокулюм *Fusarium* spp. штаммы смешивали в равных частях и разводили дистиллированной водой в соотношении 1:2. После промывания их поместили на сутки в разведенный дистиллированной водой инокулюм. Инфицированные семена раскладывали на увлажненные ленты фильтровальной бумаги по 20 штук, отступив от края 5 см. Затем их покрывали второй лентой на уровне поверхности семян. Ленты сворачивали в рулон и помещали в растительях в термостат при 22°C. Во время инкубации в растительях по мере необходимости подливали смесь штаммов фузариев в равных количествах и разведенных дистиллированной водой в соотношении 1:5. Оставшийся инокулюм хранили в холодильнике при 4-5°C. Контролем являлись семена без инфекции, помещенные на смоченную водой фильтровальную бумагу. Подсчет проросших семян осуществляли на 3-и, 7-ые, 14-ые и 21-ые сутки. Их общий вид у линии Л 46/87 в эти периоды представлен на рис. 1-4.



Рис. 1. Состояние семян на 3-и сутки проращивания

В эти же сроки проводили измерение длины зародышевых корешков и эпикотиля.

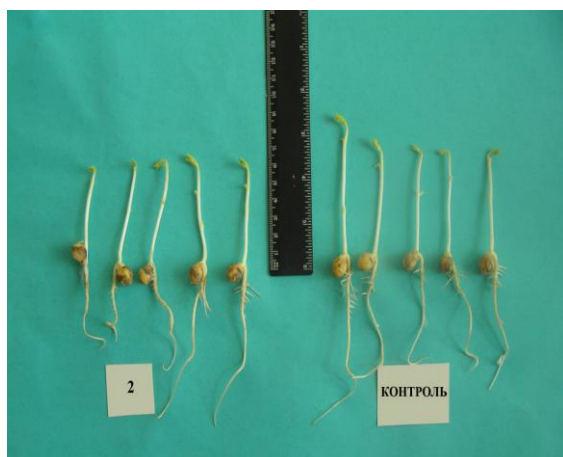


Рис. 2. Состояние проростков нута на 7-ые сутки проращивания



Рис. 3. Состояние проростков нута на 10-ые сутки проращивания

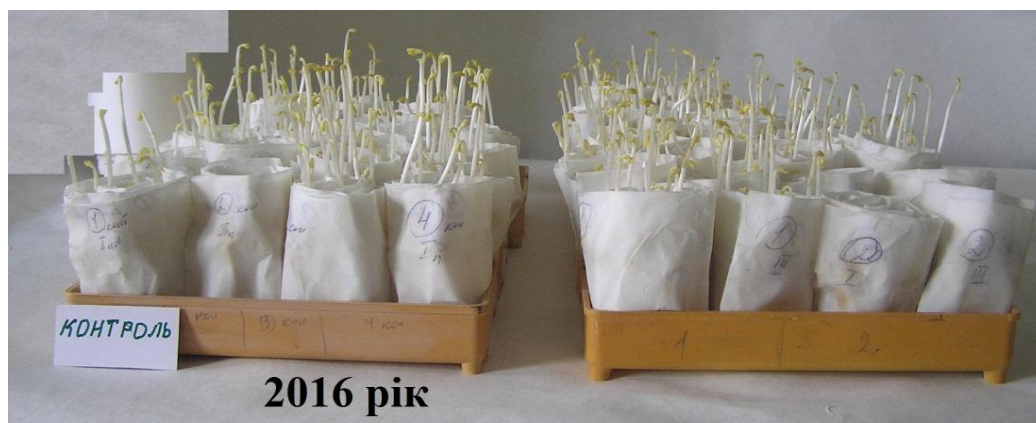


Рис. 4. Общий вид опыта по проращиванию семян нута

В полевых условиях исследовали те же сорта и линии, используя выше описанный инокулюм. Инфицированные семена каждого сорта высевали 23-го марта 2017 г. в четырех повторениях, каждое из которых включало один рядок длиной 1,8 м. Контрольный вариант закладывали в двух повторениях. В течение вегетационного периода отмечали основные фенологические фазы. В лабораторных условиях проводили сноповый анализ, где определяли влияние инфекционного фона на хозяйственно ценные признаки сортов и селекционных линий нута. Определяли высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба, количество боковых ветвей, бобов и семян на растении, массу бобов и семян на растении.

Результаты наследований

Проращивание семян сортов и селекционных линий на инфекционном фоне в лабораторных условиях выявило различный уровень устойчивости к фузариозу (табл. 1).

Следует отметить, что в контрольном варианте всхожесть некоторых изученных форм была невысокой, что свидетельствует о наличии существенных проблем в семеноводстве этой культуры. Проращивание семян на инфекционном фоне привело к снижению всхожести, особенно у сортов Буджак и Адмирал, а также селекционных линий Л 46/87 и Л 31/59. Исключение составил лишь сорт Одиссей, однако у него имело место низкое качество семян в контрольном варианте, что не позволяет судить о стимулирующем влиянии инфекционного фона на всхожесть семян нута.

Таблица 1

Всхожесть семян нута на инфекционном фоне, 2015 г.

Сорт, селекционная линия	Всхожесть на					
	7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	1	2	1	2	1	2
Адмирал	41,2± 4,3	65,0±0,4	36,2±3,6	60,0±0,6	31,2±5,4	57,5±3,5
Память	35,0± 7,1	45,0±4,1	35,0±7,1	40,0±3,8	23,7±4,9	32,5±3,5
Одиссей	27,5± 1,7	20,0±4,1	22,5±3,7	20,0±4,2	21,2±4,9	17,5±7,1
Буджак	20,0± 4,1	52,5±3,5	18,8±3,6	52,5± 3,5	15,0±2,4	47,5± 5,6
Л 46/87	30,0± 5,3	45,0± 4,1	22,5±5,0	42,5±5,6	17,5±5,5	37,5± 3,5
Л 31/59	50,0± 4,7	80,0± 7,1	38,8±5,0	72,5± 3,5	26,2±2,8	60,0± 8,3
Л 52/98	51,2± 6,4	65,0± 7,1	42,5±3,7	62,5± 3,5	31,2±3,6	57,5± 3,5
Л 49/96	52,5± 6,8	65,0± 6,8	50,0±4,5	65,0± 7,1	42,5±4,3	55,0± 7,1

Примечание: 1 – инфекционный фон; 2 – контроль

Как в опытном, так и в контрольном вариантах наблюдали падение всхожести в процессе проращивания после 7 суток. Это обусловлено тем, что часть появившихся зародышевых корешков в дальнейшем отпадает от семян, в результате чего существенно снижается этот показатель. Особенно такое явление наблюдали у сорта Адмирал и линий Л 46/87 и Л 31/59 на инфекционном фоне. Таким образом, как среди сортов, так и

перспективных линий не удалось выявить форм с высоким уровнем толерантности к возбудителю этого заболевания.

Кроме всхожести, в этом эксперименте изучали также первичные этапы роста проростков. Удлинение эпикотилиа и первичных корешков представлено в таблицах 2 и 3, из которых следует, что изученные генотипы слабо различались длиной эпикотилиа на 7-ые сутки проращивания. Размах изменчивости этого показателя в контрольном варианте составил 3,25-4,20 см, тогда как на 14^{ые} сутки он возрос до 10,10-15,95 см

Таблица 2

Длина эпикотилиа у сортов и селекционных линий нута в процессе проращивания семян, 2015 год

Сорт, селекционная линия	Средняя длина эпикотилиа, см					
	7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	1	2	1	2	1	2
Адмирал	3,03±0,43	4,20±0,28	7,68±1,32	9,65±0,64	12,48±2,82	15,95±2,15
Память	3,78±0,33	3,75±0,52	8,00±0,44	7,85±0,64	15,43±3,09	14,85±1,48
Одиссей	2,88±0,55	3,65±0,35	7,90±1,38	8,15±1,11	10,58±1,45	11,45±0,78
Буджак	2,53±0,46	3,25±0,21	5,38±0,74	7,65±1,06	12,08±1,62	11,45±1,20
Л 46/87	2,65±0,41	3,45±1,21	5,03±0,74	6,65±0,07	7,80±0,93	12,85±0,49
Л 31/59	3,03±0,11	4,05±0,21	6,75±0,19	8,90±0,84	10,83±1,51	14,40±1,82
Л 52/98	3,48±0,19	4,10±0,28	8,70±1,29	9,65±1,32	13,13±1,56	15,75±2,16
Л 46/96	3,70±0,56	3,85±0,40	8,23±0,70	6,75±1,48	11,80±0,67	10,10±0,28

Примечание: 1 – инфекционный фон; 2 – контроль

Наиболее интенсивно увеличивалась длина эпикотилиа у сортов Адмирал и Память, а также у линий Л 31/59 и Л 52/98.

Угнетение роста эпикотилиа на протяжении всего периода проращивания в вариантах на инфекционном фоне наблюдали у сортов Адмирал и Одиссей, а также селекционных линий Л 46/87, Л 31/59 и Л 52/98. У сорта Буджак на протяжении 10-ти суток в опытном варианте имело место торможение роста эпикотилиа, хотя к концу проращивания этот показатель имел примерно одинаковую длину в обоих вариантах.

Таблица 3

Длина первичного корешка у сортов и селекционных линий нута в процессе проращивания семян, 2015 г.

Сорт, селекционная линия	Средняя длина зародышевого корешка, см					
	7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	1	2	1	2	1	2
Адмирал	1,15±0,12	2,05±0,07	3,25±0,42	5,70±0,28	4,73±0,56	7,25±0,21
Память	2,00±0,27	1,95±0,22	3,75±0,54	3,30±0,41	6,40±0,57	5,75±0,48
Одиссей	1,25±0,24	1,10±0,14	2,75±0,49	2,35±0,21	3,75±0,46	5,30±0,62
Буджак	0,78±0,17	0,85±0,07	3,13±0,57	2,90±0,37	4,48±0,54	6,05±0,64
Л 46/87	1,25±0,10	2,30±0,28	2,35±0,48	4,30±0,28	5,28±0,36	6,00±0,42
Л 31/59	1,78±0,18	2,00±0,14	3,00±0,15	4,00±0,42	4,80±0,37	6,80±0,32
Л 52/98	2,35±0,29	2,60±0,28	3,85±0,18	4,40±0,14	6,08±0,57	7,35±0,63
Л 46/96	2,35±0,11	2,60±0,36	4,93±0,45	3,75±0,33	6,38±0,72	6,55±0,72

Примечание: 1 – инфекционный фон; 2 – контроль

По длине зародышевого корешка наблюдали большее варьирование по сравнению с эпикотилем. На 7-ые сутки в контрольном варианте его размах изменчивости составил 0,85-2,60 см. Максимальным его значением выделились сорта Адмирал и Память, а также все изученные в этом опыте селекционные линии. Следует отметить, что к концу эксперимента различия по длине первичного корешка у данных генотипов значительно нивелировались. На протяжении всего проращивания установлено торможение роста первичных корешков у сорта Адмирал и селекционных линий Л 46/87 и Л 31/59, а у сортов Одиссей и Буджак только в конце эксперимента.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что изученные генотипы различались интенсивностью начального роста эпикотили и первичного корешка на фузариозном инфекционном фоне. Наибольшее угнетение обоих этих показателей отмечено у сорта Адмирал и селекционных линий Л 46/87 и Л 31/59. Сорт Одиссей и линия Л 52/98 отставали по длине эпикотили на последних фазах проращивания.

Семена урожая 2016 года характеризовались хорошим качеством, за исключением сорта Память. Результаты прорастания и начального роста эпикотили и зародышевого корешка представлены на рис. 5-7. На протяжении всего проращивания у сорта Адмирал наблюдали стимулирующее действие фузариозного инокулюма на показатель всхожести. Если в контрольном варианте всхожесть составила на 7-ые, 10-ые и 14-ые сутки соответственно 80,0, 65,0 и 62,5%, то на фузариозном фоне она возросла до 86,2, 80,0 и 72,5%. Этот феномен, по-видимому, можно объяснить мутуалистическим влиянием определенных рас патогена на семена или продуктами их обмена в суспенсионной среде.

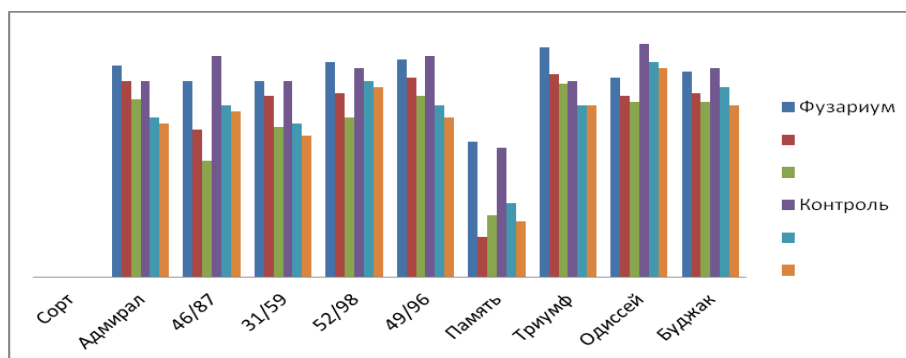


Рис. 5. Всхожесть семян сортов и селекционных линий нута на фузариозном инфекционном фоне, 2016 г.

Подобное воздействие отмечено и в других сельскохозяйственных культур [17]. Сильное угнетение всхожести под влиянием инфекционного фона наблюдали у сорта Одиссей и селекционной линии Л 46/87. У линии Л 52/98 имело место снижение всхожести в течение двух последних сроков учета.

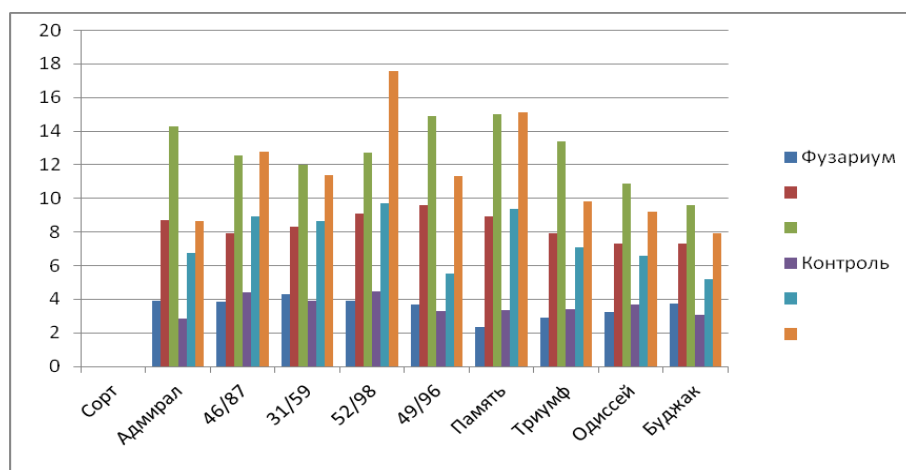


Рис. 6. Длина эпикотили сортов и селекционных линий нута на фузариозном инфекционном фоне, 2016 г.

У сорта Адмирал установили положительное действие фузариозного фона на длину эпикотили и первичного корешка, тогда как отрицательный эффект на эти показатели отмечен у сорта Память на 7-ые и 10-ые сутки, а также у линий Л 52/98 и Л 46/87 на протяжении всего эксперимента.

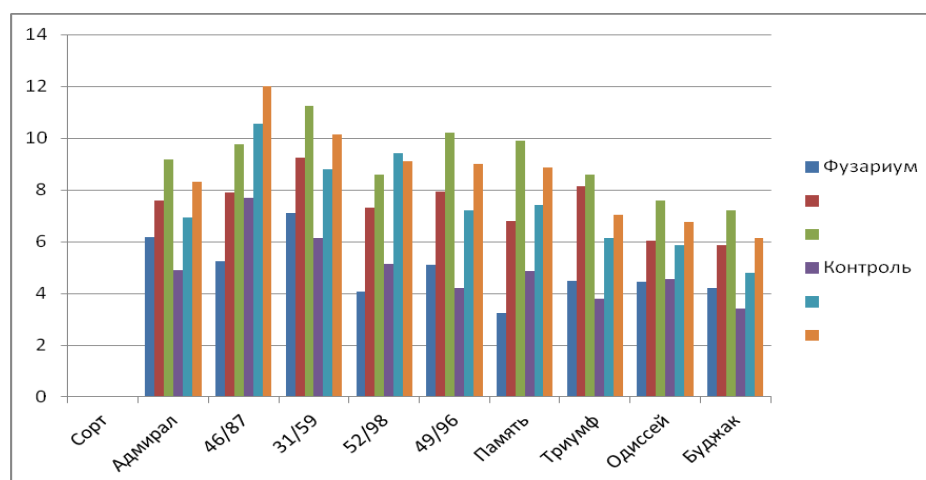


Рис. 7. Длина первичного корешка сортов и селекционных линий нута на фузариозном инфекционном фоне, 2016 г.

Условия 2017 года в зоне проведения опытов были крайне засушливыми, хотя растения нута сформировали нормальный урожай. По высоте растений, высоте прикрепления нижнего боба, ветвистости существенных различий между опытным и контрольным вариантами не выявили. Высота растений была на уровне 45-52 см в зависимости от генотипа, высота прикрепления нижнего боба составила 22-27 см, ветвистость варьировала в пределах 1,8-2,8. Наиболее важные показатели семенной продуктивности полевого опыта приведены в табл. 4.

У большинства исследованных сортов и селекционных линий не выявили достоверного влияния инфекционного фона на количество бобов и семян на растении, а также массу семян с растения. Наибольшее угнетение этих показателей в опытном варианте наблюдали у селекционной линии Л 46/87, хотя в контроле она была наиболее продуктивной. Некоторое снижение изученных показателей наблюдали у сортов Триумф и Буджак.

Таблица 4

Влияние инфекционного фона на хозяйственно ценные признаки сортов и селекционных линий нута, 2017 г.

Сорт, селекционная линия	инфекционный фон			контроль		
	1	2	3	1	2	3
Адмирал	32,3±5,4	35,2±5,7	11,8±2,1	34,7±5,2	34,8±5,2	12,4±1,0
Память	37,0±5,2	40,8±6,3	13,3±2,4	39,5±5,6	44,5±6,5	12,8±2,0
Триумф	34,7±6,5	35,2±3,1	13,5±2,9	43,9±8,5	44,1±6,0	16,5±4,1
Одиссей	42,5±4,3	43,3±7,9	13,2±3,1	32,8±4,4	33,0±5,7	12,6±2,9
Буджак	36,9±6,9	37,2±6,9	14,2±3,0	44,4±5,3	44,8±7,4	17,1±5,7
Л 46/87	32,3±4,6	35,8±4,3	12,8±3,0	46,8±7,6	50,1±6,7	19,3±4,3
Л 31/59	25,6±4,0	28,7±4,1	9,5±1,4	22,1±4,6	26,0±5,3	8,7±1,7
Л 52/98	24,9±5,2	24,9±5,8	9,4±2,3	36,0±6,6	36,1±4,8	9,8±1,7
Л 46/96	30,6±5,2	32,6±5,8	12,9±2,3	36,0±6,6	38,3±5,4	15,3±3,0

Примечание: 1 – количество бобов на растении

2 – количество семян на растении

3 – масса семян с растения, г

Интересные результаты обнаружены у сорта Одиссей, где имело место увеличение количества бобов и семян на растении на инфекционном фоне, но сформировавшиеся семена оказались мелкими, о чем свидетельствует масса семян с растения. У линии Л 52/98 отмечено уменьшение количества бобов и семян на растении в опытном варианте, но к концу вегетации семена стали крупнее и по массе с растения сравнялись с контролем. У линии Л

49/96 на инфекционном фоне установлено угнетение всех указанных в таблице 4 показателей.

Заключение

Исследование характера прорастания семян, начального роста проростков и первичных корней, а также формирование показателей семенной продуктивности у значительного набора генотипов нута на фузариозном инфекционном фоне выявило довольно сложную реакцию как различных сортообразцов, так и проявления изученных признаков. Заметное снижение всхожести, а также начальных этапов роста проростков и первичных корешков на протяжении 2015-2016 гг., падение семенной продуктивности растений под действием инфекционного фона наблюдали только у селекционной линии Л 46/87. Угнетение показателя всхожести и начальных этапов роста у некоторых генотипов в процессе дальнейшего онтогенеза растений нивелировалось и их семенная продуктивность восстанавливалась до уровня контрольного варианта.

В связи с тем, что отдельные генотипы различаются площадью листовой поверхности, уровнем чистой ассимиляции, относительной скоростью роста, восстановительные процессы у них проходят с неодинаковой скоростью и в связи с этим они обладают разной восстановительной способностью. Многие полученные на начальных фазах роста повреждения способны нивелироваться в процессе онтогенеза и, в конечном итоге не влияют на семенную продуктивность.

Литература

1. Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C.L.L., Chibbar R.N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *Br.J. Nutr.* – 2012. – N 108. – P. 11-26.
2. Gangola M.P., Baga M., Gaur P.M., Chibbar R.N. Chickpea – nutritional quality and role in alleviation of global malnourishment. *Legume perspectives.* – 2014. – N 3. – P. 33-35.
4. Halila I., Rubio J., Millan T., Gil J., Kharrat M., Marrakchi M. Resistance in chickpea (*Cicer arietinum*) to *Fusarium* wilt race O/Plant Breed. – 2010. – v.129, N 5. – P. 563-566.
5. Soregaon C.D., Ravikumar R.L., Segregation of *Fusarium* wilt resistance in recombinant inbred lines of two diverse crosses of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Karnataka J. Agric. Sci.* – 2012. – v.25, N 1. – P. 127-128.
6. Dubey S.C., Priyanka K., Singh V., Singh B. Race profiling and molecular diversity analysis of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* causing wilt in chickpea // *J. Phytopathol.* – 2012. – v.160, N 10. – P. 576-587.
7. Sharma M. Race scenario of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, wilt pathogen of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // 12th European *Fusarium* seminar, palais de la bourse, Bordeaux, France, 12-16 May 2013.
8. Chaudhary A.K., Kumar S., Patil B.S. et al. Narrowing yield gaps through genetic improvement for *Fusarium* wilt resistance in three pulse crops of the semi-arid tropics // *SABRAO J. Breed. Gen.* – 2013. – v. 45, N 3. – P. 341-371.
9. Sharma K.D., Chen W., Muchlbauer F.J. Genetics of chickpea resistance to five races of *Fusarium* wilt and a concise set of race differentials for *Fusarium oxysporum* f. sp. *Ciceris* // *Plant Dis.* – 2005. – v. 89, N 4. – P. 385-390.
10. Gaur P.M., Pande S., Upadhyaya H.D., Rao B.V. Extra-large Kabuli chickpea with high resistance to *Fusarium* wilt // *International chickpea and pigeonpea Newsletter*. India, ICRISAT, Patancheru. – 2006. – N 13. – P. 5-7.
11. Yadava H.S., Tikle A.N., Sudhanshu J. et al. Genetic enhancement for abiotic stress resistance in chickpea: Achievements and perspectives in Madhya Pradesh, India // 6th Internat. Food Legume Res. Conf. and 7th Internat. Conf. on legume Genetics and genomics. – Saskatoon, Saskatchewan, Canada, July 7-11, 2014. – P. 161-162.
12. Brinda S., Ravikumar R.L. Inheritance of wilt resistance in chickpea – a molecular marker analysis // *Curr. Sci.* – 2005. – v. 88, N 5. – P. 701-702.
13. Gowda S.J.M., Radhika P., Kadoo N.Y., Mhase L.B., Gupta V.S. Molecular mapping of wilt resistance genes in chickpea // *Mol. Breed.* – 2009. V. 24, N 2. – P. 177-183.
14. Sabbavarapu M.M., Sharma M., Chamarthi S. K. et al. Molecular mapping of QTLs for resistance to *Fusarium* wilt (race1) and *Ascochyta* blight in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Euphytica.* – 2013. – v. 193, N 1. – P. 121- 133.
15. Sharma M., Sabbavarapu M.M., Thudi M., Ghosh R., Pande S., Varshney R.K. Development of DArT markers and assessment of diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, wilt pathogen of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *BMC Genomics.* – 2014. – v. 15 (454). – P. 1-14.
16. Varshney R.K., Mohan S.M., Gaur P.M. et al. Marker – assisted backcrossing to introgression resistance to *Fusarium* wilt race 1 and *ascochyta* blight in C214, an elite cultivar of chickpea // *Plant Genome.* – 2014. – N 7, N 1 – P. 1-11.
17. Jimenez - Gasco M.M., Jimenez – Diaz R.M. Development of a specific polymerase chain reaction-based assay for the identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and its pathogenic races 0, 1A, 5, and 6 // *Phytopathology.* – 2003. – v. 93, N 2. – P. 200-209.
18. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней // Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения НААН, Одесса, 2014. – 401 с.

19. Гонтаренко О.В. Фузариоз колосу пшениці на півдні України та сортостійкість. Дис. канд. біол. наук., 06.01.11. – «Захист рослин від шкідників та хвороб» – Київ, 1993. – 219 с.

EVALUATION OF THE RESISTANCE TO FUSARIUM IN CHICKPEA COLLECTION AND BREEDING MATERIALS.

V.I. Sichkar, O.V. Babayantz*, S.M. Pasichnik, A.I. Kryvenko, M.A. Bushulyan*

ODESSA STATE AGRICULTURAL RESEARCH STATION

*THE INSTITUTE OF PLANT BREEDING AND GENETICS – NATIONAL CENTER OF SEED AND CULTIVAR INVESTIGATION, UKRAINE

E-mail: opitna@te.net.ua

Abstract: The value of the chickpea in the agrarian sector of Ukraine increases sharply in recent year, because of high prices on his seed and favorable affecting fertility of the soils. The main obstacles for his growing in large volumes are the weeds and causative agents of diseases. The indexes of seeds germination and initial stages of length of sprouts and forming of the seminal productivity of recommended for growing the varieties and perspective breeding lines at the use artificially created fusarium infectious background were investigated in the real work. Laboratory and field researches revealed complicated growth reactions on influence of pathogen. Noticeable decline of seed germination and initial stages of length of sprouts, and primary counterfoils, and the seminal productivity was looked only at the perspective breeding line of L 46/87. At some genotypes took place falling of indexes of germination and initial length at the beginning of sprouting, although in a process of further ontogenesis they were restored and their seminal productivity was the same as control.

Keywords: chickpeas, fusarium, seed germination, length of sprout, growth of primary counterfoils.

УДК 664.681.6

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МУКИ ИЗ ЗЕРНА НУТА В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

И.Л. КАЗАНЦЕВА, доктор технических наук

Т.Б. КУЛЕВАТОВА,* кандидат биологических наук

Л.Н. ЗЛОБИНА*, кандидат сельскохозяйственных наук

ФБУ «САРАТОВСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

*ФГБНУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЮГО-ВОСТОКА»

Получены реологические кривые теста из пшеничной муки и композитной смеси (пшеница, нут), а также водно-мучных суспензий на приборах Миксолаб и вискограф. Выявлено влияние дозировки цельносмолотого нута сорта Краснокутский 28 (0, 5, 10, 15, 20, 50%) на физико-химические показатели изучаемых систем. Установлено, что с увеличением количества нутовой муки с 5 до 50% уменьшается время образования теста и увеличивается скорость его разжижения. Водопоглотительная способность композитной смеси с изменением массовой доли нутовой муки от 5 до 20% увеличивается с 54,5 до 58,8%, что связано с гидрофильностью высокомолекулярных соединений (белков, клетчатки) и способствует увеличению срока хранения готовых изделий. Скорость разжижения теста увеличивается с ростом количества нутовой муки в смеси, что связано со снижением количества клейковинных белков. Значение крутящего момента силы C_5 , характеризующего

максимальную консистенцию теста во время фазы «ретроградация крахмала» при снижении температуры от 90°C до 50°C, для образцов смеси ниже, по сравнению со значением данного показателя для пшеничной муки, что дает основание полагать, что готовые изделия, полученные из композитной муки, будут характеризоваться большей устойчивостью к процессу черствения и, соответственно, увеличением срока хранения. Анализ индексов миксолобограмм позволил рекомендовать рациональные соотношения компонентов (муки из зерна нута и пшеницы) в смеси: 10:90; 15:85; 20:80, обеспечивающие реологические свойства теста, пригодные для изготовления печенья.

Изучено влияние массовой доли нутовой муки в композитной смеси на состояние углеводно-амилазного комплекса, исследованы реологические свойства водно-мучной суспензии в процессе гелеобразования. Установлено, что для композитной муки увеличиваются период времени до начала гелеобразования, начальная температура гелеобразования и минимальная вязкость водно-мучной суспензии.

Изучение биохимических процессов, протекающих в системах на основе муки из зерна нута и пшеницы, позволяет сознательно регулировать технологические процессы изготовления готовых изделий, в том числе кондитерских.

Ключевые слова: пшеничная мука, нутовая мука, миксолобограмма, тесто, реологические свойства, водопоглотительная способность.

В свете теории здорового питания человека и в связи с увеличивающимся интересом к использованию новых видов растительного сырья является перспективным использование продуктов переработки нута в различных пищевых системах. Нут включен в число стратегически важных и ценных зернобобовых культур, роль которых велика в устойчивом производстве продовольствия, здоровом питании и обеспечении продовольственной безопасности страны [1].

Известно, что кондитерские изделия пользуются повышенным спросом и среди взрослого населения, и у детей благодаря вкусовым свойствам, ценовой доступности, удобству потребления, а также традициям в питании россиян. Средний уровень потребления кондитерских изделий в Российской Федерации составляет около 21-23 кг в год на одного человека, и примерно половина от этого количества приходится на мучные кондитерские изделия [2]. Недостатком данного продовольствия является высокая энергетическая ценность и несбалансированность по составу микронутриентов. Возможность применения добавок продуктов переработки зерна нута в рецептурах продуктов массового потребления с целью повышения их биологической и физиологической ценности активно изучается зарубежными и отечественными учеными. Ряд исследователей предлагает использовать цельносмолотый нут в рецептурах кексов, вафель, сахарного и затяжного печенья, коржиков с целью улучшения их пищевой и биологической ценности [3-7].

В задачу данного исследования входило изучение влияния добавки цельносмолотого нута на реологические характеристики теста из композитной муки (смеси пшеничной и нутовой в различных соотношениях), так как они предопределяют качество готовых мучных кондитерских изделий.

Материалы и методика исследований

Объектами исследования являлись мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ Р 52189-2003) и цельносмолотый нут сорта Краснокутский 28. Размол нута производили на мельнице Laboratory Mill 3303. Определение химического состава используемой в опытах нутовой муки проводили с применением общепринятых физико-химических методов исследований. Содержание общего белка определяли методом Кьельдаля по ГОСТ 10846-91, жира – в аппарате Сокслета по ГОСТ 29033-91, золы – гравиметрически после полного разложения органических веществ путем сжигания навески вещества в муфельной печи СНОЛ при контролируемом температурном режиме по ГОСТ 27494-2016, влаги – воздушно-тепловым методом по 9404-88, крахмала – поляриметрическим методом по ГОСТ 10845-98, клетчатки – по ГОСТ 31675-2012. Фракционный состав белков зерна нута определяли методом Осборна: фракционирование белков проводили путем последовательного извлечения белков

водой, 1М КСl, 70% этанолом и затем боратным буфером (рН 10,0). Содержание азота в отдельных фракциях определяли с использованием метода Къельдаля.

Реологические свойства теста определяли на приборе Миксолаб (Mixolab, фирма «Chopin», Франция) по методике ГОСТ ISO 17718-2015. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. Протокол «Chopin+» имитирует определенный технологический процесс, фиксируя изменения в белково-протеиназном и углеводно-амилазном комплексах [8, 9]. Анализировали следующие индексы реологического состояния теста: время образования теста (мин), стабильность теста (мин), водопоглотительную способность (%), точки экстремума реограммы – С2 и С5 (Н×м). При определении реологических свойств теста с применением Миксолаба массовую долю нутовой муки в составе композитной смеси варьировали от 5 до 50%.

Для оценки особенностей углеводно-амилазного комплекса изучаемых систем применяли ротационный вискограф (Viskograph, фирма «Brabender», Германия). В измерительный сосуд прибора, который при непрерывном вращении нагревали с постоянной скоростью – 1,5°С в минуту (начальная температура – 25°С), помещали водно-мучную суспензию из 80 г исследуемой муки и 410 мл воды. При достижении максимума вязкости суспензии нагревание прекращали.

Результаты исследований

В опытах использована мука из зерна нута со следующим химическим составом: массовая доля в пересчете на сухое вещество: белка – 25,4±0,2%; жира – 5,2±0,3%; золы – 3,52±0,03%; крахмала – 36,7±0,9%; клетчатки – 4,1±1,0%.

Полученные миксолабограммы представлены на рис. 1.

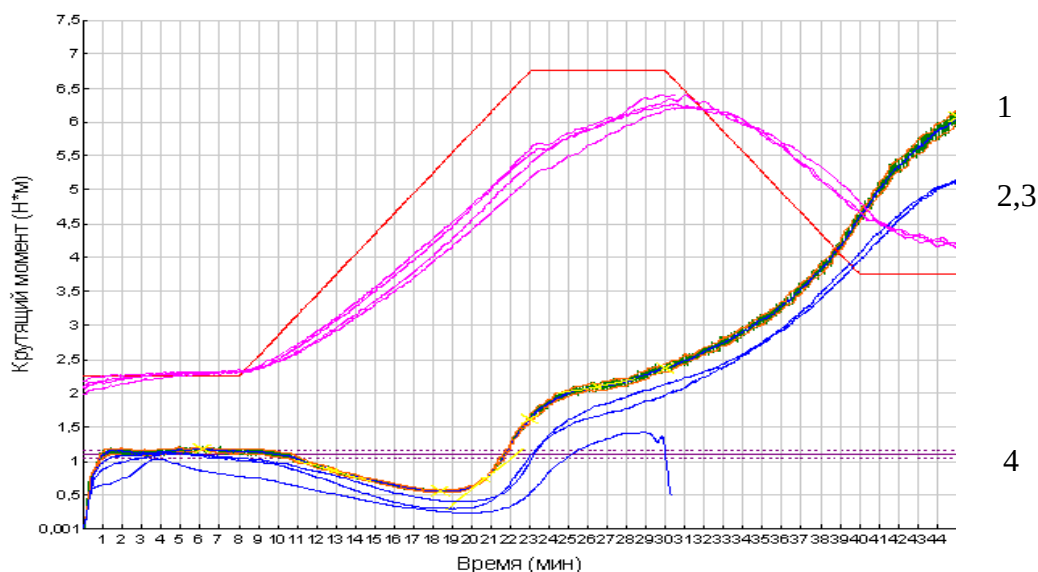


Рис. 1. Миксолабограммы сравнения реологических кривых смесей муки из зерна пшеницы и нута с различным соотношением компонентов: 1 – 100% пшеничная мука, 2 -10% нутовой муки, 3 – 20% нутовой муки, 4- 50% нутовой муки

Установлено, что с увеличением массовой доли нута в композитной смеси время образования теста сокращается, а его стабильность снижается. Отмечено, что при замене 5% пшеничной муки время образования теста резко сокращается: с 6,2 мин до 4,1 мин; при дальнейшем же увеличении дозировки (15%) данный показатель возрастает до 5,3 мин и далее, начиная со значения 20% нута в композитной смеси, снижается, соответственно до 4,3 и 3,8 мин (табл. 1).

Таблица 1

Параметры миксолабограммы теста из пшеничной муки и композитной смеси

п/п	Содержание нутовой муки в смеси, %	Время образования теста, мин	Стабильность теста, мин	Водопоглотительная способность, %	α , град	β , град	Крутящий момент, Н×м	
							C_2	C_5
1.	0 (100% пшеничная мука высшего сорта)	6,2	10,3	54,5	11	61	0,56	6,07
2.	5	4,1	9,9	54,5	13	61	0,47	5,89
3.	10	5,1	9,5	56,9	13	61	0,40	5,13
4.	15	5,3	8,6	58,3	19	58	0,34	5,12
5.	20	4,3	8,1	58,8	20	58	0,29	5,16
6.	50	3,8	2,7	56,1	30	71	0,23	-

Выявленный факт зависимости времени образования теста от дозировки нутовой муки, очевидно, может быть связан с изменением аминокислотного состава композитной муки по сравнению с пшеничной. Известно, что в процессе замеса происходит гидратация и набухание белкового комплекса, усиливаются сначала водородные, а затем дисульфидные связи. Для нутовой муки содержание таких аминокислот как метионин и цистеин в 1,3 раза выше, чем для пшеничной муки высшего сорта (Скурихин И.М., 1987). С увеличением количества нутовой муки до 10-15% в смеси общее содержание белка увеличивается и растет число дисульфидных водородных связей, поддерживающих белковый каркас. Дальнейшее уменьшение времени образования теста можно объяснить снижением количества глиадинов и глютелинов с увеличением массовой доли нутовой муки. Согласно литературным данным, глобулины составляют 79,8-88,4% от общего содержания белка в зерне бобовых культур, для нута – 79,8%; проламины отсутствуют. Наименьшее количество приходится на долю глютелинов (3,3-7,9%); в составе белковых веществ клейковины зерна пшеницы преобладают глиадины и глютелины (95,2%); содержание альбуминов и глобулинов составляет 4,79% (Казаков Е.Д., 1989). Полученные в работе экспериментальные данные о количественном содержании растворимых белков в зерне нута сорта Краснокутский 28: альбумины и глобулины – 96,7%, проламины – 1,3%, глютелины – 2,1% согласуются с литературными.

Водопоглотительная способность композитной смеси с изменением массовой доли нутовой муки (5-20%) растет, что связано с гидрофильностью высокомолекулярных соединений (белков, клетчатки) и способствует увеличению срока хранения готовых изделий.

Установлено, что момент силы C_2 , при котором достигается минимальная консистенция теста во время фазы «разжижение теста» (при повышении температуры от 30°C до 60°C), уменьшается с увеличением количества нутовой муки. При этом наиболее резкое изменение C_2 , практически в два раза: с 0,56 до 0,29 Н×м, происходит при дозировке нутовой муки 20%.

Скорость разжижения теста, которую характеризует угол наклона касательной к графику миксолабограммы, на участке от момента достижения температуры 30°C до точки C_2 (угол α), увеличивается с ростом количества нутовой муки в смеси, что также связано с ухудшением качества клейковины, снижением количества клейковинных белков.

Значение крутящего момента силы C_5 , характеризующего максимальную консистенцию теста во время фазы «ретроградация крахмала» при снижении температуры от 90°C до 50°C, для образцов смеси ниже, по сравнению со значением данного показателя для пшеничной муки. Следовательно, готовые изделия, полученные из композитной муки, будут характеризоваться большей устойчивостью к процессу черствения и, соответственно, увеличением срока хранения.

С целью выявления влияния массовой доли нутовой муки в композитной смеси на состояние углеводно-амилазного комплекса исследовали реологические свойства водно-мучной суспензии в процессе гелеобразования. На рис. 2 представлены вискограммы

пшеничной муки и композитной смеси, содержащей 50% нутовой муки, в сравнении, а в таблице 2 – показатели, полученные на основании вискограмм.

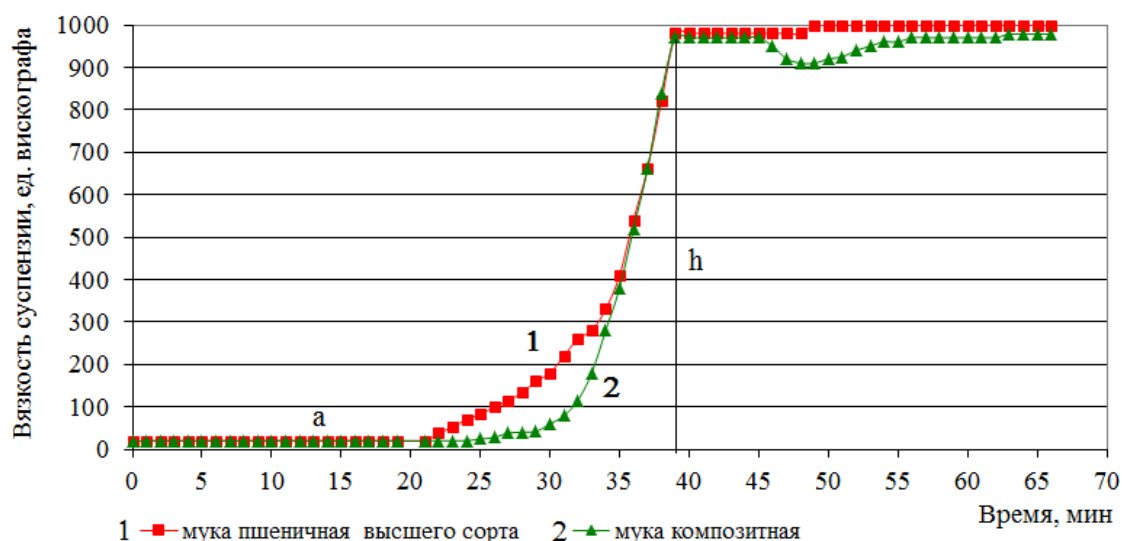


Рис. 2. Вискограммы изучаемых систем

Для композитной муки участок «а» вискограммы, характеризующий изменение вязкостисуспензии в период до начала процесса гелеобразования, несколько больше, чем для пшеничной. В данном случае замедление данного процесса, очевидно, можно объяснить увеличением содержания белков и углеводов в композитной муке за счет внесения нутовой.

Таблица 2

Индексы реологических свойств суспензий на основе пшеничной муки и композитной смеси

№ п/п	Показатель вискограммы	Изучаемая система	
		Мука пшеничная	Мука композитная (пшеничная в/с +цельносомолотая нутовая= 50:50)
1.	Период до начала гелеобразования, (отрезок «а»), мин	22	27
2.	Начальная температура гелеобразования, °С	58	66
3.	Минимальная вязкость суспензии, ед. в.	20	38
4.	Максимальная вязкость водно-мучной суспензии (h), ед. в.	980	970

Так, по мнению Н.А. Шмалько, И.А. Чаловой и Н.Л. Ромашко (2011), вещества, связывающие воду (сахара, белки), тормозят гелеобразование крахмала, уменьшая тем самым количество влаги для участия в данном процессе. Кроме того, для нутовой муки характерно несколько большее содержание жира по сравнению с пшеничной мукой, что также способствует повышению температуры гелеобразования. Данный факт авторы связывают с образованием соединений между компонентами жирных кислот, как с амилозой, так и с длинными внешними цепями амилопектина. Для пшеничной муки наблюдается большее значение скорости гелеобразования по сравнению с композитной мукой, очевидно, за счет более низкой температуры гелеобразования крахмала пшеничной муки (58°С) по сравнению с нутовой (72°С), то есть с температурой перехода упорядоченной структуры в неупорядоченное состояние.

Таким образом, исследования реологических свойств пшеничного теста и теста из композитной муки, способствующие выявлению биохимических особенностей изучаемых систем, позволяют направленно их регулировать и тем самым оптимизировать

технологический процесс изготовления кондитерских изделий. Композитные смеси из пшеничной и нутовой муки вполне могут быть рекомендованы в производство таких изделий как печенье, слоеное тесто и др.

Литература

1. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В. и др. Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – №1(17). – С. 6-13.
2. Резниченко И.Ю., Рензеева Т.В., Табаторович А.Н. и др. Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 149-162.
3. Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Журавлев А.А. и др. Реологические свойства вафельного теста на основе нутовой муки. // Кондитерское производство. – 2006. – № 4. – С. 14.
4. Магомедов Г.О., Садыгова М.К., Лукина С.И. Нут саратовской селекции в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Воронеж: ВГУИТ. – 2015.
5. Казанцева И.Л., Кулеватова Т.Б., Злобина Л.Н. и др. Разработка рецептуры крекера из композитной муки // Известия вузов. Пищевая технология. – 2017. – №2-3. – С. 56-60.
6. Кулеватова Т.Б., Андреева Л.В., Злобина Л.Н. Новые методические подходы к оценке качества зерна. // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов: Сб. материалов 13-й Всероссийской науч.-практ. конф. 6-10 июня 2016 г. – Анапа. – 2016. – С.86-96.
7. Кулеватова Т.Б., Андреева Л.В., Прянишников А.И., Злобина Л.Н., Автаев Р.А. К методике тестирования качества зерна озимой пшеницы. // Достижения науки и техники АПК. – 2016. Т. 30. – № 6. – С.25-28.
8. Дюба А., Рысев К. Современный метод контроля качества зерна и муки по реологическим свойствам теста, определяемым с помощью миксолаб профайлер. // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов: материалы I Научно-практической конференции и выставки с международным участием. Москва, - 2008. – С. 86-95.
9. ГОСТ ISO 17718-2015. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. – М.: Стандартинформ, – 2016. – 28 с.
10. Шмалько Н.А., Чалова И.А., Ромашко Н.Л. Реологические характеристики углеводно-амилазного комплекса хлебопекарных смесей с амарантовой мукой. // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 3.

ABOUT OF CHICKPEA FLOUR APPLICATION IN FLOUR CONFECTIONERY TECHNOLOGY

I.L. Kazantseva, T.B. Kulevatova*, L.N. Zlobina*

SARATOVSKAYA LABORATORY OF FORENSIC SCIENCE

*AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF SOUTH-EAST REGION

Abstract: The rheological curves of dough of wheat flour and of composite mixture from wheat and chickpea and water-flour suspensions have been received with Mixolab and viscograf appliances. The effect of whole-root chickpea Krasnokutsky 28 dosage (0, 5, 10, 15, 20, 50%) on the physic-chemical parameters of the studied systems have been defined. It has been established that the time of dough formation decreases and the rate of its dilution increases with increase of chickpea flour quantity in the composite mixture from 5 to 50%. The water-absorbing capacity of a composite mixture is increase from 54,5 to 58,8% with a change of chickpea flour quantity from 5 to 20%. This fact is bound with the hydrophilicity of high-molecular compounds (proteins, fiber) and promotes to increase of finished products shelf life. The rate of doudh dilution increases with the increase of chickpea flour amount in the mixture, which is associated with a decrease of gluten proteins amount. The torque of the force value C_5 , which characterized the maximum dough consistency during the «starch retrogradation» phase, when the temperature is lowered from 90 °C to 50 °C, is lower for the samples of the mixture, compared to the value of this parameter for wheat flour, which suggests that finished products derived from composite flour will be characterized by greater resistance to the process of hardening and longer shelf life. The rational ratios of components (chickpea and wheat flour) in the mixture such as 10:90; 15:85; 20:80, based on mixolabogram indexes analysis, have been recommended. It composition ratio provides dough rheological properties, suitable for making cookies. The effect of chickpea flour concentration in the composite mixture on the state of the carbohydrate-amylase complex has been studied, and the rheological properties of the water-flour suspension in the gelling process has been investigated. It has been established that the period of time before the beginning of gelling, the initial gelling

temperature and the minimum viscosity of the water-flour suspension was increased for composite flour. The study of biochemical processes taking place in systems based on products of chickpea and wheat grain processing allows to purposefully regulate the technological processes of finished products manufacturing, including confectioneries.

Keywords: wheat flour, chickpea flour, mixolabogram, dough, rheological properties, water absorption capacity.

УДК 633.12:631.527(494)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СОРТОВ ГРЕЧИХИ В ШВЕЙЦАРИИ

LUGINBÜHL C.¹, STRAHM S.¹, RAMSEIER H.²,
FÜGLISTALLER D.², HILTBRUNNER J.^{1,*}

¹AGROSCOPE, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАНЦИЯ ПО РАСТЕНИЕВОДСТВУ,
ЦЮРИХ, ШВЕЙЦАРИЯ

²ВЫСШАЯ ШКОЛА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ЛЕСНОЙ И ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ HAFL, ЦОЛЛИКОФЕН, ШВЕЙЦАРИЯ

* Ответственный автор: juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch

Выращивание гречихи (Fagopyrum esculentum Moench) имело давнюю традицию в Швейцарии, которая исчезла в XX веке. В течение нескольких последних лет интерес к гречихе вновь возрос, и среди прочего, необходимо было найти сорта, адаптированные к климатическим условиям страны. Поэтому в 2014 году швейцарская сельскохозяйственная научно-исследовательская станция Agroscope начала полевые испытания с различными сортами гречихи. Среди тестируемых сортов было пять с детерминантным типом роста российской селекции из ФГБНУ ВНИИЗБК. Испытания 14 сортов гречихи были проведены в двух точках (Цюрих и Цолликофен) в 2016 году. Урожайность зерна колебалась от 1,57 т/га (Drollet) до 3,38 т/га (Дружина). Влажность зерна при уборке урожая у российских сортов варьировала от 13,6% до 18% в Цюрихе и от 27% до 29,1% в Цолликофене. Возможность с помощью новых сортов гречихи начать успешное производство швейцарских продуктов из гречихи зависит от потребителя, а также от возможностей переработки зерна гречихи (то есть обрушивания) и разработки других продуктов из гречихи кроме муки.

Ключевые слова: гречиха, Fagopyrum esculentum Moench, сортовое тестирование, детерминантный рост, урожайность зерна, Швейцария.

Гречиха (Fagopyrum esculentum Moench), известная в Швейцарии как «еда для бедных людей», традиционно выращивалась в юго-восточной провинции Швейцарии (Граубюнден), а также в других регионах [1]. Выращивание было постепенно заброшено в середине 1950-х годов и никаких оригинальных сортов не сохранилось. Основными причинами стали неустойчивые урожаи и проблемы с определением правильного времени сбора урожая, так как растения гречихи не прекращают цветение (индетерминантный рост). Гречиха является нетребовательной культурой, быстро растет и имеет короткий вегетационный период [2]. Гречиха относится к псевдозерновым и поэтому представляет особый интерес для диверсификации севооборотов и пригодна для органического земледелия [3]. Растущий спрос на продукты местного производства и здоровые продукты, свободные от клейковины, побудил отдельных фермеров возобновить выращивание гречихи. В 2014 году фермерская кооперация «Биофарм» (Kleindietwil) начала коммерциализацию производства гречневой муки из Швейцарии. С 2012 по 2016 год около 160 т гречихи в год было импортировано в Швейцарию [4]. Таким образом, если не будет увеличено потребление гречихи, то при средней урожайности 1,6 т с гектара возделывание гречихи примерно на 100 га может остаться нишей для швейцарских фермеров. Хотя в настоящее время существует не так

много программ по выращиванию гречихи, несколько сортов можно было бы предложить для производства, в том числе с детерминантным типом роста Российской селекции. Первые результаты испытаний сортов, проведенных Agroscope в сотрудничестве с Высшей школой сельского хозяйства, лесной и пищевой науки (HAFL) в 2014 и 2015 годах, являются многообещающими. В статье представлены урожайность зерна и содержание воды в зернах во время сбора урожая с опытных участков в 2016 году.

Материалы и методы

В двух районах Швейцарии (Цюрих и Цолликофен) были проведены небольшие пробные испытания с 14 сортами гречихи в рендомизированном блочном размещении в четырехкратной повторности. По опыту предыдущих лет, сорта были разделены на три группы (ранняя, средняя, поздняя) для облегчения сбора урожая (табл. 1). По техническим причинам сорт Petit Gris Pop.1 пришлось поместить в среднюю группу спелости, хотя сорт характеризуется как поздний. Сорт La Harpe сеяли в каждой группе для использования в качестве стандарта по созреванию.

Посев проводили 10 мая в Цюрихе и 27 мая в Цолликофене обычной сеялкой для зерновых культур с семью рядами и расстоянием между рядами 18 см. Плотность посева 180 семян на м² и размеры участков 1,5 x 4,5 м и 1,5 x 6,5 м в Цолликофене и в Цюрихе, соответственно (табл.2).

После посева почву прикатали и обработали гербицидом [Нимбус CS (33.3 г/л Кломазон, 250 г/л Метазахлор)] (3л/га, перед всходами). В Цолликофене из-за сильного дождя (> 50 мм) в скором времени после посева всходы были неравномерными.

Таблица 1

Испытанные сорта гречихи (происхождение и год регистрации) с особыми характеристиками и группой урожая (2016)

Сорт	Происхождение (год регистрации)	Характеристики	Группа урожая
Диалог	Россия (2009)	детерминантный рост	ранний
Дикуль	Россия (1999)	детерминантный рост	ранний
Девятка	Россия (2004)	детерминантный рост, высокий потенциал урожайности зерна	ранний
Темп	Россия (2010)	детерминантный рост	ранний
Дружина	Россия (2014)	детерминантный рост, высокий потенциал урожайности зерна	ранний
La Harpe	Франция (INRA, 1962)	небольшие зерна, подходящие для муки	Эталон (ранний, средний, поздний)
Lileja	Словения	продается в Швейцарии для создания зеленого удобрения	средний
Petit Gris JPC Pop. 1	Франция (INRA)	хороший выход муки	средний
Bamby	Austria	сорт для консервирования, фиолетовый цветок	средний
Billy	Austria	сорт для консервирования, поздний цветение, крупные зерна	поздний
Darja	Slovenia (1988)	длительный период цветения	поздний
Drollet	Франция	мелкие зерна	поздний
Orphé	Франция	мелкие зерна	поздний
Kärntner Hadn	Австрия	сорт для консервирования, фиолетовый цветок	поздний

Благоприятные условия в августе (солнечные и теплые дни) привели к равномерному созреванию, что позволило участки обмолотить напрямую. После уборки ранней группы на участке в Цолликофене наблюдались проблемы с воробьями, которые кормились на оставшихся растениях.

Таблица 2

Техническая информация по сортовым испытаниям с гречихой в Цолликофене и Цюрихе, Швейцария (2016)

	Участок					
	Цолликофен			Цюрих		
Высота над уровнем моря, м	557			450		
Севооборот	временные пастбища			картофель		
Тип почвы	Песчаный суглинок			Глеевые почвы		
Размер участка, м ²	6,75			9,75		
Дата посева	27 мая			10 мая		
Удобрение	-			30 кг N/ha		
Группа по урожаю	ранний	средний	поздний	ранний	средний	поздний
Дата уборки урожая	8 сент.	11 окт.	11 окт.	25 авг.	21 сент.	30 сент.
Сумма температур, °C ^{1,2}	1897	2325	2325	1890	2393	2524
Осадки, мм ¹	388	419	419	525	570	570

¹ Во время вегетации, ² базовая температура 0°C

Результаты

Российские сорта достигли спелости в конце августа, через 104 (Цолликофен) и 107 дней (Цюрих). Средний урожай зерна в первой группе составил 26,7 ц/га и 24,7 ц/га в Цолликофене и Цюрихе, соответственно. Сорт Дружина показал наиболее высокую урожайность на обоих участках (33,8 ц/га в Цолликофене и 29,5 ц/га в Цюрихе), а сорт La Harpe – наименьшую (16,0 ц/га в Цолликофене и 16,9 ц/га в Цюрихе, рис. 1). Среди сортов Российской селекционной программы Темп оказался самым низкоурожайным сортом на обоих участках.

Влажность зерна варьировала от 27,1% (Дружина) до 43,5% (La Harpe) в Цолликофене и от 13,6% (Темп) до 34,4% (La Harpe) в Цюрихе (рис. 1). Все сорта Российской селекции имели более низкую влажность зерна по сравнению с сортом La Harpe на обоих участках.

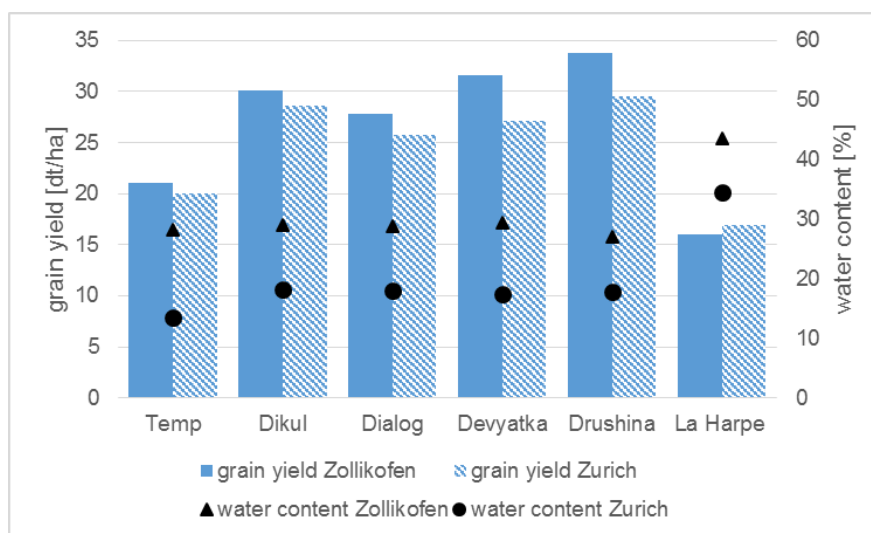


Рис. 1. Урожайность зерна (ц/га, с 87% содержания сухого вещества) и влажность зерна (%) шести сортов гречихи (ранняя группа урожая) выросших в Цолликофене и Цюрихе (Швейцария, 2016).

Наибольшую урожайность достигли сорта Lileja и La Harpe с 22 ц/га в Цюрихе во вторую дату уборки урожая (средняя группа). У сорта Vambu урожайность был меньше (15,8 ц/га, рис. 2). Содержание влаги в зерне в этот период сбора урожая варьировало между 26,7% (Lileja) и 32% (La Harpe). Из-за проблем с воробьями, в средней и поздней группе сбора урожая, достоверные результаты не были получены на участке Цолликофена.

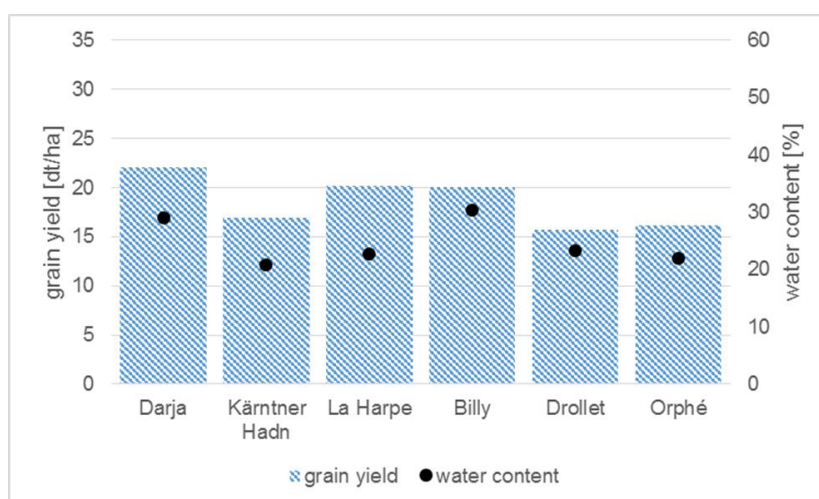


Рис. 2. Урожайность зерна (ц/га, с 87% содержания сухого вещества) и влажность зерна (%) сортов гречихи (средняя группа спелости), Цюрих, Швейцария, 2016

Наибольшая урожайность поздней группы уборки урожая была получена у сорта Darja – 22,1 ц/га, затем у сорта La Harpe с 20,2 ц/га и сорта Billy с 20,1 ц/га (рис. 3). Чем позже сорт La Harpe убирали в Цюрихе, тем ниже было содержание воды в собранном урожае зерна (от 34,3% до 22,8%, рисунки 1-3), в то время как урожайность зерна была самой высокой во второй срок уборки урожая (21,7 ц/га, рис. 2).

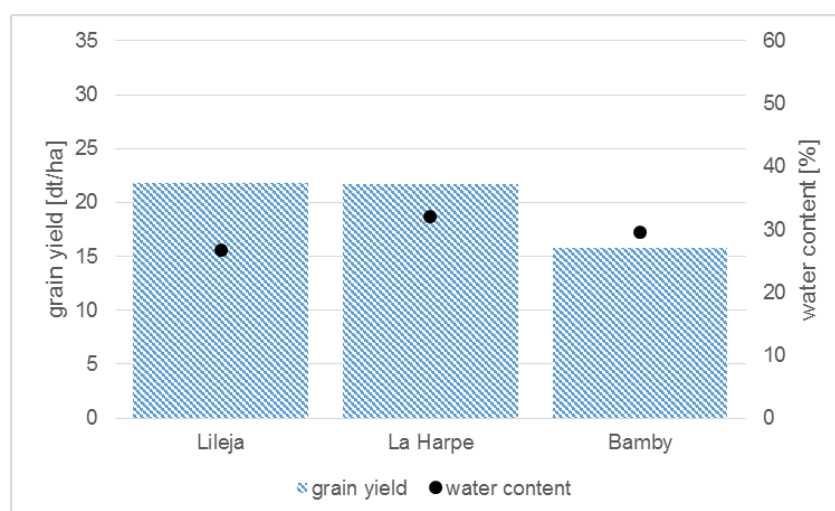


Рис. 3. Урожайность зерна (ц/га, с 87% содержания сухого вещества) и влажность зерна (%) шести сортов гречихи (поздняя группа спелости) выращенных в Цюрихе (Швейцария, 2016)

Из исследованных сортов Drollet и Orphé дали наименьший урожай – было собрано 15,7 ц/га и 16,2 ц/га, соответственно. Влажность зерна в поздней группе урожая была от 21% (Kärntner Hadn) до 30% (Billy).

Закключение и перспективы

Российские сорта доказали свои перспективные агрономические характеристики за предыдущие годы и их высокий урожайный потенциал в 2016 году. Благодаря идеальным погодным условиям в конце лета все сорта хорошо созревали и их можно было легко убирать комбайном без укладки в валки перед обмолотом (чего не было в предыдущие годы) в Цюрихе. Влажность зерна у российских сортов при уборке урожая (от 13,6 до 18%) показала, что эти сорта лучше подходят для производства зерна, чем другие испытанные сорта гречихи, что облегчает фиксацию даты сбора урожая и в то же время сокращает расходы на

сушку зерна после уборки. Высокое присутствие воробьев привело к не измеряемой потере урожая, особенно в Цолликофене. Это указывает на то, что небольшие площади не могут иметь решающего значения для обеспечения удовлетворительного производства гречихи. Репликация сортовых испытаний в 2017 году необходима для подтверждения уже собранной информации. Чтобы создать постоянную швейцарскую гречиху для потребления человеком, необходимо изучить другие аспекты обработки зерен гречихи (т. е. обрушивание). Тем не менее для других целей (например, для медоносных пчел, улучшения параметров качества почвы, зеленого удобрения) также могут быть интересны и низкопродуктивные сорта, и их следует исследовать в специально разработанных испытаниях.

Благодарность

Благодарим за финансовую поддержку фонд Сюр-Ла-Круа и Био Свисс.Мы также благодарим всех селекционеров за предоставление семян различных сортов.

Литература

1. Lustenberger R., Escher F., Solms J. and Hauser A., 1977. Über den Anbau und die Verarbeitung von Buchweizen (*Fagopyrum sagittatum*, Gilib)'. Separatdruck aus «Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte», Druck und Verlag: Benteli AG, 3018 Bern. 55, – P. 275-294.
2. Kreft, I. and Luthar Z., 1990. Buckwheat - a low input plant. In: N.El Bassam et al. Genetic aspects of plant mineral nutrition, Kluwer Academic Publishers, – P. 497-499.
3. Goeritz M., Kawiani R., Loges R., Schwarz K., Kämper M., Ehmsen T. und Taube F., 2009. Ertragsleistungen und Rutingehalte verschiedener Buchweizensorten unter ökologischen Anbaubedingungen. In: Mayer, J. et al. (Eds.) Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel, Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, February 11-13, 2009, ETH Zürich, (German), – P. 215-218.
4. Federal Customs Administration, 2017. Swiss Impex. <https://www.swiss-impex.admin.ch/pages/bereiche/waren/query.xhtml>. Checked March 10 2017.

RESULTS OF VARIETY TRIALS WITH BUCKWHEAT IN SWITZERLAND

LUGINBÜHL C.¹, STRAHM S.¹, RAMSEIER H.², FÜGLISTALLER D.², HILTBRUNNER J.^{1,*}

¹AGROSCOPE, RESEARCH STATION, PLANT AND PLANT PRODUCTS, VARIETIES AND PRODUCTION TECHNIQUES, ZURICH, SWITZERLAND

²SCHOOL OF AGRICULTURAL, FOREST AND FOOD SCIENCE HAFL, ZOLLIKOFEN, SWITZERLAND

* Corresponding author: juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch

Abstract: Growing buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) had a long tradition in Switzerland which disappeared in the 20th century. Since a few years interest in buckwheat increased again and among others also varieties adapted to the climatic conditions had to be found. Therefore Agroscope, the Swiss Agricultural Research station, initiated field trials with different buckwheat varieties in 2014. Among the tested varieties there were also five with a determinate growth from a Russian breeding program. Trials at two sites (Zurich and Zollikofen) with 14 varieties have been conducted in 2016. Grain yields varied from 15.7 dt/ha (Drollet) up to 33.8 dt/ha (Drushina). The water content of the Russian varieties at harvest varied between 13.6 % and 18 % at Zurich and 27 % and 29.1 % at Zollikofen. In order to confirm results, trials should be repeated again in 2017. Whether with new buckwheat varieties a successful Swiss buckwheat production can be initiated depends on one side on the consumer but also on possibilities of the processing of buckwheat grains (i.e. dehulling) and the development of other buckwheat products than flour.

Keywords: buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Moench, variety testing, determinate growth, grain yield, Switzerland.

УРОЖАЙНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И УДОБРЕНИЙ

З.И. ГЛАЗОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
И.М. МИХАЙЛОВА, научный сотрудник

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Приведены результаты трехлетних исследований по изучению влияния удобрений и способов их применения на урожайность и технологические свойства разных сортов гречихи. Установлено, что внесение комплексных удобрений (серия Тетрафлекс) по вегетирующим растениям гречихи оказалось эффективным и менее затратным способом, по сравнению с локальным внесением сложных удобрений (азофоска 19:19:19). Прибавка урожая зерна в зависимости от способа внесения удобрений была практически одинаковой и составила: у сорта Дикуль – 12,4 и 14,2%, у сорта Дружина – 18,1 и 22,4%, т.е. разница между вариантами удобрений была не значительной – 1,8 и 4,2% соответственно. Однако затраты питательных веществ на каждый центнер (кг/ц) дополнительной продукции при листовой подкормке в 19...22 раза меньше. Установлены сортовые различия как по отзывчивости на удобрения, так и по технологическим свойствам. У сорта Дружина получена максимальная прибавка урожая зерна (0,43–0,53 т/га) при внесении удобрений; он имеет большую массу зерна (на 10,6%); выход ядрицы (17%) и выравненность (на 36%) по сравнению с сортом Дикуль. Доля влияния фактора «способ применения удобрений» для изученных показателей менее значима – 2,1-3,5%.

Ключевые слова: гречиха, удобрения, урожайность, сорт, технологические свойства.

В настоящее время проблема повышения урожайности сельскохозяйственных культур с высоким качеством значительно обострилась и приобрела важное значение. Для решения ее определенное место отводится крупяным культурам и в том числе, несомненно, гречихе. Увеличение производства зерна гречихи невозможно без использования в технологии ее возделывания минеральных удобрений, на долю которых приходится от 31 до 60% формирования урожая [1-3].

В исследованиях многих авторов установлена высокая эффективность как различных видов, так и способов внесения минеральных удобрений, создающих благоприятные условия для повышения урожая и качества зерна гречихи [4-8].

Однако, в настоящее время на первое место выдвигается задача обеспечения всех сельскохозяйственных культур, в том числе и гречихи, перспективными формами комплексных удобрений, сбалансированными по соотношению элементами питания, содержащих микроэлементы и регуляторы роста растений, обладающих максимальной биологической эффективностью с минимальной негативной нагрузкой на экосистему [9].

В связи с этим в производстве стали более широко применять внесение их по вегетирующим растениям. Эффективность этого способа внесения комплексных удобрений на урожайность гречихи в различных почвенно-климатических условиях отмечена в работах ряда авторов [10-11]. Вместе с тем, рост урожайности может приводить к снижению его качества. В связи с этим особый интерес представляет сравнительное изучение влияния этого агроприема на урожайность и технологические свойства плодов гречихи, особенно для сортов нового поколения.

Методика исследований

Исследования проводили в полевых опытах, на темно серой лесной среднесуглинистой почве, со средним содержанием подвижных форм питательных веществ. Опыты закладывали

в пятикратной повторности с учетной площадью делянки 13,0 м², размещение делянок – рендомизированное. Схемой опыта было предусмотрено изучение двух способов внесения удобрений: локальный – азофоска 19:19:19 с семенами (100 кг/га) и некорневые подкормки комплексными минеральными удобрениями, которые проводили в фазу бутонизации Тетрафлекс 17:17:17 (1,0 кг/га + Тетрафлекс 4:8:36 (1 кг/га) и в начале налива плодов Тетрафлекс 11:40:11 (2 кг/га). Баковую смесь раствора комплексных удобрений вносили с помощью ранцевого опрыскивателя из расчета 300 л/га рабочего раствора. Гречиху убирали раздельными способами при побурении 75% плодов, урожай учитывали поделочно. Полученные урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа. В опытах изучали два сорта гречихи Диколь (стандарт) и Дружина (сорт нового поколения).

Определение технологических свойств зерна гречихи проводили по «Методам оценки технологических свойств зерна крупяных культур» [12] в лаборатории физиологии и биохимии растений. Определение общего азота проводили по методу Кьельдаля (ГОСТ 13496...4-93) с последующим пересчетом на сырой протеин по переводному коэффициенту 6,25.

Результаты и обсуждение

Анализируя метеорологические условия в годы проведения опытов, следует отметить, что самым неблагоприятным для гречихи, особенно в период массовое цветение – плодообразование, был 2013 год. Он характеризовался неудовлетворительным запасом влаги в почве и повышенным температурным режимом (на 2...5°C выше биологического минимума для гречихи), что не могло не отразиться на ее продуктивности. В связи с этим урожайность варьировала у сорта Диколь от 1,08 до 1,36 т/га, у сорта Дружина – от 1,84 до 2,40 т/га.

Погодные условия вегетационных периодов 2014–2015 гг. были благоприятными для формирования урожая гречихи, величина которого по вариантам опыта составила: в 2014 г. у сорта Диколь от 2,23 до 2,68 т/га; у сорта Дружина от 2,60 до 3,05 т/га; в 2015 г. соответственно – у Диколь от 2,50 до 2,82 т/га, у Дружины – от 2,52 до 3,06 т/га.

Следует отметить, что новый сорт Дружина имеет лучшие адаптивные свойства к неблагоприятным условиям: в 2013 г. урожайность у него снизилась на 27...37%, а у Диколь в 2,0...2,2 раза по сравнению с 2014...2015 гг. В среднем за три года урожай зерна у Диколь составил 2,15 т/га, а у Дружины – 2,66 т/га что на 0,51 т/га больше, т.е. доля значимости нового сорта на уровень урожайности составила 23,7% (табл.).

Анализ влияния изучаемых удобрений на урожайность гречихи показал также и генотипические различия сортов по отзывчивости на их внесение. Наибольшая прибавка урожая зерна к контрольному варианту составила в среднем: у Дружины – 0,48 т/га, а у Диколь – 0,31 т/га, то есть доля влияния этого фактора на величину урожайности составила 20,7 и 15,8% соответственно.

Локальный способ внесения удобрений под гречиху имеет самую высокую эффективность по сравнению с другими способами внесения их в почву [4-5]. В наших опытах выявлено, что обработка вегетирующих растений гречихи комплексными удобрениями обеспечила практически равнозначную прибавку урожая зерна, как и при внесении сложных удобрений в рядки (табл.). Варьирование этого показателя 0,05–0,1 т/га. Однако окупаемость каждого килограмма внесенных удобрений прибавкой урожая при некорневой подкормке (кг/кг) в 19...22 раза больше, чем внесение их с семенами. Следовательно, внесение комплексных удобрений некорневым способом имеет неоспоримую экономическую эффективность.

Известно, что зерно гречихи имеет высокую питательную ценность. Однако, результаты научных исследований и практика сегодняшнего дня свидетельствуют о том, что показатели качества урожая далеко не всегда принимаются во внимание при разработке новых приемов получения высоких урожаев гречихи. Поэтому наряду с повышением продуктивности необходимо предусматривать и влияние их на улучшение технологических свойств ее плодов, которые в дальнейшем определяют особенности их переработки.

Таблица

Урожайность и технологические свойства зерна гречихи в зависимости от условий питания (среднее за 2013–2015 гг.)

Варианты	Способ применения	Показатели									
		Урожайность, т/га	Сход с сита 5,0 мм, %	Выравненность, %*	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Крупность, %	Выход крупы, %			Сырой протеин, %
								всего	ядра	продела	
Дикуль											
Без удобрений	–	2,10	12,3	59,9	27,2	21,3	95,6	72,7	57,0	15,7	9,25
N ₁₉ P ₁₉ K ₁₉ (азотофоска, 100 кг/га)	внесение в рядки	2,42	13,3	61,2	27,6	21,3	97,3	73,2	59,1	14,1	12,00
Террафлекс 17:17:17+Террафлекс 4:8:36 (1+1=2 кг/га)+Террафлекс 11:40–11 (2 кг/га)	Подкормка в фазу бутонизации+ подкормка в начале налива плодов	2,36	13,7	62,0	27,6	21,4	97,0	73,4	59,4	14,0	12,43
Дружина											
Без удобрений	–	2,37	68,6	82,0	31,8	24,4	99,3	72,9	68,6	4,3	9,88
N ₁₉ P ₁₉ K ₁₉ (азотофоска, 100 кг/га)	внесение в рядки	2,90	72,5	84,2	32,6	24,4	99,6	73,3	69,1	4,2	12,56
Террафлекс 17:17:17+Террафлекс 4:8:36 (1+1=2 кг/га)+Террафлекс 11:40–11 (2 кг/га)	Подкормка в фазу бутонизации+ подкормка в начале налива плодов	2,80	72,4	84,0	32,6	24,5	99,7	73,4	69,0	4,4	12,75

НСР₀₅ сорт – 0,14 т/га; удобрения – 0,10 т/га

* Выравненность: у Дикуля сход с сита 4,5–4,2 мм; у Дружины – с 5,0 – 4,8 мм

Важными показателями технологических свойств плодов гречихи являются крупность, выравненность, пленчатость, масса 1000 зерен, выход крупы и ядра. То, что крупность и выравненность плодов гречихи в большей степени связано генотипическими свойствами нашло подтверждение и в наших исследованиях. Результаты анализа показывают, что новый сорт Дружина имеет более крупное зерно: сход с сита 5,0 мм у него составляет 68,6–72,5%, у Дикуля только 12,3–13,7%. Выравненность плодов у сорта Дружина на 22,1–22,8% лучше, чем у сорта Дикуль. Применение удобрений увеличило выравненность плодов у Дружины на 2,0–2,2%, а у Дикуля – на 1,4–1,7% (табл.).

Следует отметить, что и масса 1000 зерен у Дружины значительно (на 4,6...5,0 г) больше, чем у Дикуля, но общий выход крупы у обоих сортов практически одинаков – 72,7...73,4%. Это объясняется несколько большей (на 3,1%) пленчатостью плодов у Дружины. Однако выход ядра у крупноплодного сорта Дружина составляет 68,6–69,0%, что на 10,0–11,6% больше, чем у Дикуля (57,0...59,4%). Между крупностью плодов, выравненностью и выходом ядрицы отмечена прямая тесная связь ($r=0,72...0,79$).

При использовании удобрений, независимо от способа их внесения, отмечена тенденция к увеличению выхода ядра: у Дикуля – на 2,1...2,3%, а у Дружины только на 0,5%, что объясняется видимо, меньшей разнокачественностью плодов на растениях.

Известно, что гречиха является одним из источников белка высокой биологической ценности, содержание которого зависит от условий минерального питания [5].

Проведенные нами исследования показали, что удобрения повышают на 2,68...3,18% содержание сырого протеина в зерне гречихи независимо от способа их внесения, при незначительной разнице между сортами.

Таким образом, в качестве резерва для оптимизации питания гречихи и повышения урожайности целесообразно использовать внесение комплексных минеральных удобрений по вегетирующим растениям. Этот способ по эффективности равнозначен локальному способу внесения сложных удобрений, но значительно (в 19–22 раза) экономичнее.

Технологические свойства зерна гречихи определялись в основном сортовыми особенностями и мало изменялись от изученных способов внесения удобрений, доля влияния которых составила – 2,1–3,5%.

Сорт гречихи Дружина более отзывчив на применение удобрений, независимо от способа их внесения: прибавка урожая зерна составила 0,43–0,53 т/га. Удобрения также оказали положительное влияние и на некоторые технологические показатели: выравненность, масса 1000 зерен, выход ядра на этих вариантах были на 1,1–2,3% больше. У Дружины эти показатели на 36–17–10,6% выше соответственно, по сравнению с сортом Дикуль.

Полученные результаты могут быть использованы в сортовой агротехнике возделывания гречихи.

Литература

1. Нехаев А.А., Анохин А.Н. Высокие урожаи гречихи – каждый год. – Минск: Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Глазова З.И., Новиков В.М. Оценка некоторых элементов агротехники гречихи. // Земледелие. – 2012. – №5. – С.17–21.
3. Козил В.Н. Агротехнические приемы возделывания гречихи посевной в условиях Бийской лесостепи // Алтай: экология и природопользование: Тр. 9-ой рос.-монг. науч. конф. – Бийск. 2010. – С.172–175.
4. Булаев В.Е. Агрохимические основы и технология локального внесения удобрений. – В кн. // Способы внесения удобрений. Науч. труды ВАСХНИЛ. – М., Колос, 1976. – С. 5–40.
5. Соколов О.А. Минеральное питание растений в почвенных условиях (на примере гречихи) – М., Наука, – 1980, – 193 с.
6. Гораш А.С., Квашук А.П., Гаевский А.П. Сложные удобрения под гречиху // Зерновое хозяйство. – 1987. – № 5. – С. 29.
7. Лапа В.В., Босак В.Н. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. – Минск, – 2002. – 183 с.
8. Муница М.Я. Влияние комплексных удобрений на урожай, технологические и биохимические показатели качества гречихи // Удобрения, урожай и качество сельскохозяйственной продукции – Киев, –1979. – С. 36–39.
9. Специальные удобрения. – М: Агропром – МДТ, 2012 – 34 с.

10. Пироговская Г.В., Лапа В.В., Сороко В.И. [и др.]. Эффективность комплексных удобрений при возделывании гречихи и их биологическое действие // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – №1 (38). – С. 121–128.
11. Важов В.М. Эффективность подкормок и опыления гречихи в лесостепи Алтая. // Земледелие. – 2013. – №1. – С. 35–36.
12. Василенко И.И., Комаров В.И. Оценка качества зерна: // Справочник. – М; Агропромиздат. – 1987. – С. 141–148.

YIELD AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF BUCKWHEAT GRAINS DEPENDING ON VARIETY AND FERTILIZERS

Z.I. Glazova, I.M. Mihajlova

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

Abstract: The results of three-year research on the effect of fertilizers and methods of their application on the yield and technological properties of different buckwheat varieties are presented. It has been established that the introduction of complex fertilizers (the Terraflex series) for vegetative buckwheat plants proved to be an effective, but less costly method, compared with local application of complex fertilizers (azofoska 19:19:19).

The increment in grain yield, depending on the method of fertilizer application, was almost the same and amounted to: Dikul ' variety– 12,4 and 14,2%, Druzhina variety – 18,1 and 22,4%, the difference between fertilizer options was not significant – 1,8 u 4,2% respectively. However, the consumption of nutrients per centner (kg / cc) of supplementary products for foliar feeding is 19...22 times less.

Varietal differences in both responsiveness to fertilizers and technological properties were established. For the Druzhina variety: the maximum increase in the grain yield (0,43-0,53 t / ha) was obtained with the introduction of fertilizers; it has a large mass of grain (by 17%); the yield of the kernel (17%) and the leveling (by 36%) compared with the Dikul 'variety. The share of influence of the factor "method of application of fertilizers" for the studied indicators is less significant – 2,1-3,5%.

Keywords: buckwheat, fertilizer, yield, variety, technological properties.

УДК 633.13.632.4(57.017)

ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ОВСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К КОРОНЧАТОЙ РЖАВЧИНЕ

Т.П. ГРАДОБОВА¹, кандидат биологических наук
Г.А. БАТАЛОВА^{2,3}, академик РАН

¹ФАЛЕНСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФАНЦ
СЕВЕРО-ВОСТОКА

E-mail: tp.gradoboeva@mail.ru

²ФБГНУ ФАНЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА

E-mail: g.batalova@mail.ru

³ФГБОУ ВО ВЯТСКАЯ ГСХА

Корончатая ржавчина является одним из факторов, лимитирующих урожайность овса, поражение растений патогеном приводит к нарушению ассимиляционных процессов, снижению абсолютного веса зерна и увеличению его пленчатости. Создать новые линии и сорта устойчивые к корончатой ржавчине труднее, чем к другим болезням. Представлены результаты скрининга 183 сортообразцов овса по устойчивости к корончатой ржавчине в Кировской области. В условиях естественного развития болезни и искусственной эпифитотии выявлены резистентные к гетерогенной популяции патогена генотипы АС

Assiniboia (Канада), Vista (США), Moola (Австралия) и позднозаболеваяющие - 100565-3, РА 7967-3145 (США), Witteberg (ЮАР), И-4816, И-4592 и И-4690 (Россия). Сортообразцы И-4816, Moola и Vista по урожайности достоверно превысили стандарт – сорт Аргамак в условиях жесткого инфекционного фона. Более высокая стабильность данного признака отмечена у образцов Vista ($I_c = 2,1$; ПУСС = 265,6), И-4592 ($I_c = 1,5$; ПУСС = 259,3). Наибольшую стрессоустойчивость имели образцы Moola и Vista, генетическую гибкость Moola (114,3), И-4816 (128,6 и И-4592 (116,5). На развитие корончатой ржавчины оказали влияние минимальная влажность и температура воздуха, количество осадков и их распределение в течение суток и в период вегетации растений. Влияние этих факторов в условиях инфекционного фона было меньше ($r_{\text{влажность}} = 0,90$ и $r_t \text{ } ^\circ\text{C} = -0,87$, $r_{\text{осадки}} = 0,56$), чем в условиях естественного развития болезни ($r_{\text{влажность}} = 1,0$, $r_t \text{ } ^\circ\text{C} = -1,0$, $r_{\text{осадки}} = 0,86$).

Ключевые слова: сорт, овес, устойчивость, корончатая ржавчина, изменчивость.

Овес – важная продовольственная и кормовая культура [1], спрос на которую увеличивается в современном мире [2]. Одним из основных факторов, лимитирующим реализацию генетического потенциала стабильно высокой урожайности современных сортов овса, являются болезни. Корончатая ржавчина овса (*Puccinia coronata* Kleb.) встречается повсеместно в регионах выращивания овса. В годы эпифитотий потери урожая достигают 80% и более. Вредоносность патогена выражается в нарушении ассимиляционных процессов, что ведет к снижению абсолютного веса зерна и увеличению пленчатости. При поражении растений также ухудшаются кормовые качества зеленой массы и соломы. Успех селекции на иммунитет определяется исходным материалом. Привлечение в скрещивания источников различного эколого-географического происхождения повышает адаптивность селекционного материала и его разнообразие по хозяйственно ценным признакам [3]. Устойчивость к инфекционным болезням рассматривается как один из первостепенных критериев оценки адаптивной способности растений [4]. Результаты практической селекции показывают, что значительно труднее получить новые линии и сорта, устойчивые к поражению корончатой ржавчиной, чем к другим болезням [5]. Создание сортов устойчивых к корончатой ржавчине – сложное направление в селекции. Практически все используемые в производстве сорта овса поражаются данным возбудителем, а источников устойчивости к корончатой ржавчине меньше, чем к пыльной и твердой головне. Трудность селекции связана с тем, что возбудитель этой болезни имеет физиологические расы, которые возникают и сменяют друг друга достаточно быстро в отличие от других ржавчинных грибов. Кроме того, затруднение селекции на устойчивость к корончатой ржавчине связано со сложным взаимодействием патогена и растения-хозяина. В селекции на устойчивость осуществляется непрерывный процесс, т.к. патоген эволюционирует совместно с хозяином. Исследования, направленные на поиск более эффективных генов устойчивости, создания более устойчивых сортов селекционно-иммунологическими методами, являются актуальными [6].

Цель исследований – изучить сортообразцы овса различного эколого-географического происхождения на инфекционном и естественном фонах корончатой ржавчины, выделить источники для использования в селекции.

Материал и методы

В 2015...2017 гг. на опытном поле Фаленской селекционной станции – филиала ФАНЦ Северо-Востока в условиях естественного развития и искусственной эпифитотии корончатой ржавчины изучено 183 голозерных и пленчатых сортообразца овса различного эколого-географического происхождения. Инокуляцию растений овса проводили в период кущения-выход в трубку суспензией уредоспор гриба местной популяции (не отдельными штаммами). Для экономии уредоспорового материала и повышения жизнеспособности спор, в лабораторных условиях предварительно заражали растения восприимчивого сорта, посеянные в небольшие вазоны (диаметр 9 см). Вазоны, с практически созревшими пустулами, равномерно расставляли в поле среди делянок защитных полос, растения на которых находились в начальном периоде кущения. При большой сухости воздуха и почвы

делянки увлажняли. Чаще всего дополнительного увлажнения не требовалось, так как даже при небольшом количестве росы происходит хорошее перезаражение. Для ускорения процесса перезаражения оцениваемых генотипов, дополнительно проходят с опущенным шнуром по делянкам после того, как произошло заражение растений защитной полосы. При использовании данного метода инокуляции восприимчивые сорта поражаются на 80-100%. Метод эффективен в случае если недостаточно наработано или собрано спорового материала для заражения суспензией уредоспор гриба.

Сбор уредоспор проводили в питомниках семеноводства с районированных сортов, с сортообразцов коллекционного питомника и в конкурсном сортоиспытании. Размножали в лабораторных условиях. Пробирки со свежесобранными спорами для их подсушки помещали в эксикатор над концентрированной серной кислотой. Для этих целей можно также использовать кальций хлористый обезвоженный. Через двое суток споры пересыпали из пробирок в ампулы или в «пенициллиновые» флаконы и выдерживали в эксикаторе еще сутки. Ампулы запаивали над пламенем спиртовки, а флаконы, закрывали пробками и заливали гудроном или воском, хранили при температуре 4-5°C в холодильнике.

Поражение растений оценивали в динамике – в период цветения и молочно-восковой спелости. Для определения типа реакции растений на внедрение паразита использовали шкалу Мэрфи [7], интенсивности поражения – шкалу Петтерсона [8]. По интенсивности поражения сорта дифференцировали по следующей шкале: признаки поражения отсутствуют – очень сильная устойчивость (9 баллов), поражение 0,1-5,0% – сильная (7 баллов), 5,1-25% – средняя (5 баллов), 25,1-50% – слабая (3 балла), более 50% – очень слабая (1 балл).

Экологическую пластичность сортов определяли по Эберхарту и Расселу в изложении В.З. Покудина [9], стрессоустойчивость – в изложении А.А. Гончаренко [10]. Статистическая обработка данных проведена с использованием программы Agros 2.07.

Результаты и обсуждение

Метеорологические условия в годы исследований носили разнообразный характер. Индекс погоды в 2015 г. был 5,23, в 2016 г. – 2,21, в 2017 г. – 4,22, ГТК – 1,67, 0,7 и 1,68 соответственно. Развитие корончатой ржавчины в значительной степени зависит от влажности воздуха и температуры. В условиях естественного заражения наблюдали более тесные зависимости, чем на инфекционном фоне. Корреляция между поражением на естественном инфекционном фоне и минимальной влажностью $\geq 40\%$ была сильная положительная ($r = 1,0$), поражением и температурой $\geq 15^\circ\text{C}$ отрицательная ($r = -1,0$), в условиях искусственного инфекционного фона направление связи было аналогично ($r = 0,90$ и $r = -0,87$ соответственно). Зависимость от осадков, как на естественном, так и на инфекционном фонах была положительная ($r = 0,86$ и $r = 0,56$).

Распространение патогена в условиях естественного развития болезни в 2017 и 2015 гг. было выше, чем в 2016 г. (98,0; 95,0 и 86,3% соответственно). Пределы изменчивости интенсивности поражения сортообразцов овса корончатой ржавчиной по годам были не стабильны, варьирование признака (V) составило 86,6...134,6% (табл. 1).

Таблица 1

Изменчивость интенсивности поражения овса корончатой ржавчины по годам

Годы испытания	Интенсивность поражения, %				V, %	
	в среднем по опыту		min - max			
	искусственное заражение	естественное заражение	искусственное заражение	естественное заражение	искусственное заражение	естественное заражение
2015	47,9 ± 1,9	10,5 ± 0,9	1,0-82,5	0,0-37,5	38,8	86,6
2016	58,5 ± 1,6	12,8 ± 1,3	1,0-85,0	0,0-47,5	27,9	107,1
2017	48,0 ± 1,5	6,7 ± 0,9	1,0-82,5	0,0-50	30,9	134,61

Наибольшее варьирование признака отмечено в 2017 г., наименьшее – в 2015 г. Интенсивность поражения растений изменялась по годам от 0 до 50,0% и в 2016 г. была выше, чем в 2015 и 2017 гг.

В условиях искусственной эпифитотии на всех сортообразах в той или иной степени развития наблюдали признаки болезни. Пределы варьирования по годам были значительно ниже, чем в условиях естественного заражения: в 2015 и 2017 гг. – от 1 до 82,5% ($V = 38,8$ и 30,9% соответственно), в 2016 г. – от 1,0 до 85,0% ($V = 27,9\%$).

Таким образом, распространение патогена в 2016 г. было ниже, чем в 2015 и в 2017 гг., интенсивность поражения растений – выше. Инфекционная нагрузка во все годы исследования при создании инфекционного фона была одна и та же. Поэтому уровень развития зависел от факторов погоды. Условия 2015 и 2017 гг. характеризовались прохладной погодой и ливневыми дождями, что явилось сдерживающим фактором для обильного спороношения возбудителя и нового заражения.

Средний балл устойчивости в естественных условиях был примерно одинаковым – в 2017 г. – 5,9, в 2016 – 5,7, в 2015 – 6,0, несмотря на то, что распределение образцов по группам устойчивости значительно отличалось по годам (рис.1). Так, в 2016 г. выявлено больше генотипов с очень сильной и слабой устойчивостью, в 2017 г. – с сильной и очень слабой. Большинство сортов, которые в естественных условиях имели сильную устойчивость, на инфекционном фоне поразились в очень сильной степени.

Изменчивость среднего балла устойчивости в условиях искусственной эпифитотии была не высокой ($V = 16,1\%$), но выше, чем на естественном фоне ($V = 2,0\%$). Среднее значение распределилось по годам следующим образом: от 2015 г. к 2017 г. – 2,24; 2,67 и 3,1.

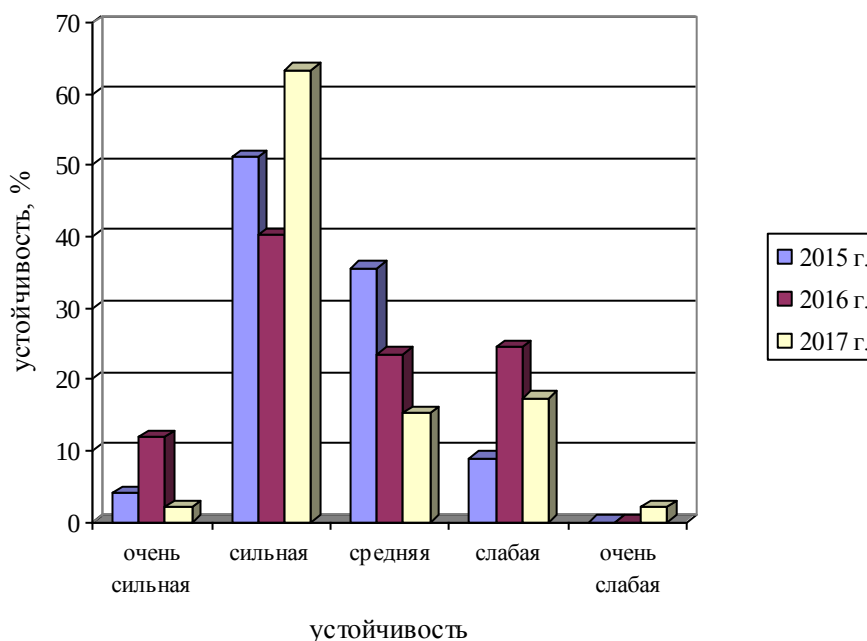


Рис. 1. Структура устойчивости образцов овса к корончатой ржавчине (естественный фон)

По данным оценки на инфекционном фоне во все годы исследования большинство изученных генотипов поразились корончатой ржавчиной в сильной и в очень сильной степени, несмотря на то, что процентное соотношение по годам в этих группах устойчивости значительно отличалось (рис. 2). Образцов с очень сильной устойчивостью за 3 года исследований на инфекционном фоне не выявлено, сильная и средняя устойчивость отмечена для небольшой группы.

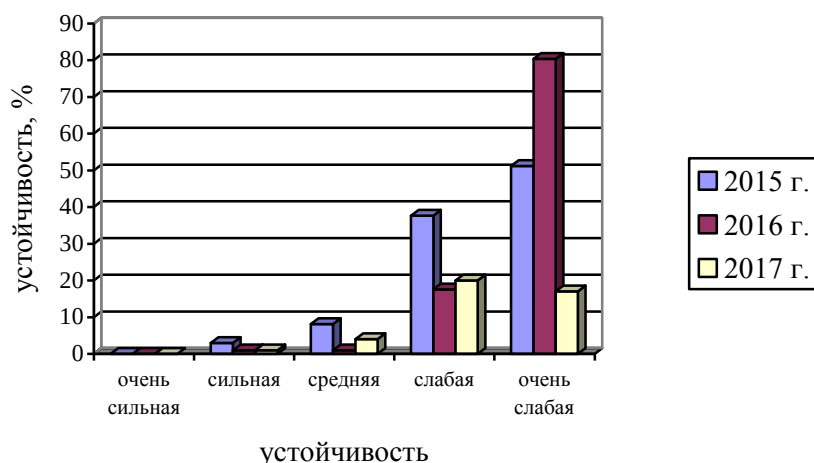


Рис. 2. Структура устойчивости образцов овса к корончатой ржавчине (искусственный инфекционный фон)

Большинство изученных генотипов овса имели восприимчивый и промежуточный тип реакции на внедрение паразита. Резистентностью характеризовались AC Assiniboia (Канада), Vista (США) и Moola (Австралия) (табл. 2). Аналогичная реакция образца Vista отмечена в условиях Кемеровской области [4]. Образцы 100565-3, PA 7967-3145 (США), Witteberg (ЮАР), И-4816, И-4592 и И-4690 (Россия) в период цветения-молочная спелость имели среднюю устойчивость с промежуточным типом реакции. В фазе восковой спелости, когда влияние болезни на формирование урожая уже не так важно, как в предыдущие фазы развития растений, у данных генотипов по интенсивности была отмечена восприимчивость.

Таблица 2

Устойчивость сортов овса к корончатой ржавчине, 2015...2017 гг.

Сорт, линия	Происхождение	Инфекционный фон			Естественное заражение		
		интенсивность	балл устойчивости	тип реакции	интенсивность	балл устойчивости	тип реакции
AC Assiniboia	Канада	0-1	9	1/R	0	9	0/R
Vista	США	0-1	9	1/R	0	9	0/R
Moola	Австралия	1-10	5	2/R	0	9	0/R
100565-3	США	1-20	5	Int	0-1	7	Int
PA 7967-3145	США	0-25	5	Int	0-1	7	Int
Witteberg	ЮАР	1-15	5	Int	0-1	7	Int
И-4816	Россия	3-15	5	Int	0-1	7	Int
И-4592	Россия	0-25	5	Int	0-1	7	Int
И-4690	Россия	5-20	5	Int	0-1	7	Int

В условиях естественного заражения у образца И-4816 в фазе восковой спелости интенсивность поражения не превышала 1,0%, т.е. он характеризовался сильной или практической устойчивостью. Другие генотипы данной группы имели среднюю восприимчивость, интенсивность поражения (0-15%). В этом случае можно говорить о горизонтальной устойчивости, а образцы отнести к позднезаболевающим генотипам, т.е. в условиях Кировской области и большей части административных территорий Волго-Вятского региона сорта подобного типа не будут иметь значимого ущерба урожаю зерна. Известно, что грибок после первой или немногих генераций, еще во время полноценной вегетации растений, дает развитие телиостадии, что может останавливать дальнейшее

развитие болезни. Такую реакцию генотипа на патоген можно использовать, как одно из проявлений горизонтальной устойчивости [11]. У 15 сортообразцов К-3747 (?) и 11h12o, 857h05, 31h12, 51h12, 188h12, 207h12, 233h12, 322h123, И-4592, И-4729, И-4818, И-4820, И-4825, И-4839 (Россия, Кировская обл.) наблюдали раннее образование телетопустул. Однако, у большинства из них при повышении температуры продолжалось образование уредопустул, т.е., вероятней всего, эти образцы обладают диагональной устойчивостью.

В селекции наибольшую ценность имеют сорта и линии, сочетающие высокую урожайность с устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам. Корреляционный анализ выявил зависимость урожайности и продуктивности изученных образцов от поражения корончатой ржавчиной в условиях жесткого инфекционного фона ($r_{\text{продуктивность}} = 0,53$, $r_{\text{урожайность}} = 0,57$). Изменчивость урожайности относительно устойчивых к корончатой ржавчине генотипов была высокой и варьировала от 42,8% у Vista (США) до 90,1% у 100565-3 (США) (табл. 3). Такое варьирование признака указывает на неоднородность изученных сортообразцов по толерантности к болезни.

Самой высокой устойчивостью к стрессу, уровень которого определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_1 - Y_2$), обладали стандарт Аргамак (-73,3 г/м²), сортообразцы Moola (-78,4 г/м²) и Vista (-92,2 г/м²). Высокое значение генетической гибкости ($(Y_2 + Y_1)/2$) отмечено у образцов И-4816, И-4592 и Moola, что показывает на большую степень их соответствия факторам окружающей среды.

Сортообразцы И-4816, Moola и Vista по урожайности достоверно превысили стандарт Аргамак на 53,1; 32,3 и 19,3 г/м². Для данных образцов были отмечены наиболее высокие показатели индекса стабильности (I_c) и комплексного показателя уровня и стабильности урожайности (ПУСС), характеризующие селекционную и хозяйственную ценность генотипа, были отмечены у сортов Vista ($I_c = 2,1$, ПУСС = 265,6), и И-4816 ($I_c = 1,5$, ПУСС = 259,3).

Таблица 3

Адаптивность и стрессоустойчивость сортов овса относительно устойчивых к корончатой ржавчине, 2015...2017 гг.

Сорт	Средняя урожайность, г/м ²	V, %	I_c	ПУСС	$Y_2 - Y_1$	$(Y_2 + Y_1)/2$
Аргамак, стандарт	72,9	47,0	1,6	100,0	-73,7	66,3
АС Assiniboia	86,5	68,6	1,3	154,2	-128,8	81,5
Vista	92,2	42,8	2,1	265,6	-92,2	78,5
Moola	105,2	68,6	1,5	216,5	-78,4	114,3
100565-3	85,4	90,1	0,9	105,4	-123,8	78,5
РА 7967-3145	64,3	76,8	0,8	70,6	-105,2	60,9
Witteberg	78,2	81,6	1	100,0	-153,2	83,1
И-4816	126,0	85,1	1,5	259,3	-213,2	128,6
И-4592	90,2	66,9	1,3	160,9	-179,2	116,5
И-4690	87,1	66,4	1,3	155,3	-166,1	98,0
НСР ₀₅	19,1	-	-	-	-	-

Заключение

Результаты исследований показали, что большинство изучаемых сортообразцов овса восприимчивы к корончатой ржавчине. Выделены источники устойчивости к корончатой ржавчине овса АС Assiniboia (Канада), Vista (США) и Moola (Австралия) для использования в селекции в качестве источников устойчивости к корончатой ржавчине. В селекции могут быть использованы и позднозаболеваяющие генотипы: 100565-3, РА 7967-3145 (США), Witteberg (ЮАР), И-4816, И-4592, И-4690 (Россия, Кировская обл.). Самую высокую урожайность на инфекционном фоне имели И-4816 (Россия), Moola (Австралия) и Vista (США). Более стабильными по данному признаку были Vista (США) и И-4592 (Россия, Кировская обл.). Наиболее высокую стрессоустойчивость имели Moola (Австралия) и Vista (США), генетическую гибкость – Moola (Австралия) и И-4816, И-4592 (Россия, Кировская обл.). Установлено, что интенсивность поражения овса корончатой ржавчиной зависит от

влажности и температуры воздуха, количества осадков и их распределения в течение суток и вегетационного периода развития растений.

Таким образом, наиболее ценными среди выделенных генотипов для использования в селекции являются Vista (США), Moola (Австралия), И-4816 (Россия, Кировская обл.). Для полной характеристики источника необходимо рассматривать все показатели: балл устойчивости, интенсивность поражения, тип реакции на внедрение паразита и механизмы взаимодействия, а их изучение проводить в течение ряда лет.

Литература

1. Баталова Г.А. Некоторые аспекты устойчивости к лимитирующим факторам в селекции овса. // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2013, – № 2 – С. 33-58.
2. Abstracts of oral and poster presentation. 10-th international oat conference: N. 1. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR). – SPb: ООО «Р-КОПИ». – 2016. – 204 p.
3. Козыренко М.А., Пакуль В.Н. Источники ценных признаков ярового овса для условий Западной Сибири // Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата: материалы Международной НПК (пос. Краснообск, 22-25 июля 2014 г.) / Объединенный научный и проблемный совет по растениеводству, селекции и биотехнологии и семеноводству СО РАСХН, СибНИИРС. - Новосибирск, – 2014. – С. 111-117.
4. Свиркова С.В., Заушинцева А.В., Старцев А.А. Иммунистете овса – фактор защиты растений от болезней: Монография. – Кемерово: ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет, – 2016. – 212 с.
5. Баталова Г.А., Градобоева Т.П. О некоторых вопросах селекции на устойчивость к патогенам // Современные системы защиты растений от болезней и перспективы использования достижений биотехнологии и геной инженерии. Материалы Всероссийского совещания 16-18 июля 2003г. – Голицино, – 2003. – С.38-40.
6. Лоскутов И.Г., Блинова Е.В. Генетические ресурсы овса для перспективных направлений селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2013. – Т. 171. – С. 42-46.
7. Murphy H.C. Physiologic specialization in Puccinia coronata avenae. U. S. Dep. Agric. Techn. Bull., – 1935, – № 433, – 48 p.
8. Peterson R.F., Cambell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // Can. J. Res. – 1948. V. 26. – P. 496-500.
9. Покудин В.З. Оценка экологической пластичности сортов // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов. М.: ВНИИЕЭИСХ, 1973. – С. 40-44.
10. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
11. Дмитриев А.П. Ржавчина овса. – С.-Петербург, – 2000 – 112 с.

ESTIMATION OF OAT GENOTYPES ON RESISTANCE TO CROWN RUST

T.P. Gradoboeva¹, G.A. Batalova^{2,3}

¹FALENKI BREEDING STATION – BRANCH OF FEDERAL AGRICULTURAL SCIENTIFIC CENTER OF NORTH-EAST

E-mail: tp.gradoboeva@mail.ru

²FEDERAL AGRICULTURAL SCIENTIFIC CENTER OF NORTH-EAST

E-mail: g.batalova@mail.ru

³VYATKA STATE AGRICULTURAL ACADEMY

Abstract: Crown rust is one of the factors that limits oat production; defeat with pathogens leads to disorder in assimilation processes, lowering of absolute grain mass and increasing in its filmness. Creation of new lines and varieties resistant to crown rust is hardly then to other diseases. Results are presented of screening of 183 oat accessories on resistance to crown rust in Kirov region. Under conditions of natural development of disease and artificial epiphytoty genotypes is selected resistant to heterogeneous population of pathogen - AC Assiniboia (Canada), Vista (USA), Moola (Australia); and late falling sick - 100565-3, PA 7967-3145 (USA), Witteberg (SAR), И-4816, И-4592 and И-4690 (Russia). Accessories И-4816, Moola, and Vista significantly overcame standard variety Argamak on productivity under conditions of rigid infectious background. Higher stability of the trait was marked for accessories Vista ($I_c = 2,1$; PUSS = 265,6), И-4592 ($I_c = 1,5$; PUSS = 259,3). Most stress-resistance had accessories Moola and Vista; genetic plasticity - Moola (114,3), И-4816 (128,6), and И-4592 (116,5). Development of crown rust was dependent on minimal air humidity and temperature, amount of precipitations and their distribution during calendar day and growing season of plants. Influence of these factors under conditions of infectious

background was lower ($r_{\text{humidity}} = 0,90$ and $r_t \text{ } ^\circ\text{C} = -0,87$, $r_{\text{precipitations}} = 0,56$), then under natural conditions of disease development ($r_{\text{humidity}} = 1,0$, $r_t \text{ } ^\circ\text{C} = -1,0$, $r_{\text{precipitations}} = 0,86$).

Keywords: variety, oat, resistance, crown rust, variability.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10007

УРОЖАЙНОСТЬ АФРИКАНСКОГО ПРОСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Н.К. МУХАНОВ, докторант

Н.А. СЕРЕКПАЕВ, доктор сельскохозяйственных наук

В.И. ЗОТИКОВ*, член-корреспондент РАН

Г.Ж. СТЫБАЕВ, А.А. БАЙТЕЛЕНОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ С.СЕЙФУЛЛИНА, КАЗАХСТАН

*ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье приведены результаты изучения влияния агротехнических приемов на урожайность проса африканского в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана. Проанализированы динамика прохождения фаз роста и развития проса африканского и продолжительность их межфазных периодов, даны показатели урожайности. На основе проведенного исследования, определен лучший срок посева проса африканского для получения более высокого урожая зеленой массы, сухой массы, семян при сложившихся метеоусловиях 2016 и 2017 гг. Наибольшая урожайность у проса африканского отмечена при посеве во второй декаде мая: 25,3 т/га зеленой массы, 5,8 т/га сухой массы и 4,2 т/га семян.

Ключевые слова: просо африканское, интродукция, срок посева, урожайность, зеленая масса, сухая масса.

В засушливых степях Казахстана сосредоточено основное поголовье овец республики, большое количество крупного рогатого скота и лошадей. Здесь особенно необходимо создание прочной кормовой базы, которая является основой дальнейшего развития и повышения продуктивности животноводства [1].

Одним из путей создания прочной кормовой базы для животноводства является внедрение в производство перспективных высокоурожайных культур и сортов, интродукция новых видов, а также повышение их урожайности. Для снижения стоимости кормовых рационов важно расширить набор кормовых культур, характеризующихся высокой и стабильной урожайностью и меньшей требовательностью к агроклиматическим условиям [2].

Среди наиболее урожайных кормовых культур заслуживает внимания сравнительно новая и малораспространенная культура – просо африканское (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.). Эта культура все большее привлекает внимание работников сельского хозяйства своей засухоустойчивостью, высокой урожайностью зеленой массы – 250-600 ц/га и зерна 20-23 ц/га [3]. Просо африканское хорошо отрастает даже в засушливых условиях, и при этом дает несколько укосов за вегетацию. Зеленая масса и сено охотно поедается всеми видами сельскохозяйственных животных. Солома и зеленая масса проса африканского хорошо силосуются и дают высококачественный сочный корм для животных. Зерно – ценный концентрированный корм для птиц. Оно является перспективной кормовой культурой для богарного земледелия в полужасушливых и засушливых зонах Республики Казахстан [4 - 7].

Одной из причин, которая не позволяет успешно использовать эту культуру, является отсутствие информации об элементах её возделывания в конкретных почвенно-

климатических условиях региона, в связи, с чем актуальна обработка основных ее элементов (сроки посева).

Материалы и методы исследований

Полевые опыты проводились в 2016-2017 гг. на базе кампуса Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина в сухостепной зоне Северного Казахстана по Б.Д. Доспехову (1985) и Госсортоиспытанию сельскохозяйственных культур (2011). Учеты и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам. Объект исследований – сорт проса африканского Согур селекции ВНИИ зернобобовых и крупяных культур (Россия).

Посевная и учетная площадь делянок – 2 м². Повторность в опыте трехкратная, расположение делянок систематическое.

Посев проса африканского проводили в 3 срока: во второй и третьей декадах мая и в первой декаде июня. Уборка на зеленую и сухую массу проводилась в фазу выметывания. Подготовка почвы для посева проса африканского проводилась по традиционной технологии, рекомендованной для условий региона.

Почвенно-климатические условия в годы проведения исследования

Почва опытного участка темно-каштановая тяжелого механического состава. Мощность пахотного слоя – 20 см. Содержание гумуса в пахотном (0-20 см) горизонте 2,09%, нитратного азота – 7,15 мг/кг, подвижного фосфора – 12,51 мг/кг, обменного калия – 583,50 мг/кг, рН_{сол.} – 6,91; в 20-40 см горизонте содержание гумуса – 2,53%, нитратного азота – 4,10 мг/кг, подвижного фосфора – 7,85 мг/кг, обменного калия – 468,50 мг/кг и рН_{сол.} – 6,89.

Таким образом, темно – каштановые почвы обладают довольно низким потенциальным плодородием, так как содержание гумуса низкое. Они имеют высокое содержание обменного калия и низкое содержание легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора.

В 2017 году среднесуточная температура воздуха за вегетационный период (май, июнь, июль, август) проса африканского была на уровне среднемноголетних показателей, по некоторым месяцам превышала их, а в 2016 году среднесуточная температура воздуха в летние месяцы, за исключением августа, была ниже среднемноголетних показателей на 1,0 и 1,1°C соответственно (рис. 1).

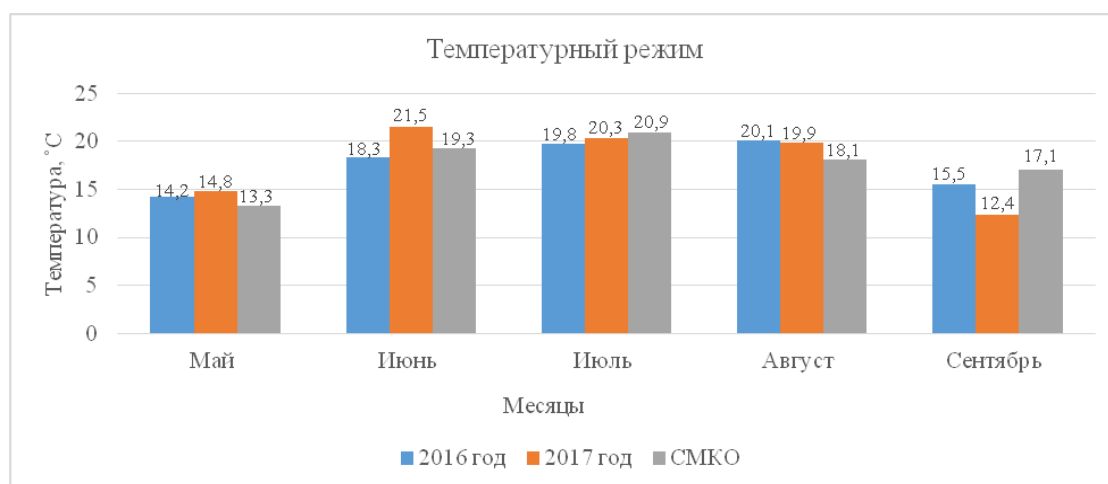


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период в 2016-2017 гг. в сравнении с СМКО, °C

Атмосферные осадки в течение вегетационного периода выпадали неравномерно (рис. 2). В мае 2016 года, в начале вегетационного периода проса африканского, атмосферные осадки были ниже среднемноголетнего показателя на 21,7-22,0 мм. В июне и июле атмосферные осадки выпадали на 37,7 и 57,0 мм больше нормы, а в августе и сентябре на 24,9 и 12,6 мм меньше нормы соответственно. В летние месяцы 2017 года, в июне и июле, в

течение вегетационного периода, за исключением августа, атмосферные осадки были ниже среднегодового показателя на 14,0 и 22,0 мм соответственно, а в августе на уровне среднегодовых данных, в сентябре на 3,0 мм ниже нормы.

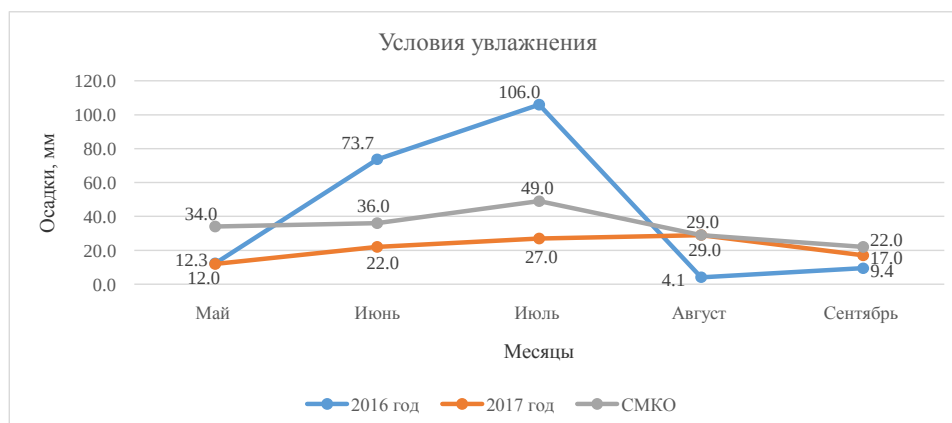


Рис. 2. Количество выпавших осадков за вегетационный период в 2016-2017 гг. в сравнении с СМКО, мм

В 2016 году погодные условия складывались благоприятно для роста и развития проса африканского, хотя теплообеспеченность июня (на 1,0°C) и июля (1,1°C) была более низкой по сравнению со среднегодовыми показателями, а также наблюдался некоторый дефицит влаги, особенно в начале и конце вегетационного периода. Вегетационный период 2017 года отличался острым дефицитом осадков на фоне достаточной теплообеспеченности.

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

Результаты исследований

В исследуемые годы полевая всхожесть семян африканского проса составила при первом сроке посева (вторая декада мая) – 53,5%, при втором сроке посева (третья декада мая) – 60,3% и при третьем сроке посева (первая декада мая) – 63,7%. При проведении лабораторных исследований всхожесть африканского проса в среднем за два года составила – 94,6%, при энергии проростания семян – 94,4%. По данным А.И. Тютюнникова (1973) полевая всхожесть семян в большинстве случаев бывает намного ниже лабораторной и у однолетних кормовых культур, что составляет от 40 до 70% от 100%-ной лабораторной всхожести.

Минимальная полевая всхожесть семян проса африканского отмечена при ранних сроках посева, это в основном связано с тем, что почва к моменту посева в первый срок прогрелась недостаточно.

В среднем за два года, в начале вегетационного периода проса африканского, количество сорных растений на 1 м² составило при первом сроке посева – 15,9 шт., при втором – 17,6 шт. и при третьем сроке посева – 19,5 шт., то есть наиболее засоренными были посевы при третьем сроке. В целом, по шкале А.И. Мальцева, все сроки посева проса африканского оказались средnezасоренными – 3 балла. В годы проведения исследований посевы второй и третьей декады мая (первый и второй сроки посева) обеспечили появление всходов на 15 день, а посев первой декады июня на 9 день (табл. 1).

Таблица 1

Фенологические наблюдения за ростом и развитием проса африканского в зависимости от сроков посева (среднее за 2016-2017 гг.)

Сроки посева	всходы	3-й лист	кущение	выход в трубку	выметывание	цветение	спелость		
							молочная	молочно-восковая	полная
II декада мая	03.06	13.06	01.07	15.07	24.07	01.08	09.08	17.08	25.08
III декада мая	15.06	24.06	11.07	24.08	02.07	11.08	19.08	27.08	04.09
I декада июня	18.06	27.06	12.07	23.07	31.07	09.08	19.08	28.08	06.09

Как свидетельствуют литературные данные, семена проса африканского прорастают при температуре 14-15°C [7]. Поэтому позднее появление всходов при первом и втором сроках посева может быть связано, в первую очередь, с температурой почвы и воздуха в этот период.

После появления всходов рост проса африканского протекал очень медленно, энергичный рост проявился только после фазы выхода в трубку. Длина межфазных периодов от появления всходов до выхода в трубку составила, при первом сроке посева – 57 дней, при втором – 54, при третьем сроке посева – 44 дня. При третьем сроке посева прохождение фаз в начале вегетации проходило несколько быстрее, чем при первом и втором сроках посева.

В связи с поздним появлением всходов, вегетационный период у проса африканского была длиннее при ранних сроках посева, чем при поздних и составил при первом сроке посева – 98 дней, при втором – 96 и при третьем – 89 дней.

В 2016 году среднесуточный прирост проса африканского в период выхода в трубку была выше при первом сроке посева на 1,1, при втором сроке на 2,0 и при третьем – на 2,4 см, чем в 2017 году (табл. 2).

Таблица 2

Влияние сроков посева на среднесуточный прирост и высоту проса африканского

Срок посева	По годам					
	Среднесуточный прирост, см			Высота растений перед уборкой, см		
	2016	2017	средняя	2016	2017	средняя
II декада мая	3,0	1,9	2,5	131,5	102,2	116,9
III декада мая	4,2	2,2	3,2	118,7	100,7	109,7
I декада июня	4,2	1,8	3,0	128,9	98,1	113,5

Недостаточное количества атмосферных осадков в вегетационный период 2017 года привело к низкой высоте растений перед уборкой, по всем срокам посева, чем в 2016 году. По годам и в среднем за два года высота растений перед уборкой была выше при ранних сроках посева, чем поздних.

В 2017 году, в связи с отсутствием атмосферных осадков, в сравнении с 2016 годом, урожайность зеленой массы африканского проса была ниже при первом сроке посева на 17,9, при втором – на 8,7 и при третьем сроке – на 1,7 т/га. Сухая масса была ниже при первом сроке посева на 3,0 и при втором сроке посева на 2,4 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Влияние сроков посева на урожайность проса африканского

Срок посева	По годам								
	Урожайность зеленой массы, т/га			Урожайность сухой массы, т/га			Урожайность семян, т/га		
	2016	2017	средняя	2016	2017	средняя	2016	2017	средняя
II/V	34,3	16,4	25,3	7,3	4,3	5,8	2,5	5,9	4,2
III/V	21,9	13,2	17,6	5,7	3,3	4,5	2,5	3,5	3,0
I/VI	19,0	17,3	18,2	4,4	4,9	4,7	1,8	3,8	2,8
НСР ₀₅	8,6	2,7	-	2,1	0,6	-	0,7	1,8	-

Однако, 2017 год был наиболее благоприятным для формирования урожайности семян африканского проса. Так, урожайность семян африканского проса в 2017 году была выше при первом сроке посева на 3,4 т/га, при втором сроке – на 1,0 и при третьем сроке посева на 2,0 т/га, чем в 2016 году.

В среднем, по результатам двух лет исследований, максимально высокая урожайность зеленой массы, сухого вещества и семян африканского проса сформирована при посеве во второй декаде мая – 25,3 т/га зеленой массы, 5,8 т/га сухой массы и 4,2 т/га семян.

Таким образом, результаты наблюдений за ростом и развитием проса африканского в течении двух лет, в климатических и почвенных условиях северных областей Казахстана, указывают на биологическую и физиологическую приспособленность культуры, и, соответственно, на возможность её дальнейшей интродукции. Все фазы индивидуального развития растений проходят успешно, есть реальная возможность получения собственных семян. По урожайным данным двух лет исследований наилучшим сроком посева африканского проса является вторая декада мая.

Литература

1. Кириллов Ю.И. Африканское просо. Алматы, Кайнар, – 1968. – 52 с.
2. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Балыкина Н.В., Штаус А.П. Суданка в кормопроизводстве Сибири / Под ред. Н.И.Кашеварова. Новосибирск, – 2004. – 224 с.
3. Белицкий С.М. Африканское просо – ценная кормовая культура. Ворошиловград, Облтипография, – 1957. – 22 с.
4. Высокоос Г.П. Однолетние кормовые культуры в Сибири. Москва. Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, – 1958. – С.113-116.
5. Корзун О. С., Гесть Г. А. Агроэнергетическая оценка зеленой массы и зерна просовидных кормовых культур // Земляробства і аховараслін. – 2010. – № 4. – С. 20-23.
6. Майсурия Н.А., Степанов В.Н., Кузнецов В.С., Лукьянюк В.И. Черномаз П.А. Растениеводство. Москва, Издательство «Колос», – 1965. – 336 с.
7. Елсуков М.П. Однолетние кормовые культуры. Москва. Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, – 1954. – 328 с.

YIELD OF AFRICAN MILLET DEPENDING ON AGROTECHNICAL MEASURES IN THE DRY STEPPE ZONE OF NORTHERN KAZAKHSTAN

N.K. Muhanov, N.A. Serekpaev, V.I. Zotikov*, G.Zh. Stybaev, A.A. Bajtelenova
SAKEN SEIFULLIN KAZAKH AGRO TECHNICAL UNIVERSITY, KAZAKHSTAN
* FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES

AND GROAT CROPS»

Abstract: The article presents the results of studying the influence of agrotechnical methods on the productivity of African millet in the conditions of the dry steppe zone of Northern Kazakhstan. The dynamics of the passage of the phases of growth and development of African millet and the duration of their interphase periods are analyzed, yields are given. On the basis of the study, the best period of sowing of African millet was determined in order to obtain a higher yield of green and dry mass, seeds in the prevailing weather conditions of 2016 and 2017. The highest yield of green and dry mass, of seeds African millet is observed during sowing in the second ten-day period of May -25,3 t / ha of green mass, 5,8 t / ha of dry weight and 4,2 t / ha of seeds.

Keywords: African millet, introduction, sowing period, yield, green mass, dry weight.

ЛЮПИН БЕЛЫЙ И ЛЮПИН УЗКОЛИСТНЫЙ В УСЛОВИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. ДУБИНКИНА, старший научный сотрудник
Н.Н. БЕЛЯЕВ, зав. отделом семеноводства

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА»,
E-mail: tniish@mail.ru

Изучены возможности различных сортов люпина белого и люпина узколистного формировать в условиях Тамбовской области стабильные урожаи зерна с высоким содержанием сырого протеина и жира в зерне. Выделены перспективные сорта с высокой урожайностью, хорошими технологическими качествами зерна и рекомендованы для внедрения их в производство.

Ключевые слова: люпин белый, люпин узколистный, урожайность, экология.

Среднегодовое производство зернобобовых в России не превышает 1,5 млн. т при посевных площадях 1,3 млн. га, что совершенно недостаточно, так как потребность только птицеводства составляет 2 млн. тонн. В условиях ввода мощностей современных животноводческих и птицеводческих комплексов и рационов кормления с содержанием перевариваемого протеина 18-24% необходимы белковые компоненты с содержанием протеина не менее 35% [1]. Сегодня в мире только две культуры способны удовлетворить потребности современного интенсивного животноводства – соя и белый люпин. Люпин белый выделяется среди других видов люпина высокой семенной и белковой продуктивностью, способностью формировать урожай без внесения азотных удобрений [2].

В России культивируют несколько видов люпина – узколистный, белый и жёлтый, которые можно успешно возделывать во многих регионах. Наибольшее распространение как белковая зернофуражная культура получил узколистный люпин (кормовой). Он менее требовательный к условиям выращивания среди культур данной группы. Посевные площади (20 тыс. га) и объёмы производства узколистного люпина невелики и составляют около 18-20 тыс. т семян и зернофуража. Дефицит растительных белков для откорма животных постоянно поднимает проблему по созданию и внедрению новых более ценных, адаптированных к конкретным условиям выращивания сортов люпина [3].

Из зернобобовых культур в Тамбовской области выращивали в основном только горох. В последние годы интерес к зернобобовым культурам возрос, площади посева увеличились почти в 4 раза, на полях кроме гороха все шире возделывают сою и люпин [4].

Согласно вышеизложенного, представляется интересным изучение возможностей различных сортов люпина формировать в условиях Тамбовской области стабильные урожаи зерна с высоким содержанием белка и жира и выявление наиболее перспективных из них.

Материалы и методы

В 2015 году было заложено экологическое испытание по сортам люпина белого и люпина узколистного селекции ВНИИ люпина: пять сортов люпина белого – Дега, Алыш парус, АИФ 5049, Деснянский 2, Мичуринский и три сорта люпина узколистного – Смена, Витязь, Сидерат 46.

Полевые опыты были заложены на опытном участке отдела семеноводства Тамбовского НИИСХ по общепринятой методике на делянках с учетной площадью 15 м² в трехкратной повторности при соблюдении принятой в области технологии возделывания люпина.

Тамбовская область занимает северо-восточную часть Центрально-Черноземного региона. Климат области умеренно-континентальный с устойчивой зимой и преобладанием теплой, нередко полужасушливого характера погоды в летний период. Область относится к

зоне неустойчивого увлажнения, о чем свидетельствует гидротермический коэффициент (ГТК) 0,9-1,1. Годовая сумма осадков составляет 475-500 мм, из них 70-75% выпадает в теплый период года [5].

Почвы – типичные мощные черноземы глинистые и тяжелосуглинистые средне окультуренные. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) – 7,0...7,5%, реакция почвенного раствора ($pH_{\text{сол.}}$) – 6,0...6,5. Тяжелосуглинистый механический состав обуславливает высокую влагоемкость и значительный запас влаги в ранневесенний период до 180-200 мм и более доступной влаги в метровом слое почвы.

В целом водно-физические свойства чернозема типичного мощного складываются вполне благоприятно, а высокая водопроницаемость создает хорошие условия для накопления влаги в почве и удовлетворения растений водой в течение вегетационного периода.

Результаты и обсуждения

Метеорологические показатели в годы проведения основных полевых учетов и наблюдений были отличными от средних многолетних значений, как по температурному режиму, так и по выпадающим осадкам. В начале вегетации 2015 года ощущался дефицит осадков в сочетании с высокой температурой воздуха. В последнюю декаду мая выпало 10 мм осадков. За весь июнь выпало всего 27,1 мм осадков, что составило 36,3% от среднемноголетнего значения, среднемесячная температура воздуха была на 1,6⁰ С выше среднемноголетних данных. В дальнейшем обильные осадки при довольно высокой температуре воздуха оказали влияние на рост и увеличение продуктивности растений.

Противоположная картина сложилась весной 2016 года. Последняя декада апреля и весь май выдались дождливыми, осадки превысили среднемноголетний показатель в несколько раз. Во второй декаде июня погода вернулась к своим климатическим нормам, а в июле температурный режим даже превысил норму на 2-3⁰ С.

В 2017 году погодные условия для развития люпина в целом складывались довольно благоприятно. Если в мае и июне температура воздуха была ниже среднемноголетних показателей, то в августе температурный режим превысил норму на 1,3⁰ С.

Анализ снопового образца показал, что наибольшая густота стояния растений перед уборкой была у сортов – АИФ 5049 (111 раст./1 м²), Деснянский 2 (108 раст./1 м²), Сидерат 46 (104 раст./1 м²).

Число бобов и число семян на растении, масса семян определяют величину урожая. По количеству бобов на растении среди узколистных сортов люпина выделился Витязь (4,9 шт.), среди сортов люпина белого – АИФ 5049 (4,3 шт.) и Алы парус (4,2 шт.). По числу семян на растении отмечены сорта Витязь (21,5 шт.) и Деснянский 2 (12,2 шт.). Показатель «масса семян с 1 растения» наиболее высокий у сортов АИФ 5049 (4,3 г) и Витязь (1,78 г).

По результатам структурного анализа была определена урожайность соломы. Из сортов люпина белого отличился наиболее высокорослый сорт Алы парус с весом соломы 38,0 ц/га, среди узколистных сортов – Витязь (12,3 ц/га) (табл. 1).

Таблица 1

Элементы структуры урожая (среднее за 2015-2017 гг.)

Сорт	Кол-во раст. на 1 м ²	Высота растений, см	Число бобов, шт./раст.	Число семян, шт./раст.	Масса семян с 1 раст., г	Урожай-ть соломы, ц/га
Дера St	98	56,5	3,9	11,9	4,3	29,6
Алы парус	95	64,6	4,2	10,7	4,2	38,0
АИФ 5049	111	59,3	4,3	11,5	4,3	32,0
Деснянский 2	108	56,0	4,0	12,2	4,0	33,0
Мичуринский	98	51,0	3,8	11,1	3,8	24,7
Смена St	92	42,0	4,6	20,6	1,77	11,8
Сидерат 46	104	40,0	4,0	17,2	1,25	9,3
Витязь	95	42,5	4,9	21,5	1,78	12,3

Сорта люпина узколистного являются более скороспелыми, хозяйственная спелость у них наступала в первой декаде августа, в то время как у люпина белого начало спелости отмечено в середине – конце августа, а в неблагоприятный 2016 год – в начале сентября. За две недели до уборки люпина белого проводилась десикация посевов, а после уборки – просушивание семян на установках активного вентилирования.

Урожайность семян зависела как от сорта, так и от метеорологических условий в течение вегетации. Поздний посев и недостаток тепла в начале вегетационного периода зернобобовых культур повлияли на то, что произошла частичная гибель растений и, в конечном итоге, снизилась зерновая продуктивность в 2016 году. Особенно эти факторы отразились на позднеспелых сортах люпина белого АЛый парус и Деснянский 2. По сравнению с 2015 годом урожайность данных сортов была снижена в 2 раза.

В среднем за 3 года по урожайности зерна отличились сорт люпина узколистного – Сидерат 46 (11,8 ц/га) и Витязь (11,3 ц/га); сорта люпина белого – АИФ 5049 и Деснянский 2 с прибавкой к контрольному сорту Дега 1,9 ц/га и 0,1 ц/га соответственно.

Наибольшая масса 1000 семян у сортов АЛый парус (320,6 г), АИФ 5049 (290,1 г) и Витязь (102,9 г) (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность и масса 1000 семян сортов люпина белого и узколистного

Сорт	Вегетац период, дн.	Урожайность, ц/га			Средняя за 3 года	Прибавка ц/га	Масса 1000 зерен, г
		2015 г	2016 г	2017 г			
Дега St	110	25,9	14,7	24,7	21,6		289,4
АЛый парус	120	23,4	12,2	22,7	19,4	-	320,6
АИФ 5049	110	24,1	20,5	25,8	23,5	1,9	290,1
Деснянский 2	120	26,0	13,6	25,4	21,7	0,1	283,8
Мичуринский	110	22,5	18,5	18,9	20,0	-	282,2
Смена St	80	11,7	10,8	10,6	11,0	-	102,7
Сидерат 46	80	10,9	9,7	14,8	11,8	0,8	79,2
Витязь	78	12,9	10,2	10,9	11,3	0,3	102,9

После просушивания семян изучаемых культур был проведен химический анализ на содержание сырого протеина и жира. Все возделываемые виды люпина являются высокобелковыми культурами. По содержанию белка белый люпин занимает промежуточное положение между узколистным и желтым люпином. В его семенах содержится 37-40 % белка. В то же время по сбору белка с гектара белый люпин значительно опережает не только остальные виды люпина, но и сою и другие зернобобовые культуры.

Среди узколистного люпина выделились сорта Витязь и Сидерат 46 по содержанию белка (21,8% и 21,6% соответственно) и сорт Витязь по содержанию жира (8,2%) в зерне. Из сортов люпина белого по содержанию сырого протеина можно отметить сорта Дега (31,2%), АИФ 5049 (30,5%), по содержанию жира – сорт Деснянский 2 (12,7%) и АЛый парус (12,4%).

По сбору сырого протеина с 1 га отличились сорта люпина АИФ 5049 (616,4 кг/га) и Сидерат 46 (219,2 кг/га), по сбору жира – Деснянский 2, АИФ 5049 (236,5-237,0 кг/га) и Витязь (79,7 кг/га) (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика сортов люпина белого и узколистного по хозяйственно ценным признакам (среднее за 2015-2017 гг.)

Сорт	Сырой протеин в семенах, %	Содержание жира В семенах, %	Сбор сырого протеина, кг/га	Сбор жира, кг/га
Смена St	20,9	6,1	198,0	57,7
Сидерат 46	21,6	6,6	219,2	67,0
Витязь	21,8	8,2	212,0	79,7
Дега St	31,2	12,3	579,6	228,5
АЛый парус	29,5	12,4	492,2	207,0
АИФ 5049	30,5	11,7	616,4	236,5
Деснянский 2	29,0	12,7	541,2	237,0
Мичуринский	29,7	11,5	510,8	197,8

Заключение

В результате комплексной оценки сортов люпина узколистного и люпина белого по параметрам экологической пластичности выделены перспективные сорта с высокой урожайностью, хорошими технологическими качествами зерна и рекомендованы для внедрения в производство.

Наиболее продуктивным, экологически устойчивым, с прибавкой урожайности зерна 1,9 ц/га по отношению к контрольному сорту является сорт люпина белого АИФ 5049. Из сортов люпина узколистного нами выделены Сидерат 46 и Витязь с продуктивностью свыше 11,0 ц/га. Также, у данных сортов отмечена значительная прибавка по отношению к стандартам по сбору сырого протеина и жира с одного гектара.

Использование современных сортов, адаптированных к конкретным условиям, позволяет получить дешевый белок за счет азотфиксации без затрат дорогостоящих и энергоемких азотных удобрений.

Литература

1. Артюхов А.И. Адаптация люпина в агроландшафты Поволжья – это перспективная инновационная составляющая в их конструировании // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2014. № 1-2. – С. 53-55.
2. Гатаулина Г.Г. За белым люпином будущее // Белый люпин культура XXI века. – 2014. № 1. – 2 с.
3. Агеева П.А., Почутин Н.А. Актуальные требования к новым сортам узколистного люпина в условиях меняющегося климата // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1. – С. 99-103.
4. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П. и др. Система земледелия нового поколения Тамбовской области // Тамбов: Изд-во «Першина Р.В.», 2016. – 98 с.
5. Иванова О.М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе // Агрохимический вестник – 2012. – № 5 – С. 44-47

WHITE LUPINE AND BLUE LUPINE IN CONDITIONS OF TAMBOV REGION

E.A. Dubinkina, N.N. Belyaev

TIISH – BRANCH OF FEDERAL STATE BUDGET SCIENTIFIC INSTITUTION «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER IM. I.V. MICHURIN»

Abstract: Explored different varieties of white lupine and blue lupine to form in conditions of Tambov region stable yields of grain with high content of crude protein and fat in grain.. promising varieties with high yield, good technological qualities of grain and recommended for introduction into production.

Keywords: white lupine, blue lupine, yield, ecology.

УДК 638.162+ 633.853.483

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВЫ, РАСТЕНИЙ И СЕМЯН ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

В.П. НАУМКИН, доктор сельскохозяйственных наук

Н.И. ВЕЛКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

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

Тяжелые металлы, характеризующиеся высокой токсичностью, аккумулируясь в почве и растениях и распространяясь по трофическим цепям, представляют значительную угрозу не только человеку, но и медоносным пчелам. Расположение посевов у автомагистралей влияет на содержание тяжелых металлов в почве и частях растений горчицы белой, её морфологическую характеристику, продуктивность растений, а так же состав меда. Наличие пчелиных семей в разных экосистемах играет положительную роль, но организация и содержание промышленных пасек ориентированных на получение продукции (мед, пыльца,

прополис, воск и пр.) предполагает выбор экологически чистого места для расположения пчелиных семей с обязательным контролем качества продукции.

Ключевые слова: растения, горчица белая, почва, мед, тяжелые металлы, медь, цинк, свинец, кадмий.

Медоносные растения, составляющие часть растительных ресурсов страны, – ценная база для широкого развития пчеловодства. Несмотря на то, что растений, дающих нектар, очень много, обильными медоносами являются лишь немногие, среди них горчица белая, гречиха посевная, рапс и др.[1, 2, 3].

В последние годы агроценозы подвергаются все более возрастающему техногенному загрязнению. Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. Термин тяжелые металлы, характеризующий широкую группу загрязняющих веществ, получил в последнее время значительное распространение. Загрязнение тяжёлыми металлами атмосферы, почвы, растений, воды является серьёзной проблемой, что в свою очередь сказывается как на живых организмах и продуктивности сельскохозяйственных культур, так и на качестве продуктов питания. Содержание тяжелых металлов определяется экологической зоной выращивания, генетическими особенностями сорта и условиями года [4-8].

Условия Орловской области типичны для средней полосы России, важную роль в подсобных хозяйствах населения играет пчеловодство. Согласно последней переписи в области на пасеках пчеловодов-любителей содержится свыше 50 тыс. пчелосемей. Данные, к сожалению, пчеловодами сильно были занижены при переписи. Часто пасеки содержатся во многих населенных пунктах, но если крупные пасеки вывозятся на кочевки, то мелкие в 3-8 семей, а то и 10-15 пчелосемей стоят у домов в палисадниках или на огородах рядом с трассой. Одним из факторов, влияющих на загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами, является автотранспорт, которого с каждым годом становится все больше и больше.

Тяжелые металлы, характеризующиеся высокой токсичностью, аккумулируясь в почве и растениях и распространяясь по трофическим цепям, представляют значительную угрозу не только человеку, но и медоносным пчелам.

Система ведения хозяйства в ряде сельхозпредприятий «придорожная». В первую очередь все поля обрабатываются и засеваются у дороги, так как это позволяет в любое время быстро перебросить технику, а частые проверки, разные мероприятия, комиссии обследуют хозяйства, проезжая по магистралям.

Передвигаясь по дорогам, видишь стоящие возле домов населенных пунктов и вдоль посадок у дороги пасеки. Напрашивается вопрос, какие медоносные растения вырастут рядом с дорогой и что за мед соберут с них пчелы?

Материал и методы

Работу выполняли в ВНИИ зернобобовых и крупяных культур в 2014-2016 гг. Посев проводили широкорядным способом с нормой высева 10 кг/га.. Морфологические анализы выполнялись согласно методическим указаниям по изучению коллекционных образцов ВИР (1985) на 25-ти растениях отобранных рендомизированно от первой и третьей повторности по 8 признакам. В опыте изучали накопление тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий) в почве, меде и в частях медоносных растений (корень, стебель, семена) на примере горчицы белой сорта Рапсодия в зависимости от удаленности автомагистрали от посевов. Поля ВНИИЗБК прилегали к трассе регионального значения Орел-Знаменское. Варианты удаления от трассы: 1,0-1,3 км, 25-30 метров. Анализы выполнялись в ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский». Математическую обработку опытных данных проводили на ЭВМ в вычислительном центре ВНИИЗБК (Доспехов, 1985).

По способности накапливаться в растительных тканях и токсичности наибольшее значение имеют Cu, Zn, Pb, Cd. Проведенная нами оценка содержания тяжелых металлов в почве (мг/кг) показала, что на расстоянии от автомагистрали в 1,0-1,3 км в разные годы исследования содержание Cu, Zn, Pb, Cd было в основном в пределах нормы. При

расстоянии в 25-30 метров от автомагистрали, содержание в почве увеличилось Cu на 161,9%, Cd на 158, 7%, Zn на 119,3%, Pb на 109,3%. В пробах почвы отобранных на обочине дороги (2-5 метров) их содержание возросло на 185,7%, 472,2%, 238,2%, 128,9 % соответственно, что наглядно свидетельствует о неравномерном распределении тяжелых металлов в почве на разной удаленности от автомагистрали и увеличении их содержания при приближении к ней.

Медь является биологически важным микроэлементом, но при высоких концентрациях может быть опасным токсикантом для живых организмов. Для растений она является одним из важных биологических элементов и его содержание зависит от сорта, уровня обеспеченности питательными веществами и экологической обстановки.

Результаты изучения содержания тяжелых металлов в корнях растений горчицы белой (табл. 1) показали, что в корнях значение Cu варьировало от 2,830 мг/кг (2015) до 3,353 мг/кг (2014) в среднем составив 3,093 мг/кг при расстоянии посевов от автомагистрали 1,0-1,3 км. При расположении к ней в 25-30 м содержание увеличилось, и составило от 7/385 мг/кг (2014) до 18,598 мг/кг (2015), в среднем 13,112 мг/кг, т.е. увеличилось практически в 4 раза. Содержание тяжелых металлов в стеблях растений (табл. 2) изменялась от 1,804 мг/кг (2015) до 2,606 мг/кг (2016) составив в среднем 2,262 мг/кг при удаленности от автомагистрали 1,0-1,3 км. При приближении к ней до 25-30 м значения увеличились до 4,955 мг/кг (2016) и 16,591 мг/кг (2015) в среднем составив за годы изучения 8,852 мг/кг. В семенах горчицы белой (табл. 3) отмечено самое низкое содержание Cu по сравнению с другими частями растений от 0,279 мг/кг (2014) до 1,080 мг/кг (2016) в среднем 0,600 мг/кг при удаленности 1,0-1,3 км. А при приближении к автомагистрали на расстояние 25-30 м составило 4,440 мг/кг (2014) до 10,351 мг/кг (2015) в среднем 6,939 мг/кг. При ПДК 5,0 мг/кг. Таким образом, наибольшая концентрация Cu отмечена в стеблях растений горчицы белой, а наименьшая в семенах. Содержание Cu в посевах у дороги превышает ПДК.

Цинк является биомикроэлементом, он обнаружен в составе более 200 ферментов, которые участвуют в метаболизме белков, углеводов, липидов и нуклеиновых кислот. Потребление цинка контролируется метаболизмом растений, но может иметь место и неметаболический процесс. Цинк не считается сильно фитотоксичным элементом, предел его токсичности зависит от генотипа растения.

Проведенный анализ на содержание Zn в различных частях растений горчицы белой показало, что в корнях значение Zn варьировало от 31,860 мг/кг (2015) до 41,090 мг/кг (2016), в среднем составив 35,590 мг/кг при удалении от автомагистрали 1,0-1,3 км. При приближении к ней 25-30 м содержание Zn увеличивалось от 44,310 мг/кг (2015) до 80,670 (2016) в среднем 68,047 мг/кг, т.е. почти в два раза (табл. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в корнях растений горчицы белой, мг/кг

№/№	Год	Cu	Zn	Pb	Cd
Расстояние от автомагистрали 1,0-1,3 км					
1	2014	3,353	33,820	0,808	0,186
2	2015	2,830	31,860	0,699	0,234
3	2016	3,095	41,090	0,491	0,275
4	среднее	3,093	35,590	0,666	0,232
Расстояние от автомагистрали 25-30 м					
5	2014	7,385	79,160	1,595	0,667
6	2015	18,598	44,310	0,890	0,520
7	2016	13,353	80,670	2,111	0,696
8	среднее	13,112	68,047	1,532	0,628

В стебле содержание Zn изменялось от 32,440 мг/кг (2015) до 34,580 мг/кг в среднем 33,860 мг/кг при удалении посевов на 1,0 – 1,3 км, при приближении повышалось от 39,200 мг/кг (2015) до 62,330 мг/кг (2014) в среднем составив 48.730 мг/кг (табл. 2).

Анализ содержания Zn в семенах горчицы белой показали, что на расстоянии 1,0-1,3 км содержание его изменялось от 18,133 мг/кг (2016) до 27,319 мг/кг (2015) составив в среднем

21,793 мг/кг при приближении к магистрали значения повышались от 37,850 мг/кг (2015) до 51,690 мг/кг (2016) в среднем составили 42,960 мг/кг превысив ПДК (табл. 3).

Наибольшая концентрация Zn достигала в стеблях растений произрастающих в непосредственной близости к автомагистрали.

Свинец в природных условиях присутствует практически во всех растениях. Токсичность свинца для растений во многом определяется формой его нахождения в средах (почве, воздухе, воде). Наибольшее количество работ посвящено изучению системы почва-растение. Поскольку концентрация свинца в растительности заметно возросла в последние годы, в том числе и из-за резкого увеличения количества автотранспорта, необходимо иметь представление об его содержании в продукции растениеводства.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в стеблях растений горчицы белой, мг/кг

№	Год	Cu	Zn	Pb	Cd
	Расстояние от автомагистрали 1,0-1,3 км				
1	2014	2,376	34,580	0,399	0,269
2	2015	1,804	32,440	0,402	0,137
3	2016	2,606	34,560	0,605	0,127
4	среднее	2,262	33,860	0,470	0,178
	Расстояние от автомагистрали 25-30 м				
5	2014	5,011	62,330	1,239	0,415
6	2015	16,591	39,200	0,690	0,498
7	2016	4,955	44,650	1,068	0,137
8	среднее	8,852	48,730	0,999	0,350

При анализе горчицы белой на содержание Pb было установлено, что в корнях Pb варьирует от 0,491 мг/кг (2016) до 0,880 мг/кг (2014) и в среднем составляет 0,666 мг/кг на удалении посевов в 1,0-1,3 км. При приближении к автомагистрали до 25-30 км показатели увеличивались от 0,890 мг/кг (2015) до 2,111 мг/кг (2016) в среднем достигнув 1,532 мг/кг, т.е. возросло почти в 3 раза (табл. 1).

Анализ содержания Pb в стеблях горчицы белой показал, что оно колебалось от 0,399 мг/кг (2014) до 0,605 мг/кг (2016) и в среднем составило 0,470 мг/кг при удаленности посевов 1,0-1,3 км и увеличившись при приближении от 0,690 мг/кг (2015) до 1,239 мг/кг (2014) в среднем 0,999 мг/кг, т.е. увеличивалось в 2,5 раза (табл. 2).

В семенах горчицы белой отмечено содержание Pb от 0,211 мг/кг (2014) до 0,448 мг/кг (2015) в среднем 0,357 мг/кг при удаленности посевов 1,0-1,3 км, при приближении посевов к автомагистрали результаты увеличились более чем в 3 раза, от 0,596мг/кг (2015) до 1,144 мг/кг (2014) в среднем составив 0,940 мг/кг превысив ПДК (табл. 3).

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в семенах растений горчицы белой, мг/кг

№	год	Cu	Zn	Pb	Cd
	Расстояние от автомагистрали 1,0-1,3 км				
1	2014	0,279	19,927	0,211	0,072
2	2015	0,440	27,319	0,448	0,083
3	2016	1.080	18,133	0,412	0,168
4	среднее	0,600	21,793	0,357	0,108
	Расстояние от автомагистрали 25-30 м				
5	2014	4,440	39,340	1,144	0,172
6	2015	10,351	37,850	0,596	0,392
7	2016	6,026	51,690	1,080	0,327
8	среднее	6,939	42,960	0,940	0,297
ПДК		5,0	25 мг/кг	0,2	0,1

Кадмий. В природные воды поступает при выщелачивании почв, полиметаллических и медных руд, в результате разложения водных организмов, способных его накапливать. Соединения кадмия выносятся в поверхностные воды со сточными водами свинцово-цинковых заводов, рудообогатительных фабрик, ряда химических предприятий

(производство серной кислоты), гальванического производства, а также с шахтными водами. При сгорании смазочных масел автотранспорта так же выделяется кадмий. Много этого элемента образуется в результате стирания автомобильных шин об асфальтобетон.

В корнях растений горчицы белой в центре поля содержание Cd изменялось от 0,186 мг/кг (2014) до 0,275 мг/кг (2016) в среднем достигнув 0,232 мг/кг. При приближении к автомагистрали значение возрастало от 0,520 мг/кг (2015) до 0,696 мг/кг (2016) в среднем 0,628 мг/кг (табл.1).

В стебле горчицы белой содержание Cd при удалении от автомагистрали в 1,0-1,3 км составило от 0,127 мг/кг (2016) до 0,269 мг/кг (2014) в среднем 0,178 мг/кг. При приближении к автомагистрали до 25-30 м показатели возросли от 0,137 мг/кг (2016) до 0,498 мг/кг (2015) в среднем 0,350 мг/кг (табл. 2).

В семенах содержание Cd изменялось от 0,072 мг/кг (2014) до 0,168 мг/кг (2016) в среднем 0,108 мг/кг при удаленности посевов (1,0-1,3 км) и увеличившись к автомагистрали от 0,172 мг/кг (2014) до 0,392 мг/кг (2015) в среднем 0,297 мг/кг, превысив ПДК в 3 раза (табл. 3).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что содержание тяжелых металлов в частях растений горчицы белой зависит от удаленности участка от автомагистрали. Результаты морфологического анализа растений горчицы белой, выращенных на участках при различном удалении от автомагистрали (табл.4) наглядно свидетельствуют о её влиянии на растения.

Морфологические анализы показали, что растения удаленные от автомагистрали по таким признакам как высота растения, масса абсолютно сухого растения, число ветвей и стручков на растении, масса стручков, масса семян с растения и пр. были более мощными, высокорослыми, имели наибольшее число ветвей и стручков, массу семян с растения и другие признаки.

Таблица 4

**Морфологическая характеристика растений горчицы белой,
среднее за 2014-2016 гг.**

признаки	Расстояние от автомагистрали 1,0-1,3 км		Расстояние от автомагистрали 25-30 м	
	М	lim	М	lim
1.Высота растения, см	118,5	104-136	67,1	52-89
2.2. Масса сухого растения, г	24,2	11,1-44,1	1,36	0,6-5,2
3.3. Число ветвей на растении, шт	4,6	2-8	1,5	0-3
4.4. Число стручков, шт	206,7	80-426	17,3	6-42
5.5. Масса стручков, г	15,8	5,9-27,2	0,66	0,2-3,0
6.6. Масса семян с растения, г.	3,8	0,9-7,7	0,2	0,1-0,3
7.7. Масса семян в стручке, г	0,02	0,01-0,03	0,001	0,001-0,002

Проведенные нами ранее анализы образцов меда, собранных в разных местах области показали, что чем дальше от автомобильных дорог и промышленных предприятий расположены пасеки, тем качественней и чище, полученный с них мед [9-12].

Анализ меда с пасеки удаленной от дороги на 1,3 км на содержание тяжелых металлов показал, что они содержатся в меде в незначительном количестве, не превышая ПДК. В порядке убывания располагаются цинк, медь, свинец и кадмий.

Содержание кадмия в ряде образцов не фиксируется, в то же время в отдельных образцах наблюдается превышение содержания свинца.

Учитывая колебания содержания тяжелых металлов в образцах меда, в настоящее время проводится работа по изучению состава медов Орловской области из разных почвенно-климатических зон и районов.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что удаленность автомагистралей от посевов влияет на содержание тяжелых металлов в почве и частях

растений горчицы белой, её морфологическую характеристику, продуктивность растений, а так же состав меда.

Наличие пчелиных семей в разных экосистемах играет положительную роль, но организация и содержание промышленных пасек ориентированных на получение продукции (мед, пыльца, прополис, воск и пр.) предполагает выбор экологически чистого места для расположения пчелиных семей с обязательным контролем качества продукции.

Литература

1. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L.) для укрепления кормовой базы пчеловодства в Орловской области / Методические рекомендации Орел 2007. – 44 с.
2. Велкова Н.И., Наумкин В.П., Мазалов В.И. Рекомендации по возделыванию горчицы белой (*Sinapis alba* L.) как медоносной культуры/ Рекомендации, Изд-во ГНУ ВНИИ ЗБК Орел 2013. – 32 с.
3. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица – дар людям и пчелам // Пчеловодство № 1. – 2014. – С.22-24.
4. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в условиях ЦЧР/монография/, Орел, – 2009. – 306 с.
5. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – медоносная культура/монография/ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет». – Орел. – 2015. – 157 с.
6. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Результаты агроэкологического мониторинга сортов *Sinapis alba* L. / В сборнике: Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья Российской Федерации Материалы XII Международной научно-практической конференции. Липецк. – 2008. – С. 92-94.
7. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Мониторинг семян сортообразцов *Sinapis alba* L.. На содержание тяжелых металлов / В сборнике: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования I Международная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». – 2016. – С. 261-264.
8. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Мониторинг семян сортообразцов *Sinapis alba* L. на содержание тяжелых металлов / Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» Орел, 29 февраля 2016 г. – С. 261-264.
9. Акимов И.А., Оскотская Э.Р., Наумкин В.П. Минеральный состав Орловского меда // Сборник научных трудов по пчеловодству, вып 2. – Орел ОГСХА, – 1998, – С. 20-27.
10. Акимов И.А., Наумкин В.П. Мед и окружающая среда // Пчеловодство, – № 7, – 2000. – С. 12-14.
11. Наумкин В.П., Яровая Н.И. Мед – экологически чистый продукт // Пищевая промышленность, – № 11, – 2002. – 63 с.
12. Наумкин В.П. Биомониторинг медоносных растений и продуктов пчеловодства // Пчеловодство. – № 3. – 2012. – С. 6-7.

CHEMICAL POLLUTION WITH HEAVY METALS OF SOIL, PLANTS AND SEEDS OF WHITE MUSTARD

V.P. Naumkin, N.I. Velkova

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

Abstract: Heavy metals which are highly toxic and accumulate in the soil and plants and spreading of trophic chains, pose a significant threat not only to humans but also to melliferous bees. Location of crops from highways affects the content of heavy metals in soil and plant parts mustard white, its morphological characteristics, plant productivity, as well as the composition of the honey.

The presence of bees in different ecosystems played a positive role, but the organization and content of industrial product-oriented Apiary (honey, pollen, propolis, wax, etc.) involves the selection of environmentally friendly places for location bee colonies with the obligatory quality control products.

Keywords: plants, white mustard, soil, honey, heavy metals, copper, zinc, lead, cadmium.

ЭЛЕМЕНТЫ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

Н.А. ЛОПАЧЕВ, А.М. ХЛОПЯНИКОВ*, В.Н. НАУМКИН,**

доктора сельскохозяйственных наук

В.А. СТЕБАКОВ, О.Ю. КУРЕНСКАЯ*,** кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГАУ ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

* ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГУ ИМЕНИ И.Г. ПЕТРОВСКОГО»

** ФГБОУ ВО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГАУ»

***ФГБНУ «ВИЛАР»

В статье на основании литературных источников и собственных научных исследований теоретически обоснованы и экспериментально доказаны возможности построения точных прецизионных систем земледелия. Установлены новые перспективы агропроизводственной группировки и бонитировки земель на основе потоковой методологии структуры почвенного покрова. В работе также установлено, что построение точных систем земледелия на основе потоковой методологии структуры почвенного покрова не отвергает сущности и содержания существующих систем земледелия. В статье представлены важнейшие элементы биологизации земледелия: адаптивные почвозащитные севообороты; рациональные приемы обработки почвы с заделкой соломы, стерневых остатков и сидератов на оптимальную глубину; использование пластичных сортов, органических удобрений и регуляторов роста, а также щадящие средства защиты растений. Биологизация земледелия позволяет решить задачу воспроизводства почвенного плодородия, обеспечения условий роста и развития сельскохозяйственных растений с целью получения высокой урожайности за счет активации биологических факторов, в том числе тех, что определяют почвенное плодородие.

Ключевые слова: потоковая методология, структура почвенного покрова, прецизионная система земледелия, адаптивные севообороты, рациональные приемы обработки почвы, использование повторных культур, многолетние бобовые травы, пластичные сорта, регуляторы роста, биологические средства защиты растений.

В условиях повторяющихся экономических и энергетических кризисов в России и мире большую актуальность приобретает поиск агроприемов получения биологически полноценной, экологически безопасной продукции растениеводства и охраны окружающей среды с наименьшими затратами энергоресурсов. Одним из наиболее радикальных средств в этом направлении является разработка научно-обоснованных систем адаптивного земледелия [1, 2].

Создание современных систем адаптивного земледелия невозможно без интенсификации биологических факторов, важнейшими элементами которых являются построение и введение плодосменных полевых севооборотов с полями повторных посевов промежуточных сидеральных культур и двумя полями для внесения 40-80 т/га органических удобрений. В севооборотах необходимо предусмотреть возделывание традиционных пропашных культур (кукуруза, свекла, картофель и др.). Пропашные культуры необходимо возделывать по технологиям с минимальным использованием пестицидов и минеральных удобрений [3, 4]. В севооборотах также необходимо возделывать многолетние бобовые травы (люцерну посевную, клевер луговой и др.) в чистом виде и смеси со злаками, и одно поле зерновых бобовых культур (горох, соя, люпин). Всю побочную продукцию, измельченную солому, стерневые остатки, а также сидераты, оставлять на поле и заделывать их в почву с обязательной обработкой активатором разложения стерни (АРС) и активатором почвенной микрофлоры (АПМ). На эродированных почвах необходимо вводить травопольные почвозащитные севообороты, в которых следует использовать пластичные

сорта сельскохозяйственных культур с высокой устойчивостью к болезням и вредителям, если даже они по своей потенциальной урожайности уступают новым высокопродуктивным сортам [5, 6].

Основная обработка почвы в севообороте должна быть поверхностная, которая чередуется с традиционной вспашкой или безотвальным рыхлением под пропашные культуры с учетом складывающихся погодных условий. Заделку соломы и сидеральных пожнивных культур на зеленые удобрения в почву следует проводить на глубину 13 – 15 см.

При неблагоприятной кислотности почвы в переходный период перед введением севооборота необходимо предусмотреть ремонтное поле для проведения мелиоративных мероприятий: внесения известковых материалов, повышенных норм органических и минеральных удобрений с обязательным последующим посевом промежуточных сидеральных культур и заделкой их в почву. В севооборотах следует применять в регламентных объемах органические стимуляторы и регуляторы роста, а также щадящие средства защиты растений [7, 8].

Все выше указанные приемы будут давать максимальный эффект, если они объединены в определенную систему, значение которой еще в XIX веке определил первый российский доктор сельскохозяйственных наук А.В. Советов, который отмечал: «Нет сомнения, что та или другая система земледелия выражает собою ту, или другую степень гражданского развития народов». Такое значение он придавал системам земледелия в развитии нашей цивилизации. Справедливость данного высказывания подтверждено последующей историей развития нашего общества. Так в XX столетии мировым аграрным сообществом было создано больше систем земледелия, чем за всю предыдущую историю развития человечества. На данный момент все существующие системы земледелия, в том числе и «высокотехнологическое земледелие» США, не решили важнейшую планетарную

продовольственную проблему – одну из главных источников напряженности между народами.

Несостоятельность существующих систем земледелия заложена в самой парадигме их построения, основанных на использовании усредненных (приблизженных) данных дифференциации почвенного покрова в пространстве и времени (рис. 1), то есть индуктивной методологии (В.П. Чаславский, 1879).

На (рис.1) показан фрагмент традиционной почвенной карты территории учхоза «Лавровский», где проводились опыты с четырехпольными и семипольными плодосменными биологизированными севооборотами. По материалам данной карты нельзя определить, где располагаются почвы повышений или понижений, а так же установить, как почвы каждого контура связаны между собой и чем обусловлена их сменяемость, то есть на ней исключен важнейший таксономический показатель классификации В.В. Докучаева – приуроченности почв к элементам рельефа.

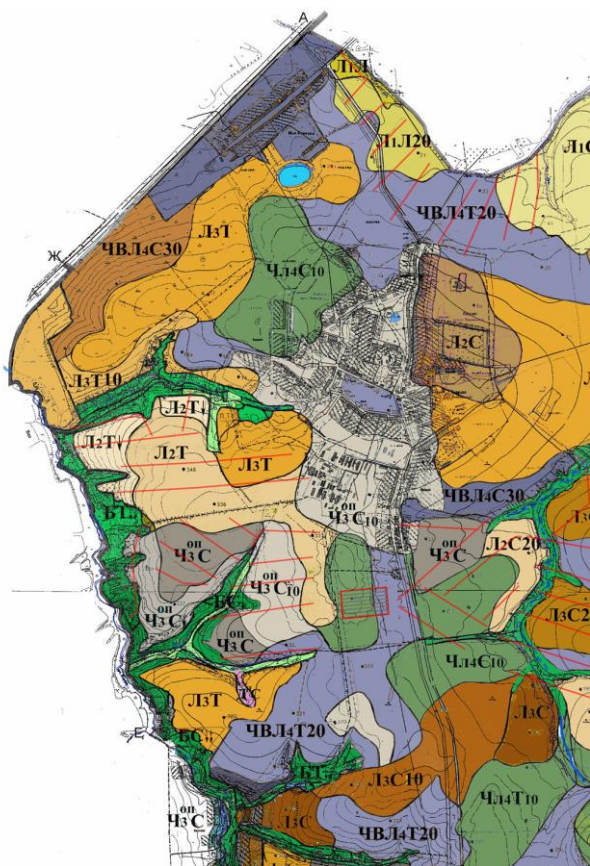
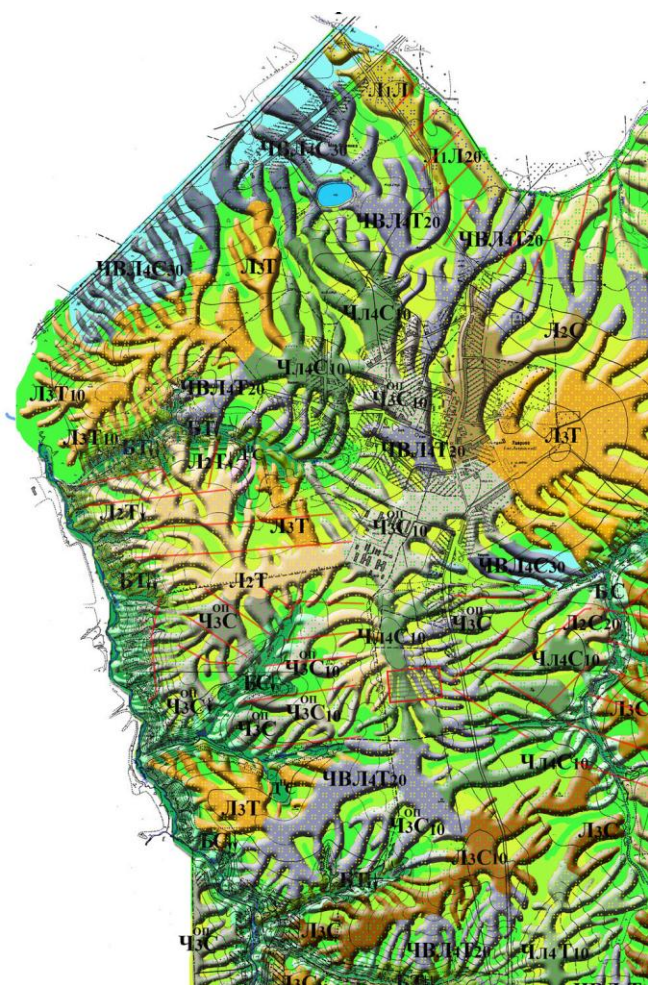


Рис. 1. Фрагмент традиционной почвенной карты учхоза «Лавровский» М, 1:10000 (уменьшено). Составитель – Орелгипрозем, 2002.

Условные обозначения общепринятые для данного типа карт



Реализацию идеи В.В. Докучаева о приуроченности почв к элементам рельефа в России начал осуществлять в 60-е годы прошлого века коллектив сотрудников бывшего института агрохимии и почвоведения (ИАП) АН СССР (г. Пушкино) во главе с профессором И.Н. Степановым в дальнейшем получивший название «Пушинской почвенной школы». В 1977 году была разработана, апробирована и опубликована первая методика построения серии тематических почвенных карт на основе пластики рельефа (И.Г. Анисимов и др., 1977). В последующем времени данная методика была развита и доработана в потоковую методологию (И.Н. Степанов, 2003, 2006) на основании которой нами была составлена карта (рис. 2).

Рис.2. Фрагмент потоковой почвенной карты учхоза «Лавровский», М 1:10000 (уменьшено). Составитель – Н.А Лопачев (2002). Контуры почвенных ареалов построены на основе полевых обследований и аналитических материалов, что и карта на рис. 1. Красной линией выделены границы и поля экспериментальных севооборотов

Карту (рис. 2) мы построили компьютерным методом на основе потоковой методологии, сохранив в точности все типы и индексы традиционной почвенной карты (рис. 1). Они построены по одним и тем же исходным полевым и аналитическим данным. На потоковой карте (рис. 2) четко обозначены контуры почв-индивидумов. Размытость физических границ – результат фазовых превращений почв. Понятийные границы почв получили новую трактовку – они на потоковой карте уже не классификационные, а границы, обозначающие последовательные фазы превращения – одних в другие. Развитие почв идет действительно непрерывно. Но эта непрерывность имеет ясную жесткую внутреннюю предопределенность развития в пределах потоковых систем, обусловленную фундаментальными силами природы.

Естественно, что развитие почв бесконечно, но для данной конкретной почвенно-геологической эпохи устанавливается конечность в пределах контуров той или иной потоковой системы. Естественно, что развитие почв и ландшафтов постоянно нарушается внешними причинами, но эти нарушения по силе воздействия, как видно из потоковой карты, значительно ниже силы внутреннего саморазвития почв и ландшафтов. Утверждение И.А Соколова (2004) о том, что цели и задачи сельского хозяйства тормозят развитие науки, справедливы для «лоскутных» карт (рис. 1), на которых, действительно, трудно обнаружить взаимодействие человека с природой. Реальная структура почв потоковых карт (рис. 2) раскрывает новые научные перспективы этого взаимоотношения.

Идеи потоковой методологии были заложены П.К. Соболевским (1932) и В.Р. Волобуевым (1948), а автор понимал, что она в первую очередь необходима для развития нового этапа развития земледелия. Поэтому в 70 годы XX столетия автором начаты теоретические и экспериментальные исследования применения потоковой методологии в

области мелиорации орошаемых земель, а в 80-е годы в области неорошаемого земледелия. В начале 21 века исследованиями автора было впервые теоретически обосновано и экспериментально доказано построение прецизионных систем земледелия на основе потоковой структуры почвенного покрова. Установлены новые перспективы агропроизводственной группировки и бонитировки земель. Построение точных систем земледелия на основе потоковой методологии структуры почвенного покрова не разрушает сущности и содержания существующих систем земледелия, а дает возможность поднять их продуктивность и эффективность на самый высокий уровень, необходимый производителю [9]. При этом возникает вопрос – почему потоковая методология структуры почвенного покрова не возникла ранее?

И.Н. Степанов (2006) подвел итоги эмпирического почвоведения, объяснил причины появления и длительного существования «лоскутной» картографии, а также показал путь его реконструкции в новое теоретическое, основанное на изменении и дедуктивном анализе полученных чисел. Он освободил учение В.В. Докучаева от приписываемых ему построений и метода индукции, тем самым продолжил развитие его идей.

Потоковая методология ставит принципиально иные задачи – изучение питательных веществ почвы в динамике, последовательность их взаимопревращений при переходе от одной части потока к другой, что наглядно показано на детальной карте распределения гумуса (рис. 3). Подобные закономерности нами получены на детальных потоковых картах содержания фосфора, калия и других показателей плодородия почв.

По содержанию в почвах гумуса (рис. 3.) и других питательных элементов, ввиду небольшой длины потоков в границах полей севооборота, мы не можем дать полную характеристику закономерностей изменения по направлению их движения. Поэтому рассмотрим изменения содержания гумуса в поперечных разрезах потоков. Максимальное количество гумуса (более 6%) наблюдаем на плато и гребнях водоразделов малых потоков.

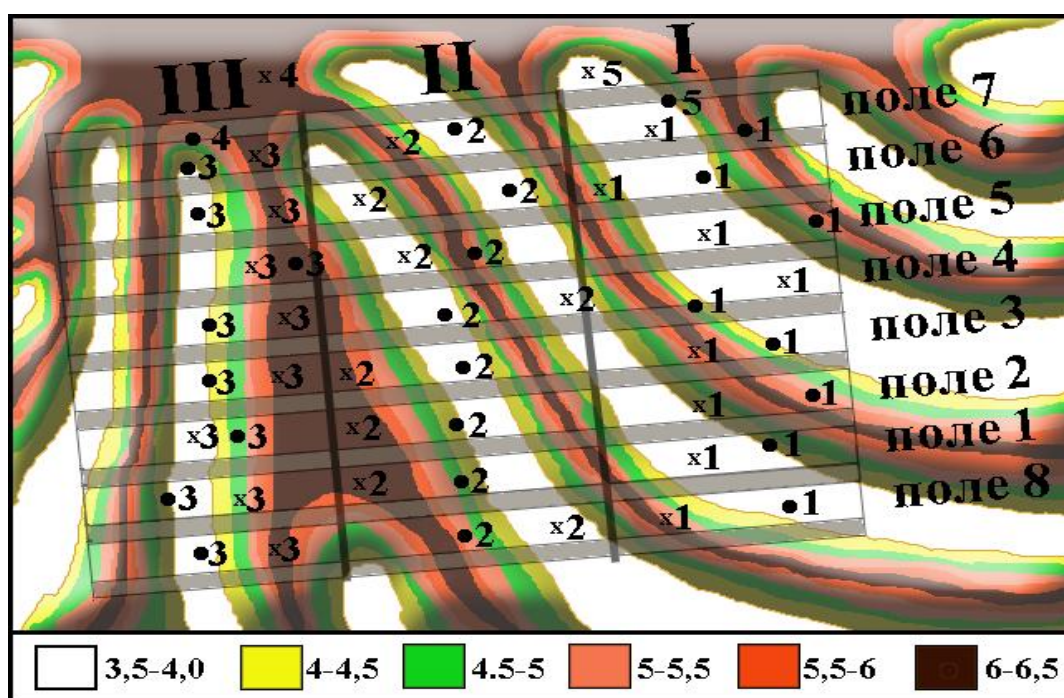


Рис. 3. Карта распределения гумуса в пахотном слое 0-30 см по элементам потоковых структур в границах севопольного полевого севооборота, %, М 1:20000. Опытное поле ОрелГАУ, учхоз «Лавровский», – 2002. 1-7 – поля севооборота; 8 – залежь (абсолютный контроль); I, II, III – повторения. Повышения – закрашены, понижения – не окрашены. Черные точки – разрезы, крестики – прикопки

От гребня вниз по обоим склонам потоков происходит симметричное снижение содержания гумуса в почвах: 5% – верхняя часть склонов, 4,5% – средняя часть склонов, 4% – нижняя часть склонов, переходящая к понижению, 3,5% – понижения. Такая закономерность распределения гумуса и других питательных элементов в почвах позволяет создавать компьютерные программы элиминирования факторов плодородия для получения в каждой точке поля равных по количественным и качественным показателям урожаев сельскохозяйственных культур.

Потоковая структура почвенного покрова позволяет перейти от методологии сплошной оценки с помощью средних характеристик продуктивности ($\bar{u}$) к точечной (табл.).

Таблица

Продуктивность семипольного полевого севооборота в зависимости от системы удобрений, основной обработки почвы и места положения в потоковой структуре рельефа, учхоз «Лавровский» 1995-2002 гг.

УДОБРЕНИЯ	U- КПЕ Ц/ГА			В, %
	Ū	U _{MIN}	U _{MAC}	
ВСПАШКА НА 22–25 CM				
1. N ₀ P ₀ K ₀	212,9	181,0	244,8	69,8
2. N ₁₆₆ P ₁₄₆ K ₁₄₆	241,4	207,6	275,2	70,0
3. N ₃₀₃ P ₂₅₈ K ₂₅₈	259,7	215,6	293,5	70,5
4. N ₄₅₀ P ₃₇₅ K ₃₇₅	278,3	228,6	311,7	70,9
5. N ₀ P ₀ K ₀ + C _{15T/ГА} + 3Y _{6 T/ГА}	223,1	189,6	256,6	70,1
6. N ₁₆₆ P ₁₄₆ K ₁₄₆ + C _{15T/ГА} + 3Y _{6 T/ГА}	254,2	213,5	287,2	70,3
7. N ₃₀₃ P ₂₅₈ K ₂₅₈ + C _{15T/ГА} + 3Y _{6 T/ГА}	274,2	224,8	307,1	70,8
8. N ₄₅₀ P ₃₇₅ K ₃₇₅ + C _{15T/ГА} + 3Y _{6 T/ГА}	295,5	239,4	325,1	71,1
9. N ₀ P ₀ K ₀ + C _{10T/ГА} + 3Y _{18 T/ГА}	228,1	193,9	262,3	70,3
10. N ₁₆₆ P ₁₄₆ K ₁₄₆ + C _{10 T/ГА} + 3Y _{18 T/ГА}	270,3	227,1	308,1	70,6
11. N ₃₀₃ P ₂₅₈ K ₂₅₈ + C _{10 T/ГА} + 3Y _{18 T/ГА}	298,3	244,6	334,1	71,0
12. N ₄₅₀ P ₃₇₅ K ₃₇₅ + C _{10 T/ГА} + 3Y _{18 T/ГА}	313,2	253,6	347,6	71,3
13. N ₀ P ₀ K ₀ + C _{15 T/ГА} + 3Y _{30T/ГА} + H _{50 T/ГА}	241,0	204,9	277,1	72,9
14. N ₁₆₆ P ₁₄₆ K ₁₄₆ ++ C _{15 T/ГА} + 3Y _{30T/ГА} + H _{50 T/ГА}	303,8	261 2	346,3	73,2
15. N ₃₀₃ P ₂₅₈ K ₂₅₈ + C _{15 T/ГА} + 3Y _{30T/ГА} + H _{50 T/ГА}	325,7	283,3	368,0	73,6
16. N ₄₅₀ P ₃₇₅ K ₃₇₅ + C _{15 T/ГА} + 3Y _{30T/ГА} + H _{50 T/ГА}	338,2	301,0	372,1	74,0
КОМБИНИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ (8–10 CM) + 2 ВСПАШКИ (22–25 CM)				
1. N ₀ P ₀ K ₀	215,4	183,1	247,7	69,9
2. N ₁₆₆ P ₁₄₆ K ₁₄₆	241,5	207,7	275,3	70,1
3. N ₃₀₃ P ₂₅₈ K ₂₅₈	261,8	227,8	298,4	70,4
4. N ₄₅₀ P ₃₇₅ K ₃₇₅	277,4	246,9	308,0	70,8
5. N ₀ P ₀ K ₀ + C _{15T/ГА} + 3Y _{6 T/ГА}	225,4	191,6	259,2	70,0
6. N ₁₆₆ P ₁₄₆ K ₁₄₆ + C _{15T/ГА} + 3Y _{6 T/ГА}	251,7	216,5	284,4	70,3
7. N ₃₀₃ P ₂₅₈ K ₂₅₈ + C _{15T/ГА} + 3Y _{6 T/ГА}	271,9	239,3	304,5	70,5
8. N ₄₅₀ P ₃₇₅ K ₃₇₅ + C _{15T/ГА} + 3Y _{6 T/ГА}	289,2	257,4	321,0	70,9
9. N ₀ P ₀ K ₀ + C _{10T/ГА} + 3Y _{18 T/ГА}	236,7	201,2	272,7	70,1
10. N ₁₆₆ P ₁₄₆ K ₁₄₆ + C _{10 T/ГА} + 3Y _{18 T/ГА}	260,7	224,2	297,2	70,4
11. N ₃₀₃ P ₂₅₈ K ₂₅₈ + C _{10 T/ГА} + 3Y _{18 T/ГА}	282,7	246,0	319,4	70,7
12. N ₄₅₀ P ₃₇₅ K ₃₇₅ + C _{10 T/ГА} + 3Y _{18 T/ГА}	300,0	267,0	333,0	71,0
13. N ₀ P ₀ K ₀ + C _{15 T/ГА} + 3Y _{30T/ГА} + H _{50 T/ГА}	245,6	208,7	282,4	72,7
14. N ₁₆₆ P ₁₄₆ K ₁₄₆ + C _{15 T/ГА} + 3Y _{30T/ГА} + H _{50 T/ГА}	305,2	262,5	347,9	72,9
15. N ₃₀₃ P ₂₅₈ K ₂₅₈ + C _{15 T/ГА} + 3Y _{30T/ГА} + H _{50 T/ГА}	322,0	280,1	363,9	73,4
16. N ₄₅₀ P ₃₇₅ K ₃₇₅ + C _{15 T/ГА} + 3Y _{30T/ГА} + H _{50 T/ГА}	333,7	297,0	370,4	73,9

Примечание. В таблице и далее по тексту: C – солома, 3Y – зеленые удобрения (сидерат), H – навоз

Для внедрения точных систем земледелия необходим завершающий этап исследований – производственный эксперимент. Необходимость проведения производственных испытаний очевидна – ни одна система земледелия не может быть внедрена без учета технологических

организационных, социально-бытовых, технико-экономических и других условий хозяйства, района, региона, страны. Обоснования необходимости проведения производственных испытаний изложены автором в публикациях, предложениях соответствующим ведомствам разного уровня [10].

Главная проблема проведения производственных испытаний точных систем земледелия на основе потоковой методологии почвенного покрова – источник финансирования. Данные мероприятия высокочрезвычайно затратные. Так в США все исследования и производственные испытания по созданию «высокотехнологического» земледелия были выполнены за счет бюджетных средств и принадлежат государству. В России сельскохозяйственные предприятия, муниципалитеты, районы и даже области не в состоянии финансировать производственные испытания. Это в состоянии сделать лишь регионы-доноры, которые взяли курс на построение точных систем земледелия. Дотационные области смогут участвовать в этих испытаниях совместным софинансированием с федеральными структурами.

При таком финансировании и организации производственных испытаний под эгидой соответствующих федеральных структур все теоретические, экспериментальные авторские приоритеты по созданию прецизионных систем земледелия на основе потоковой методологии структуры почвенного покрова передаются в собственность государства – Российской Федерации.

Литература

1. Лопачев Н.А., Наумкин В.Н. О биологизации земледелия // Земледелие. – 1999. – № 6. – С. 16-17.
2. Пигорев И.Я., Солошенко В.М., Наумкин В.Н., Наумкин А.В., Хлопяников А.М., Хлопяникова Г.В. Об инновационных технологиях в земледелии. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии – 2016. – № 3. – С. 32-36.
3. Наумкин В.Н., Лопачев Н.А., Наумкина Л.А., Хлопяникова Г.В. Биологизированные севообороты – основа современных систем земледелия. // Земледелие. – 1998. – № 5. – С. 16.
4. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Лопачев Н.А., Хлопяникова Г.В., Петров В.А., Хлопяников А.М. Агроэнергетическая эффективность выращивания кормовых культур в звене севооборота с многолетними бобовыми травами // Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства. – Жодино, 1998. – С. 47-50.
5. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Кубарев П.И., Хлопяников А.М., Хлопяникова Г.В., Наумкин А.В. Экологические основы адаптивного растениеводства // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 1. – С. 47-48.
6. Наумкин В.Н., Хлопяников А.М., Наумкин А.В. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе // Земледелие – 2010. – № 4. – С. 5-7.
7. Наумкин В.Н., Стебаков В. А., Хлопяников А.М., Наумкин А.В. Эколого-биологические аспекты адаптивных ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур в условиях ЦЧР. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 42-43.
8. Хлопяников А.М., Наумкин А.В., Стебаков В.А., . Наумкин В.Н., Наумкина Л.А. Агротехнические и эколого-экономические основы биологизации земледелия // Вестник Брянского государственного университета. – 2012. – № 4 (2). – С. 251-255.
9. Лопачев Н.А. Экспериментально-теоретические основы использования потоковой структуры агроэкосистемы в прецизионном земледелии. /Докторская диссертация. – Орел, 2008. – 307 с.
10. Лопачев Н.А. Перспективы и проблемы построения прецизионных систем земледелия в Российской Федерации. /Актуальные проблемы развития науки и образования: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 апреля 2013 г. В VI частях. Часть V. Мин-во обр. и науки – М. : «АР-Консалт». 2013. – С. 135-138.

ELEMENTS OF BIOLOGIZATION OF AGRICULTURE AND IMPROVEMENT OF THEIR EFFICIENCY IN THE CENTRAL REGION OF RUSSIA

N.A. Lopachev, V.A. Stebakov, A.M. Khlopianikov*, V.N. Naumkin**, O.Y. Kurenskaya***, FGBOU VO ORLOVSKIY GAU

*FGBOU VO «BRYANSK STATE UNIVERSITY NAMED AFTER I.G. PETROVSKY»

**FGBOU VO BELGORODSKY GAU

***FGBNU «VILAR»

Abstract: *In the article, on the basis of literature sources and own scientific research, the possibilities of constructing precise precision systems of farming are theoretically substantiated and experimentally proved. New perspectives of the agro-production grouping and land allocation based on the flow methodology of the soil cover structure are established. The paper also found that the construction of accurate farming systems based on the flow methodology of the soil cover structure does not reject the essence and content of existing farming systems. In the article the most important elements of the biologization of agriculture are presented: adaptive soil protection rotations, rational methods of processing with the imposition of straw, stubble residues and siderates in the soil for optimal depth, the use of plastic varieties, organic fertilizers and growth regulators, as well as sparing plant protection products. The biologization of agriculture makes it possible to solve the problem of reproducing soil fertility, providing conditions for the growth and development of agricultural plants in order to obtain high yields by activating biological factors, including those that determine soil fertility.*

Keywords: flow methodology, soil cover structure, precision cropping system, adaptive crop rotations, rational methods of soil cultivation, use of repeated crops, perennial legumes, plastic varieties, growth regulators, biological plant protection product.